YUINFO 2020

ZBORNIK RADOVA

YU INFO 20 20

26TH CONFERENCE AND EXHIBITION

Kopaonik

YU INFO 2020

ZBORNIK RADOVA

Izdavač:

Društvo za informacione sisteme i računarske mreže

Urednik:

Prof. dr Miodrag Ivković

Mesto i godina izdanja:

Beograd, 2020.

ISBN:

978-86-85525-23-0

YU INFO 2020

PROGRAMSKI ODBOR

- Prof. dr Borko Furht, Florida Atlantic University, USA
- Prof. dr Božidar Radenković, FON, Univerzitet u Beogradu
- Prof. dr Branko Milosavljević, FTN, Univerzitet u Novom Sadu
- Prof. dr Bratislav Milovanović, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu
- Prof dr Branko Markoski, Tehnički fakultet Mihajlo Pupin, Zrenjanin
- Prof. dr Dragan Domazet, FIT, Univerzitet Metropliten, Beograd
- mr Dušan Korunović, Informaciono društvo Srbije
- Prof. dr Dušan Surla, PMF, Univerzitet u Novom Sadu
- Prof. dr Đorđe Paunović, ETF, Univerzitet u Beogradu
- Prof. dr Gyula Mester, Univerzitet u Segedinu
- Prof. dr Irina Branović, Univerzitet Singidunum, Beograd
- Dr Ivan Vulić, Vojska Srbije
- Prof. dr Jelica Protić, ETF, Univerzitet u Beogradu
- Prof. dr Ljerka Luić, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska
- Dr Marija Boban, Pravni fakultet, Sveučilište u Splitu
- Prof. dr Miodrag Ivković, Tehnički fakultet Mihajlo Pupin, Zrenjanin
- Prof. dr Miodrag Zivković, Matematički fakultet, Beograd
- Prof. dr Milija Suknović, FON, Univerzitet u Beogradu
- Prof dr Mirjana Pejić Bach, Ekonomski Fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska
- Prof. dr Miroslav Trajanović, Mašinski fakultet, Univerzitet u Nišu
- Prof. dr Nataša Gospić, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu
- Prof. dr Sašo Josimovski, Ekonomski fakultet, Univerzitet St. Kiril i Medodij, Skoplje
- Prof. dr Sašo Tomažič, Faculty of Electrical Engineering, Ljubljana
- Doc. dr Siniša Nešković, FON, Univerzitet u Beogradu
- Prof. dr Slobodan Janković, Tehnički fakultet Mihajlo Pupin, Zrenjanin
- Prof. dr Leonid Stoimenov, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu
- Prof. dr Veljko Milutinović, ETF, Univerzitet u Beogradu
- Prof. dr Zora Konjović, FTN, Univerzitet u Novi Sadu
- Prof. dr Zoran Jovanović, ETF, Univerzitet u Beogradu

- Prof. dr Zoran Stanković, Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu
- Prof. dr Vladimir Filipović, Matematički fakultet, Beograd
- Prof. dr Zlatko Čović, VTŠ, Subotica
- Doc. dr Komlen Lalović, ITS, Fakultet za primenjeni menadžment, ekonomiju i finansije – Beograd

Chairman konferencije:

- Prof. dr Miodrag Ivković

E-društvo

Sonja D. Radenkovic and Ana Kovacevic – IMPROVING TECHNOLOGY ENHANCED LEARNING AS A PREREQUISITE FOR SUSTAINABLE EDUCATION

Verica Bulović, Marija Pasuljević and Zlatko Čović – Sustainable Digital Transformation in Global Textile and Clothes Value Chain

Djurdja Tanaskovic and Vlade Urošević – NOVI PRISTUP NASTAVI PRIMENOM VIRTUELNE REALNOSTI NA FAKULTETU TEHNIČKIH NAUKA U ČAČKU A NEW APPROACH TO TEACHING USING VIRTUAL REALITY AT THE FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES IN ČAČAK

Drazen Draskovic, Jelica Cincovic and Danijela Mijailovic – Predviđanje uspeha studenata studijskog programa Softversko inženjerstvo tehnikama mašinskog učenja

Tamara Šekularac, Marko Mićović, Filip Hadžić, Dražen Drašković and Boško Nikolić – Software motion recognition for patients with motor impairments

Slaviša Đukanović, Bogdan Pejčić, Vojkan Nikolic, Veljko Marinković, Slobodan Nedeljković and Duško Sivčević - DEVELOPMENT OF GOVERNMENT IN THE REPUBLIC OF SERBIA CONTRIBUTION OF THE MINISTRY OF THE INTERIOR THROUGH NEW SERVICES

Aleksandra Vukmirović, Jovanka Vukmirović, Milica Branković and Ana Zekavica – PUBLIC OPINION RESEARCH AND DISSEMINATION OF FAKE NEWS ON THE INTERNET

Kristijan Žiža and Dragan Bojić – Generator slučajnih Mikrojava programa

Đuro Klipa and Rade Dragovic – Poslovanje u oblaku

Komlen Lalovic and Jelena Lalovic – DIGITALNI MARKETING DANAS

Rajko Terzic, Vladan Pantović and Dragorad Milovanović – Mogućnosti i izazovi novih tehnologija u Zdravstvu 4.0: 5G-IoT i BigData prediktivna analitika

Bogdan Ubiparipovic, Predrag Matkovic, Mirjana Maric and Pere Tumbas – DIGITAL TRANSFORMATION OF BUSINESS MODELS

Eleonora Brtka, Vesna Makitan, Vladimir Brtka, Igor Vecštejn, Ivana Berković – Mobilne tehnologije i prograiranje u savremenom obrazovanju

Miklos Poth, Robert Pinter and Željen Trpovski – Quantization Matrix Influence Analysis on the JPEG Compression Performance

Antonina Lazic, Dragan Vukmirovic and Marija Jovic – IMPLEMENTACIJA BIG DATA KONCEPTA U ZDRAVSTVU

Dejan Dimirtrijević, Marko Janković – IKT, digitalne tenologije i njihov uticaj na organizaciju

Razvoj softvera i alati & Veštačka inteligencija

Vesna Pavković, Srđan Vukmirović and Slobodan Ilić – A NEW APPROACH TO SCALING MULTI-TENANT SYSTEMS

Miodrag Gacic and Veljko Todorovic – Migracija i nadogradnja SAP okruženja sa Oracle baze na Hana tehnološku platformu u JP EPS

Nenad Petrović and Milorad Tošić – EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND REASONING IN SMART CITIES

Miloš Danilović and Oliver Ilić – PARALELNA OBRADA NEH HEURISTIKE ZA PERMUTACIONE PROBLEME U PROIZVODNJI

Lazar Gopcevic, Marko Misic and Drazen Draskovic – Pronalaženje i prepoznavanje logotipa automobila Sa slike korišćenjem tehnika mašinskog učenja

Duško Sivčević, Slaviša Đukanović, Vojkan Nikolic, Milan Gligorijević, Slobodan Nedeljković, Milos Stevanovic and Stefana Janićijević – INTELLIGENT INFORMATION SEARCH IN THE MINISTRY OF THE INTERIOR OF THE REPUBLIC OF SERBIA

Zdravko Ivankovic, Dragan Dukic, Ivana Petrevska and Saša Sudar – SOFTVER ZA UNAPREĐENJE FINANSIJSKIH KOMPETENCIJA STUDENATA VISOKIH ŠKOLA

Računarske mreže i telekomunikacije

Uglješa Urošević – BEŽIČNE MREŽE PETE GENERACIJE I SMART KONCEPT

Nenad Radosavljevic – VoLTE architecture and measurement key indicators in mobile networks

Zoran Janković – MOBILE NETWORKS INFRASTRUCTURE SHARING

Slobodan Aleksandrov, Jelena Erić Obućina, Ivana Terzić and Zvonko Petrović – ZNAČAJ UMREŽAVANJA HMI UREĐAJA ZA INDUSTRIJU 4.0

Vesad Doljak, Nenad Petrović, Stefan Panić, Suad Suljović and Samir Koničanin – SOFTVERSKO OKRUŽENJE ZA MODELOVANJE, SIMULACIJU I PLANIRANJE MOBILNIH MREŽA U PAMETNIM GRADOVIMA

Dejan Pavlović – Primena satelitskih sistema u šumarstvu, poljoprivredi i zaštiti životne sredine

Računarske primene

Nenad Markovic, Bratislav Kisin and Mirjana Stingić – APLIKACIJA ZA ANALIZU I AŽURIRANJE BAZE PODATAKA O KATASTARSKIM PARCELAMA DATIM NA KORISCENJE JP SRBIJASUME

Jordan Atanasijevic, Nevena Atanasijević and Danilo Lazovic – INFORMACIONI SISTEM ZA UNAPREĐENJE RADA INSTITUTA ZA TRANSFUZIJU KRVI SRBIJE

Snezana Sucurovic – Oracle My Support Modul

Kristina Mijić – ANALIZA INDEKSA I FAKTORA INTERNET FINANSIJSKOG IZVEŠTAVANJA BANAKA U SRBIJI

Nebojsa Ivkovic, Vlade Urošević and Biljana Savic – PRIMENA NELINEARNOG REGRESIONOG MODELA U DIJAGNOSTICI KOTRLJAJNIH LEŽAJEVA (IMPLEMETATION OF A NON-LINEAR REGRESSION MODEL IN THE DIAGNOSTICS OF THE ROLLING BEARINGS)

Igor Vecštejn, Eleonora Brtka, Vladimir Brtka, Vesna Makitan and Ivana Berković – Testovi čitljivosti i njihove aplikacije

Vesna Makitan, Eleonora Brtka, Vladimir Brtka, Igor Vecštejn, Višnja Ognjenović – Internet stvari u upravljanju projektima

Računarske primene & Zaštita i sigurnost podataka

Vladan Borović, Dejan Rančić, Olivera Pronić-Rančić and Igor Dumančić – Napredna detekcija pozicije objekata u prostoru

Lazar Stevanović, Ana Andric and Lazar Đorđević – Razvoj web aplikacija pomoću ASP.NET Core; Building web applications using ASP.NET Core

Vladan Nešić and Ivan Petrović – IoT TECHNOLOGY – USE CASES IN THE FIELD OF TRANSPORT, SECURITY AND AGRICULTURE

Vladimir Simeunović, Dragan Stošić, Vidosav Majstorović, Snežana Pantelić, Sonja Dimitrijević, Filip Todorović and Radivoje Mitrovic – RAZVOJ MODELA INDUSTRIJA 4.0 NA POVRŠINSKOM KOPU UGLJA

Dušica Stevanović and Sara Đenić – Strategije kontrole rizika u projektima unapređenja informacione sigurnosti

Milan Miljković and Katarina Miljković – NOVA KOVENCIJA OUN ZA SARADNJU U BORBI PROTIV SAJBER KRIMINALA

Neđeljko Lekić – Multibiometrijski identifikacioni sistem

Vojne primene

Jordan Atanasijevic, Nevena Atanasijević and Danilo Lazovic – UNAPREĐENJE SISTEMA POSLOVNE INTELIGENCIJE PRIMENOM PROGRAMSKOG PAKETA R

Stefan Bozanic, Stefan Sretenovic, Mladen Antonic and Tamara Gajic – The Importance and Usage of Visualisation of Smart Buildings' Data

Rade Pavlović and Vladimir Petrovic – POREĐENJE SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH METODA ZA PROCENU USPEŠNOSTI SJEDINJAVANJA KOLOR I MONOHROMATSKIH

Stefan Sretenovic and Stefan Bozanic – Dublin Core Metadata Standard Usage in Android Digital Library

David Novaković, Mladen Ranđić and Jovan Bajčetić – PRIPREMA PODATAKA PRILIKOM UPOTREBE DEEP LEARNING METODA U KLASIFIKACIJI RADIO EMISIJA (EN. DATA PREPROCESSING IN DEEP LEARNING METHODS FOR RADIO EMISSION CLASSIFICATION))

Tamara Gajić, Stefan Božanić, Aleksandra Stevanović and Jelena Mitrović – PRIMENA IOT I VR ZA POTREBE MINISTARSTVA ODBRANE I VOJSKE SRBIJE

Vladimir Ristić, Saša Devetak and Jovan Bajčetić – Analiza mogućnosti prenosa podataka vojnim VF i VVF radio komunikacionim mrežama

Kristina Zivanović, Miloš Kostić, Dimitrije Kolašinac, Aleksandar Petrović and Bojan Milanovic – UPRAVLJANJE BESPOSADNIM VOZILOM POMOĆU UWB RADARA I RASPBERRY PI RAČUNARA - UNMbRASPBERRY PI

Momir Stanković, Stojadin Manojlović and Mladen Antonić – REALIZACIJA ALGORITAMA AUTONOMNOG KRETANJA BESPOSADNOG VOZILA

Abdellah Ferdjali, Omar Zelmati and Boban Bondzulic – TOWARDS A DIGITAL VIDEO STABILIZATION APPROACH USING OBJECTIVE IMAGE QUALITY ASSESSMENT METRICS

Stefan Pejanović, Mihailo Stojković and Ivan Tot – JAVA KLIJENT-SERVER APLIKACIJA SA PRIMENOM ALGORITMA ŠIFROVANJA

Boban Bondzulic, Nenad Stojanovic, Vladimir Petrovic and Omar Zelmati – PRIMENA OBJEKTIVNIH METODA PROCENE KVALITETA U DETEKCIJI JEDVA PRIMETNIH RAZLIKA JPEG SLIKA

Mladen Ranđić, David Novaković and Jovan Bajčetić – Zaštita računarskih mreţa – VPN softverska simulacija (Network security - VPN software simulation)

Azouz Abdelhamid, Stojadin Manojlović and Davorin Mikluc – DESIGN AND SIMULATION OF ROBUST CONTROL SYSTEM FOR SHORT RANGE MISSILE

Aleksandar Trifunovic, Saad Merrouche, Boban Bondzulic and Nenad Stojanovic – ANALIZA FORMATA ZAPISA MIRNIH SLIKA SA KOMPRESIJOM BEZ GUBITAKA

Marko Manojlovic and Slobodan Simic – АПЛИКАЦИЈА ЗА УПРАВЉАЊЕ И ПРИКАЗ У ДИДАКТИЧКОМ РАДАРУ – АКВИЗИЦИЈА СИГНАЛА

Vladimir Vasiljčin – 3D PRIKAZIVANJE POLOŽAJA VOZILA POMOĆU 9DOF SENZORA I ARDUINA

Davorin Mikluc, Azouz Abdelhamid and Stojadin Manojlovic – Primena EKF u softveru Labview u proceni daljine do cilja na osnovu infracrvenog video senzora

Veljko Aleksic and Vlade Urošević – ZAVISNOST OD DIGITALNIH TEHNOLOGIJA, DIGITAL TECHNOLOGY ADDICTION

Ivan Tot, Mladen Trikoš, Jovan Bajčetić, Boriša Jovanović, Dušan Bogićević and Komlen Lalović – AKVIZICIJA I VIZUELIZACIJA MOŽDANIH TALASA KAO BIOMETRIJSKIH PODATAKA ZA AUTENTIFIKACIJU KORISNIKA

UNAPREĐENJE SISTEMA POSLOVNE INTELIGENCIJE PRIMENOM PROGRAMSKOG PAKETA R

IMPROVEMENT OF BUSINESS INTELLIGENCE SYSTEM BY APPLICATION OF R PROGRAM PACKAGE

Atanasijević Jordan[1], Atanasijević Nevena[2], Lazović Danilo[3]
Generalštab Vojske Srbije[1], GARDA, Beograd
ZU AP „Oaza zdravlja[2], Beograd
Vojna akademija[3], Beograd

Sadržaj *– Osnovna postavka rada vezana je za unapređenje primene sistema poslovne inteligencije, značajnih za odlučivanje o konkretnom problemu, a u cilju ostvarivanja benefita pri donošenju odluka na najvišem nivou. Unapređenje mora da bude primereno razvoju BI sistema u uslovima kada već postoji ranije akumulirano znanje o problemu. Dobijeni rezultati treba da pokažu da sistem poslovne inteligencije, unapređen primenom programskog paketa R, može unaprediti podršku u odlučivanju.*

Abstract *- The basic tenet of the paper is related to the improvement of the implementation of business intelligence systems, which are important for deciding on a particular problem, and in order to achieve the highest level decision-making benefits. The improvement must be appropriate to the development of the BI system under conditions where there is already prior knowledge of the problem. The results obtained should show that the business intelligence system, enhanced by the application of R software package, can improve decision support.*

1. UVOD

Skladištenje podataka i poslovna inteligencija su tehnike koje obezbeđuju poslovnim ljudima informacije i alate koji su im potrebni za donošenje odluka o operativnom i strateškom poslovanju. [1]

Korisnici su uglavnom poslovni ljudi u kompanijama. Ali ne nose svi poslovni ljudi isti značaj. Potrebno je posebno se pobrinuti za one koji donose strateške poslovne odluke. Jedna dobra poslovna odluka može doneti milione dolara kompanijama. Zato su glavni korisnici rukovodioci, menadžeri i analitičari u kompanijama. Skladište podataka i poslovna inteligencija (*DW/BI*) jesu sistemi visokog uticaja.

Termin strateški, takođe označava važnost. To su odluke koje mogu da donesu dobitak, ali i gubitak preduzeću. Prema tome, *DW/BI* sistem je sistem visokog poslovnog rizika. Kada se donese strateški važna odluka, neko dobija, a neko često i gubi.

DW/BI sistem takođe podržava i donošenje operativnih odluka, naročito kada donosilac istih mora da vidi arhivu podataka ili integrisane podatke iz više izvora. Mnoge analitičke aplikacije imaju takav operativni fokus. Bilo da je odlučivanje strateško ili operativno, *DW/BI* sistem mora da pruži informaciju koja je potrebna za donošenje tih odluka.

Odluke najčešće zahtevaju jedinstveni podskup informacija, koji u osnovi nije predodređen. Potrebno je da se izgradi informaciona infrastruktura koja integriše podatke iz cele organizacije i potencijalno izvan organizacije, a zatim čisti, ispravlja i restruktuira podatke da budu fleksibilni i upotrebljivi što je više moguće. Dok većina modula transakcionog sistema radi sa jednim tipom informacija, kao što su fakture, nalozi ili potraživanja, *DW/BI* sistem mora da ih integriše sve zajedno. *DW/BI* sistem zahteva tehnički sofisticirano upravljanje i prikupljanje podataka.

Konačno, neophodno je donosioca odluke obezbediti alatima kojima će iskorišćavati podatke. U ovom slučaju, termin „alati“ je mnogo više od samog softvera. On označava u ovom slučaju sve što je korisnicima potrebno da mogu razumeti koje su im informacije dostupne, zatim da mogu pronaći podskup informacija koji im je potreban i da na kraju mogu struktuirati podatke kako bi uvideli poslovnu dinamiku. „Alati“ obuhvataju obuku, dokumentaciju i podršku, zajedno sa *ad hoc* upitima, izveštajima i analitičkim aplikacijama.

2. CILJ RADA

Osnovni cilj rada može se definisati kao istraživanje mogućnosti proširenja i unapređenja sistema poslovne inteligencije, pre svega primenom programskog paketa *R* i otkrivanja zakonitosti u podacima za potrebe brojnih analiza i upotrebe rezultata u cilju donošenja pravovremenih i ispravnih odluka.

Poseban cilj rada je praktična implementacija dobijenog novog i objedinjenog pristupa u cilju korišćenja istog u svrhu predikcije budućih stanja i postizanja optimalnih parametara rada u različitim situacijama kod donošenja poslovnih odluka.

3. POSLOVNA INTELIGENCIJA

Izraz poslovna inteligencija prvi put je upotrebljen 1996. godine kako bi označio kategoriju sredstava analize podatka, postavljanja upita, izveštavanja, koji korisniku u poslovnim procesima mogu pomoći da iz ogromne količine podataka sintetizuju vredne informacije na kojima će zasnivati svoje poslovne odluke.

Fenomen poslovne inteligencije može se posmatrati sa dva aspekta - makro i mikro aspekta. Posmatrana sa makro aspekta, poslovna inteligencija označava složenu agregiranu kategoriju, koja se stvara sistematskim, ali ne ciljanim prikupljanjem podataka o makro ekonomskim kretanjima u određenoj geopolitičkoj sredini. Ona, takođe, podrazumeva njihovo organizovanje i strukturirano beleženje, kao i logičko-računsku obradu radi otkrivanja trendova. Danas posebnu pažnju inženjera znanja sve više pobuđuje fenomen poslovne inteligencije posmatran sa mikro aspekta. U ovom slučaju se radi o otkrivanju prikrivenih znanja iz poslovnih podataka, koje neka organizacija prikuplja rutinski, obavljajući svoje svakodnevne poslovne transakcije.

Poslovna inteligencija je relativno mlad pojam za koga postoji više definicija, ali svaka se svodi na to da je poslovna inteligencija proces prikupljanja podataka, pretvaranje tih podataka u informacije koje su korisne za donošenje važnih odluka. Poslovna inteligencija kao termin se najčešće koristi za označavanje računarske podrške odlučivanju. Sistem poslovne inteligencije je deo informacionog sistema organizacije namenski razvijen da podrži upravljanje. Upravljanje zahteva sveobuhvatan i blagovremen uvid u pokazatelje funkcionisanja organizacije kako bi donošene odluke bile pouzdane i precizne. Prema savremenim teorijama ovaj uvid treba da omogući što većem broju zaposlenih od kojih se, kada ga dobiju, može očekivati i veća efikasnost i odgovornost za ostvarene rezultate. Tehnike poslovne inteligencije (*data warehousing, reporting, OLAP, data mining, dashboards i dr.*) ekstrahuju podatke iz postojećeg informacionog sistema i transformišu ih u oblik pogodan za odlučivanje. Implementacija *BI* tehnika povećava upotrebnu vrednost postojećeg informacionog sistema organizacije, usled čega je interesovanje za sisteme poslovne inteligencije veliko i još uvek raste.

Pošto ne postoji univerzalna definicija pojma poslovna inteligencija, različiti autori ga definišu na različite načine. Jedna od najčešće korišćenih i opštijih definicija je sledeća: "Poslovna inteligencija je takvo korišćenje podataka koje vodi ka donošenju boljih poslovnih odluka. Ono se odnosi na pristup, analizu i otkrivanje novih mogućnosti".

4. MOGUĆNOST PRIMENE PROGRAMSKOG PAKETA *R*

Poslednjih godina je u svetu istraživanja došlo je do promena, i sada se najčešće za statistička istraživanja koriste programski paketi otvorenog koda, uglavnom *R*. *R* postepeno postaje dominantna platforma za kompanije koje nisu u mogućnosti da izdvoje previše na softver. *R* ima ogromnu zajednicu entuzijasta koji stalno razvijaju najnovija dostignuća u oblasti statistike i rudarenja podataka, bez ikakvih troškova za krajnjeg korisnika. Ono što je problem pri ovakvom pristupu su izvori podataka, jer *R* nije u mogućnosti da skladišti velike količine podataka, već je pogodan samo za njihovu analizu, dok se oni uglavnom nalaze na drugim platformama.

Svaka analiza stvarnih podataka uključuje manipulaciju podacima, vizualizacija i modeliranje. Vizualizacija i modeliranje su komplementarni. Vizualizacije će nam pomoći da poboljšamo nejasna pitanja i oslanja se na ljudsku interpretaciju. Modeli su mnogo bolji i omogućavaju složenije računanje, ali su ograničeni svojim pretpostavkama. Programski paket *R*, veoma je pogodan za ovakvu vrstu analize i prezentovanja rezultata, na korisniku razumljiv način.

Krajnji proizvod analize nije model, već je to retorika. Analiza je besmislena ukoliko ne ubedi nekoga da preduzme akciju. U poslovanju, to obično znači ubediti više rukovodioce koji imaju malo statističkog znanja, pri donošenju neke odluke.

5. PREGLED STANJA U OBLASTI ISTRAŽIVANJA

U radu *Data processing languages for business intelligence. SQL vs. R* [3] Marin Fotache izvršio je komparativnu analizu danas dva najznačajnija programska alata u oblasti obrade podataka *SQL* i *R*. Istraživanje pokazuje da se od 3000 anketiranih programera najveći deo odlučio za *R* alat, kao najprihvatljiviji u oblasti analize podataka. On ne gleda ova dva alata kao suparnike, već kao partnere u obradi i analizi velike količine podataka. Glavni nedostatak *SQL*-a je direktna posedica njegove zrelosti, popularnosti i rasprostranjenosti. *SQL* standard je teško ažurirati. Proces traje godinama. Nasuprot tome, jedna je od najvećih snaga *R* je njegova dinamika i entuzijazam *R* zajednice. Ono što je prednost *SQL*-a je njegova procesorska snaga u obradi velike količine podataka, i *R* trenutno ne može da se takmiči sa *SQL*-om u tom pogledu. Stvari se menjaju nabolje, uvođenjem *tidyr* i *dplyr* paketa. Podaci obrađeni uz pomoć *SQL*-a zajedno ili uz pomoć *R*, lako se mogu analizirati, i vizuelizovati. To je glavna prednost *R*. Uz pomoć *R* mogu se kreirati i razne aplikacije(*Shiny*), za šta *SQL* nema mogućnosti.

U radu pod nazivom *A Review Study on Big Data Anaylsis Using R Studio*, Ansul Jatain i Ait Ranjan [4] definišu *R* kao programski alat za izradu statističkih modela, analizu podataka i predviđanje budućih stanja. Međutim, imajući u vidu ogromne količine podataka koji se svakodnevno generišu i moraju se obraditi i analizirati, mnoge organizacije ostaju suzdržane oko uvođenja *R* za analizu poslovnih podataka.

U radu *Big Data Analysis with Revolution R Enterprise* [5] autora Joseph Rickerta kao glavno ograničenje programskog paketa *R* vezuje za memoriju. Svi podaci koji se koriste u kalkulacijama - vektori, matrice, liste i tako dalje - moraju da se čuvaju u memoriji. Čak i za moderne računare sa 64-bitnim adresnim prostorima i ogromnim količinama *RAM* memorije, obrada velike količine podataka može predstavljati značajan izazov. Problem nije samo kapacitet, to jest, aplikacije mogu biti u stanju da prihvatite podatke u memoriji za analizu, međutim treba razmatrati i performance, koje su takođe primarne. Ukoliko se npr., analiza podataka ne završi preko noći, a neophodna je za analizu ujutru, to je svakako maltene isto, kao da podaci i nisu ni obrađeni, jer ostajemo bez krovne informacije.

U radu pod nazivom *Challenges of teaching data science in a business school* [6], Wang Jianfeng i Linwu Gu, daju prednost i preporučuju programskom paket *R* u odnosu na *Pyton* i *Excel*. U istraživanju je potvrđena predpostavka da *R* obrađuje podatke mnogo brže nego *Excel* kada su datoteke podataka veće od 1 MB. Autori navode da *R* može da obrađuje i malo veće datoteke podataka na efikasan način. *R* koji je stvoren za statističku obradu, vrlo je pogodan za rad sa vektorima i matricama. Bogate funkcije koje poseduje *R* dostupne su

za obradu nedostajućih vrednosti, transformaciju podataka i za kreiranje podskupova podataka koje zahteva analiza. Za donosioce odluka *R* paketi rade više kao crna kutija u obradi, čime se predlaže dalje unapređenje poslovnoj inteligenciji u pravcu kreiranja aplikacije gde bi korisnici mogli samostalno, bez pomoći programera da obrađuju podatke i donose odluke.

Autori Fotache Marin i Strimbei Catalin u svom radu pod nazivom *SQL and data analysis. Some implications for data analysits and higher education* [7] upravljanje velikim podacima vide kroz bavljenje trima vrstama operacija: prikupljanje podataka, čuvanje podataka i obrada podataka. Shodno tome, ključni činioci za analizu velike količine podatke su baze podataka i statistički paketi. Navode da postoji velika ponuda statističkih paketa posvećenih analizi podataka. Neki od njih su komercijalni i oni uglavnom pružaju širok spektar statističkih funkcija i opcija sa veoma prilagodljivim interfejsima za običnog korisnika koji nije programer. Međutim, ovi programski paketi su takođe poznati po svojim troškovima. Mala i srednja preduzeća ne mogu sebi priuštiti da troše ponekad hiljade dolara za ne tako veliki broj licenci. Naravno cene i sistemi licenciranja se razlikuju, ali iz iskustva cena je i dalje najčešća prepreka njihovoj upotrebi.

U svom radu *Data science: how is it different to statistics ?* [8] Hadley Wickham navodi da je u poslednje vreme uložen veliki napor oko unapređenja uloge statistike u nauci o podacima. Veruje da je statistika ključni deo nauke o podacima, ali u isto vreme, većina statističkih oblasti su u velikoj opasnosti da postanu irelevantne. Smatra da postoje tri glavna koraka u radu sa podacima: prikupljanje podatke (i pitanja), analiza (koristeći vizualizaciju i modele), a zatim predstavljanje rezultata. Retko je da se taj proces odvija u jednom smeru: često će analiza otkriti da su nam potrebni novi ili različiti podaci ili kada predstavljamo rezultate možemo otkriti nedostatak u modelu. Kada se podaci prikupe, potrebno ih je urediti (ili normalizovati) u format u kome se mogu analizirati. Organizovanje podataka u pravi "oblik" je neophodno za dobru analizu podataka, jer ako su podaci u pogrešnom obliku, većinu svog vremena ćemo potrošiti na ispitivanje adektatnih funkcija i procedura u svojim alatima, a ne na ispitivanje podataka.

Kako Kimball & Ross navode [9], skladišta podataka su dizajnirana specijalno da olakšaju proces odlučivanja, kao takva predstavljaju podršku odlučivanju, a ne automatizaciju odlučivanja, i moraju biti projektovana da brzo odgovore na promenljive zahteve donosioca odluke. Uključivanjem skladišta podataka u proces odlučivanja može se uticati na povećanje efikasnosti ovog procesa, pa oni ističu sledeće prednosti korišćenja skladišta podataka:

- Povećanje pojedinačne efikasnosti u smislu boljeg upravljanja podacima i skraćivanja vremena potrebnog za izvršenje zadatka. Rezultat je povećanje konzistentnosti, kao i ušteda vremena,
- Ekspeditivnost u rešavanju problema. Skladišta podataka omogućavaju brze preokrete u pretraživanju informacija relevantnih za donošenje odluke, obezbeđuju konzistentnost i tačnost tj. obezbeđuju napredniji način sagledavanja i rešavanja problema. Korisnici skladišta podataka mogu neposredno dobiti odgovore na nerutinska pitanja i sagledati više alternativa istovremeno.
- Olakšavaju međusobne komunikacije. Čak i u svetu uspešnih menaxera postoje ljudi koji nisu dovoljno tehnički obrazovani, a imaju potrebu za informacijama. Skladišta podataka obezbeđuju im dobijanje odgovora na upite, i bez poznavanja programiranja.

Primenom programskog paketa *R*, otvara se mogućnost za unapređenje sistema poslovne inteligencije, koja se oslanja na skladišta podataka, naročito u pogledu vizuelizacije. Ideja rada je da se korišćenjem programskog paketa *R*, unapredi sistem poslovne inteligencije, uz prilagođavanje i prezentovanje, već skladištenih i transformisanih podataka iz nekog *SUBP*-a.

6. PORTAL OTORENIH PODATAKA

Trend razvoja Republike Srbije prati poređenje i praćenje najboljih i najnaprednijih zemalja u svim oblastima, pa tako i u saobraćaju. Iz tih razloga, potrebno je strateški delovati kako bi se aktivirao sistem bezbednosti saobraćaja u Republici Srbiji. Republika Srbija je počela da otvara svoje podatke, a nadležna institucija koja je zadužena za uvođenje otvorenih podataka (*engl. open data*) je Kancelarija za informacione tehnologije i elektronsku upravu u okviru Direkcije za elektronsku upravu.

Otvoreni podaci su digitalni podaci, dostupni javnosti. Imaju takve tehničke i pravne karakteristike da svako, u svakom trenutku i svuda može da ih koristi, ponovo koristi i preraspodeljuje. Otvoreni podaci mogu da pomognu vladama, građanima i organizacijama da postignu bolje rezultate na polju javnih usluga.

Skupovi podataka na potralu otvorenih podataka dati su u .CSV format, koji je izuzetno pogodan za transformaciju, sažimanje i analizu, a takođe je dostupan za konverziju u mnoge druge formate, pogodne za analizu podataka.

U objavljenom dokumentu o broju saobraćajnih nezgoda, koje su se desile na teritoriji grada Beograda u 2018. godini, nalazi se sedam promenljivih (varijabli), odnosno kolona. Nazivi kolona definisani su sledećom tabelom.

Tabela 1. Nazivi i objašnjenje promenljivih koje se nalaze u skupu otvorenih podataka korišćenog u istraživanju

Redni broj	Naziv promenljive	Objašnjenje
1.	NEZG_ID	Identifikacioni broj saobraćajne nezgode
2.	VREME_NEZ	Datum i vreme saobraćajne nezgode

3.	VRSTA_NEZ	Vrsta saobraćajne nezgode
4.	NAZIV_TIP	Naziv i tip saobraćajne nezgode
5.	NAZIV_DET	Detaljniji opis saobraćajne nezgode
6.	WGS_X	X koordinata WGS (engl. World Geodetic System) ili Geografska dužina
7.	WGS_Y	koordinata WGS (engl. World Geodetic System) ili Geografska širina

NEZG_ID - Identifikacioni broj saobraćajne nezgode, koji je predstavljen kao broj od sedam cifara.

VREME_NEZ - Datum i vreme saobraćajne nezgode je dato u formatu dd.mm.yyyy, hh:mm (dan.- mesec.godina, čas:minut). Iz datih podataka, može se zaključiti da su u bazi dostupni kompletni podaci za svih dvanaest meseci 2018. godine.

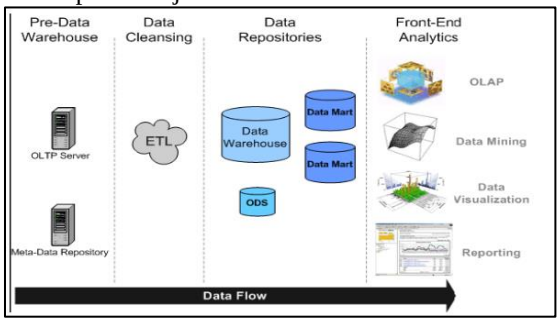
VRSTA_NEZ - Vrsta saobraćajne nezgode se deli na: 1) saobraćajne nezgode sa materijalnom štetom; 2) saobraćajne nezgode sa povređenim licima; 3) saobraćajne nezgode sa poginulim licima.

NAZIV_TIP - Naziv i tip saobraćajne nezgode se deli na: 1) saobraćajne nezgode sa jednim vozilom; 2) saobraćajne nezgode sa najmanje dva vozila (bez skretanja); 3) saobraćajne nezgode sa najmanje dva vozila (skretanje ili prelaz); 4) saobraćajne nezgode sa parkiranim vozilima; 5) saobraćajne nezgode sa pešacima.

NAZIV_DET - Detaljniji opis saobraćajne nezgode sadrži 68 događaja: 1) saobraćajne nezgode sa jednim vozilom (11 događaja); 2) saobraćajne nezgode sa najmanje dva vozila (bez skretanja) (9 događaja); 3) saobraćajne nezgode sa najmanje dva vozila (skretanje ili prelaz) (18 događaja); 4) saobraćajne nezgode sa parkiranim vozilima (5 događaja); 5) saobraćajne nezgode sa pešacima (25 događaja).

7. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

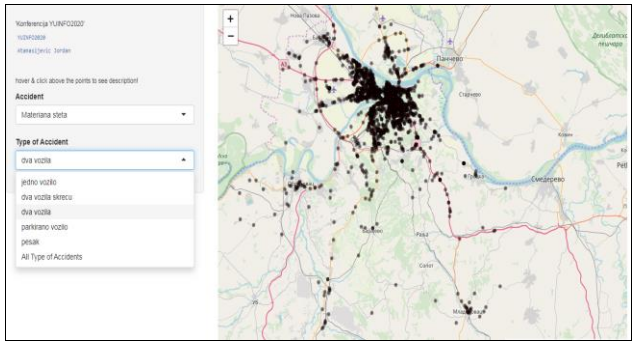
U radu je korišćen *Shiny*, paket iz programskog paketa *R* koji omogućava pravljenje interaktivnih web aplikacija direktno kroz *R* na izuzezno jednostavan način. Podaci koji su korišćeni, predhodno su učitani, transformisani i skladištemi u *SQL Server 2016 DBMS*. Tok obrade podataka prikazan je na slici 1.



Slika 1. Tok obrade podataka i vizuelizacije podataka

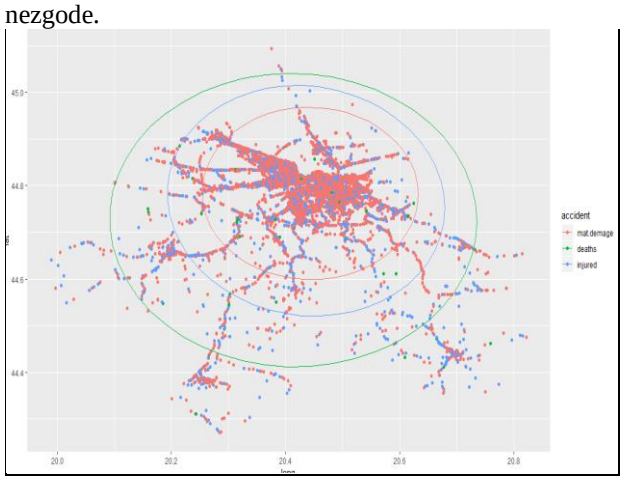
Paket *Shiny* nam, u suštini, pruža mogućnost da koristeći samo *R*, napravimo grafički interfejs (u vidu web aplikacije) za analize koje vršimo kroz *R*. Rezultat toga mogu biti vrlo upečatljivo prezentovani rezultati nekih analiza podataka, kao što se može videti u nastavku rada.

Takođe, često imamo neke procedure koje iznova ponavljamo radeći u *R*-u, koje bismo možda želeli da automatizujemo na neki način. To se lepo rešava koristeći *Shiny*, budući da možemo napraviti grafički interfejs za te procedure, tako da nam bude dovoljno samo da zadamo neophodne ulaze, a izlaz se sam pojavi na ekranu.
Na slici 2, prikazan je izgled grafičkog prikaza saobraćajnih nezgoda na teritoriji grada Beograda u toku 2018. godine, po više kriterijuma, koji se mogu birati, a dobijanje izveštaja je realizovanoje kroz mogućnost dinamičkog biranja parametara.



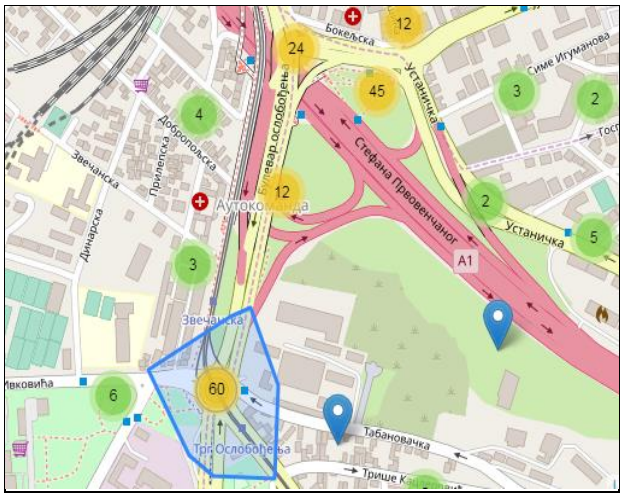
Slika 2. Grafički prikaz saobraćajnih nezgoda na teritoriji grada Beograda, na osnovu izabranih kriterijuma

Na slici 3. prikazan je izgled grafičkog izveštaja, sa prikazom kritičnih zona, po kriterijumu vrsta saobraćajne nezgode.



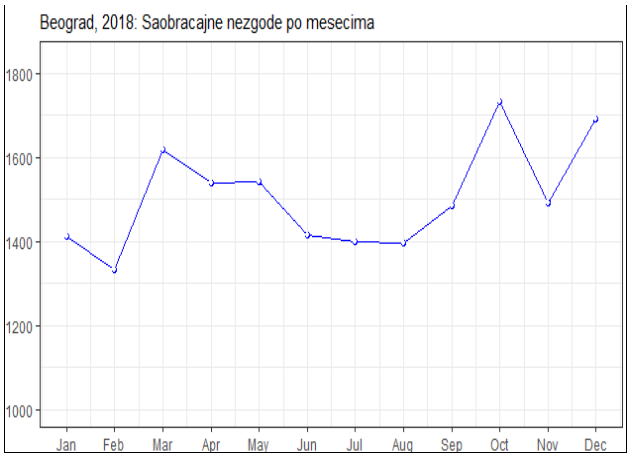
Slika 3. Grafički prikaz saobraćajnih nezgoda na teritoriji grada Beograda, prema kritičnim zonama, na osnovu kriterijuma vrsta nesreće

Detaljnom analizom određenih delova grada mogu se detaljno analizirati sve vrste saobraćajnih nezgoda sa opisom područja na kome su se dogodile, što je prikazano na slici 4.

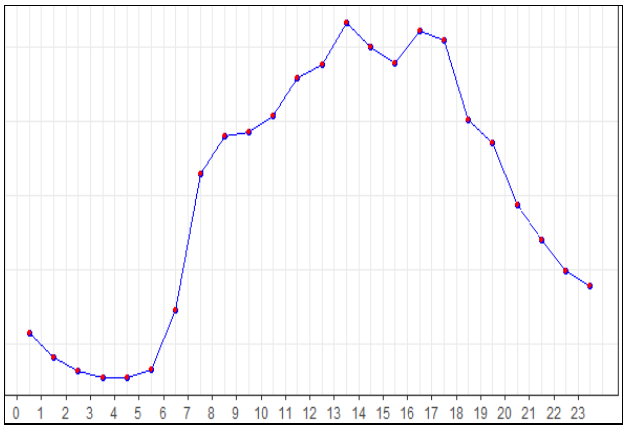


Slika 4. Grafički prikaz saobraćajnih nezgoda na teritoriji grada Beograda, prema području na kome su se dogodile

Takođe, analizom se mogu grafički prikazati podaci o saobraćajnim nezgodama, po mesecima, danima, satima i sl. Izgled pomenutih grafičkih prikaza, dat je na slikama 5 i 6.

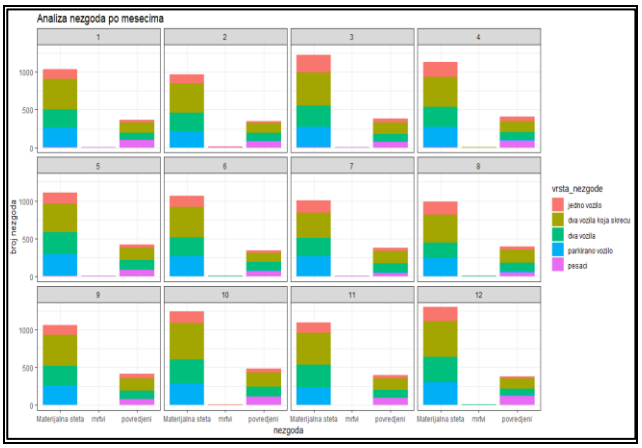


Slika 5. Grafički prikaz broja saobraćajnih nezgoda na teritoriji grada Beograda, po mesecima za 2018. godinu



Slika 6. Grafički prikaz broja saobraćajnih nezgoda na teritoriji grada Beograda, po satima za 2018. godinu

Na slici 7 dat je grafički prikaz analize saobraćajnih nezgoda po mesecima, po vrsti saobraćajne nezgode i tipu saobraćajne nezgode.



Slika 7. Grafički prikaz analize saobraćajnih nezgoda po mesecima, po vrsti saobraćajne nezgode i tipu saobraćajne nezgode

6. ZAKLJUČAK

U radu je analizirano trenutno stanje u području istraživanja, korišćenjem objavljenih radova u prethodnom periodu koji su fokusirani u potpunosti ili delom na elemente korišćenja programskog paketa *R*.

Pri izradi i razvoju sistema poslovne inteligencije analizira se da li on olakšava rad krajnjim korisnicima, da li su podaci koji se koriste skupi i može li im se lako pristupiti, da li su informacije koje generiše skupe, da li su podaci lako dostupni i sl.

Pritom se ne sme zanemariti šta je zapravo krajnjem korisniku neophodno. Krajnji korisnik želi korišćenje "svežih" informacija, u bilo koje vreme, sa bilo koje lokacije, a da se sve to uz minimalne napore integriše u postojeći sistem. Takođe, krajnji korisnik želi jedinstven i integrisan izvor podataka, da samostalno pravi izveštaje i da ima jednostavan alat za podršku odlučivanju.

Jedan od glavnih uzroka nedovoljne uspešnosti uvođenja sistema poslovne inteligencije je ljudski faktor, tj. sposobnost krajnjih korisnika da se menjaju i prilagođavaju promenama koje donosi nova tehnologija. Iako postoje brojne metode planiranja, analiza, projektovanja, izgradnje, korišćenja i održavanja sistema poslovne inteligencije, one još ne daju pozitivne rezultate. Neophodno je pronaći načine i metode na koji način promeniti ustaljeni način rada, i sa vođenja evidencija i pisanja izveštaja u formalizovanom obliku (sveske, izveštaji,...) preći na vođenje podataka u elektronskom obliku.

Da bi se ova problematika rešila, neophodni su pozitivni stavovi ljudi iz upravljačkih struktura sistema, zatim prihvatanje novih sistema od strane krajnjih korisnika i profesionalnost, tj. poznavanje te tehnologije i mogućnost njene primene. U radu je predložena primena programskog paketa *R* u cilju unapređenja sistema poslovne inteligencije, kada su podaci predhodno učitani, transformisani i skladišteni u nekom od *DBMS*.

LITERATURA

[1] Kimball, R., Ross, M., Thornthwaite, W., Mundy, J., & Becker, B. (2008). *The data warehouse lifecycle toolkit*. John Wiley & Sons.

[2] Portal otvorenih podataka Republike Srbije [Internet]. [citirano 04.11.2019] Dostupno na: https://data.gov.rs/sr/datasets/

[3] Fotache, M. (2016). Data processing languages for business intelligence. SQL vs. R. Informatica Economica, 20(1), 48.

[4] Jatain, A., & Ranja, A. (2017). A Review Study on Big Data Anaylsis Using R Studio. International Journal of Computer Science and Mobile Computing, 6(6), 8-13.

[5] Joseph Rickert, "Big Data Analysis with Revolution R Enterprise", 2011

[6] Wang, J., & Gu, L. (2016). Challenges of teaching data science in a business school. Issues in Information Systems, 17(3).

[7] Fotache, M., & Strimbei, C. (2015). SQL and data analysis. Some implications for data analysits and higher education. Procedia Economics and Finance, 20, 243-251.

[8] Wickham, H. (2019). Data science: how is it different to statistics?. IMS Bulletin, 48.

[9] Kimball, R., & Ross, M. (2016). Dimension Table Core Concepts. The Kimball Group Reader: Relentlessly Practical Tools for Data Warehousing and Business Intelligence, 327-384.

IMPROVING TECHNOLOGY ENHANCED LEARNING AS A PREREQUISITE FOR SUSTAINABLE EDUCATION

Sonja D. Radenković, Ana Kovačević

University of Belgrade, Belgrade, Serbia
sonjafon@gmail.com, fikana@gmail.com

Abstract: In the area of information and communication technologies (ICT), technology enhanced learning (TEL) is all around us. Information is accessible for everyone through the different software platforms, but the challenge is to find the data that can enhance the competences, as well as improve the education. Having in mind rapid changes that takes place in the globalising world, technology enhanced learning systems have to support the sustainable education, as the concept that involves active academic participation to create economic, social and environmental programs improving life standards, generating empowerment and respecting interdependence. This paper presents both advantages and disadvantages of current TEL systems, suggesting the approaches for improving them in order to create sustainable education that will meet the demands of the future world.

Keywords: sustainable education, technology enhanced learning, collaborative learning

1. INTRODUCTION

The term technology-enhanced learning (TEL) describes the using of technology to teaching and learning. It can be defined as any technology that enhances the learning experience. In a recent years TEL is taking over education in the different types of educational software. There are various forms of TEL software, such as massive open online courses (Ardavani, S. 2019), learning management systems (Watston, W. and Watson, S. 2007), virtual learning environments (Alves, P., et al., 2017), collaborative learning environments (Chandra, R., 2015), gamification (Nacke & Deterding, 2017), smart learning environments (Spector, J., M., 2016). On the other hand, technology enhanced learning can serve as the debate on education, starting from pre-school (Brito, R and Dias, P, 2018, Stephen, C. and Edwards, S., 2018, Livingstone, S. et. Al., 2015, Jukes, I. and Dosaj, A., 2019) to higher education (HE) (Daniela, L et al., 2018, Daniela, L et al., 2017, Aranguiz, M.S B. and Quintan, M.G. B., 2016), as well as supportive educational tool enhancing the skills acquisition process, especially as regards critical thinking, civic engagement, and overall with empowering individuals to seize opportunities and exploit their potential (Molina-Carmona, R. Et al., 2018, Visvizi, A et al., 2018). In recent years, rapid changes in technology have changed the learning behaviour of learners. They are focusing on informal learning, since there is a growing gap of prior knowledge among students in classrooms and a mismatch between individual career choices and the development of the work force (Kinshuk, at al., 2016). The problem is how to improve the quality of education by using the current technology enhanced systems. The point is to reduce the time for learning how to use the technology and increase the time for learning how to acquire the competences. This paper presents the advantages and disadvantages of current TEL systems, focusing on suggestions for improving them in order to catch sustainable education environment.

This paper is organised as follows. The following section presents a short evolution of technology-enhanced learning. The third section describes the process of moving from formal to informal learning. The fourth section shows the current trends in the technology-enhanced learning systems. The last section is the discussion showing the key points for improving technology-enhanced kearning systems in order to achieve sustainable education.

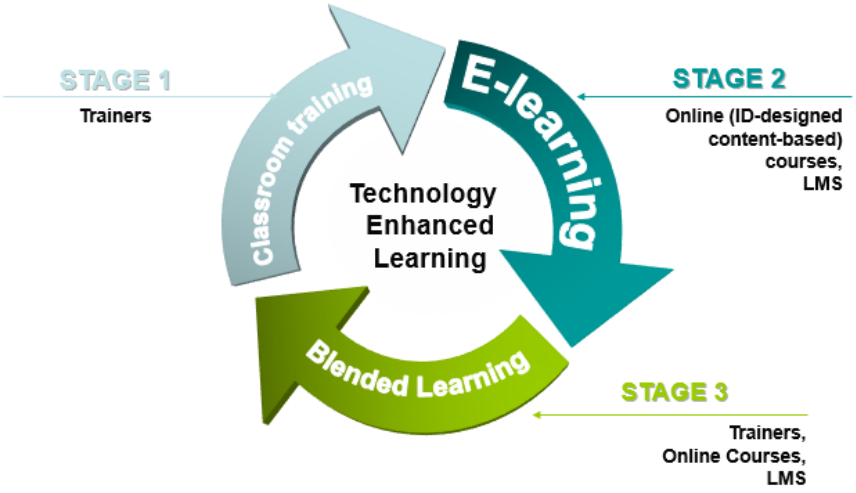
2. EVOLUTION OF TECHNOLOGY-ENHANCED LEARNING

There are several identified stages in the history of technology-enhanced learning (Westera, 2009), as it shown in Figure 1.

2.1. Traditional technology-enhanced learning

The first phase of technology-enhanced learning systems is so-called traditional technology-enhanced learning, where the people get out of their daily activities in order to be trained in the separate rooms, which were similar to the school classrooms. In fact, it is this model of training that is normally held up as the benchmark for all other types learning. One of the distinct advantages of classroom training is that it is a social experience, where participants can learn together with colleagues and in the presence of a trainer or instructor. However, there are a number of inherent disadvantages with this type of technology-enhanced learning. This includes the fact that everyone has to be in the classroom at the same time and has to proceed at the same pace, and for many people, all too often, a training event of this kind is often considered to be a "holiday" from the daily activities. Working and learning in many cases are considered quite separate activities.

Figure 1. Stages in the TEL history



2.2. E-learning Systems

Although classroom training continues in many organizations, others have moved into the next stage of technology-enhanced learning, where technology-based training, i.e. eLearning, has automated this process. The beginning of these systems take us back to the early use of technology to support learning, more specifically, to use training films, TVs and videotapes. By using the PCs in the everyday activities, the process of eLearning appeared in an interactive, multimedia computer-based training delivered on CDs or discs. But, the real eLearning systems evolved with the birth of the World Wide Web, since it was first used to deliver learning globally.

Most of the early technology-enhanced online learning activity occurred in universities where access to the Internet was more prevalent. However, the companies had begun to see the value of online learning as a means of delivering training at low cost. At the peak of the dot com boom at the beginning of twenty first century, there was very big interest in everything "e-" and the term "e-learning" was also coined around this time. The great benefits of e-learning, promoted at that time, were that we no longer needed to spend long periods travelling to a location to attend a training workshop or course; we could now have access to learning when we wanted it, at the time we wanted it – day or night, at home or work. The solution is a learning Management System (LMS) representing an integrated system that supports learners and teachers to create, use, manage and track the learning needs through software.

Also, this meant that learning could be carried out at its own pace, where no one would tell us when we needed to do something and how much we had to do. The main disadvantage of this kind of learning was the lack of social interaction. On the one hand, managers have seen that online courses did not seem to live up to their promises as people were leaving online courses without completing them. Large-scale investments in learning management systems have not paid off. On the other hand, for employees eLearning was often considered inferior to traditional classroom learning. Many required the teacher, like other students, to add value to the process so that working through online courses was not sufficient, although it was well designed and developed. Because of that new training approaches have emerged to address these issues, and in particular the need for social interaction.

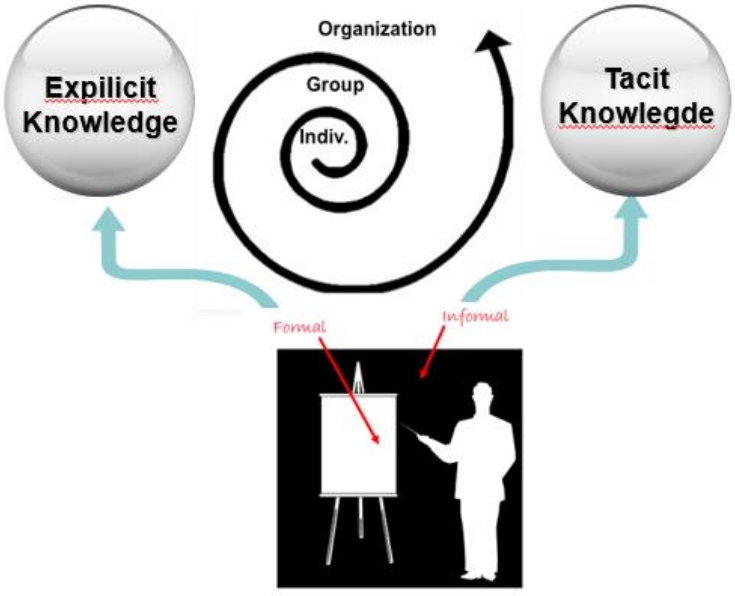
2.3. Blended Learning

Blended learning mixes face-to-face (f2f) learning (workshops etc) with online elements to create a blend of the two. In situations where face-to-face learning was not possible, that is where students were distributed in various parts of the country or world, systems and tools began to be used to allow remote learners to come together online, at the same time, with a tutor who led a learning session. This is often referred to as "live e-learning" or "synchronous learning" or even "real time learning", to differentiate it from asynchronous or self-paced learning. However, one major influence on our understanding of technology-enhanced learning is the increasing realization that informal learning is a key component that has long been overlooked.

3. MOVING FROM FORMAL TO INFORMAL LEARNING

The modern organization is aware that the learning is done in many ways independently of the formal courses people take. The outcome of formal learning is the explicit knowledge. However, it is very important for the organisation to support informal learning (Figure 2) that is given from the experience of learners and employees and it presents their tacit knowledge. This type of knowledge has to be gathered by using the technology-enhanced learning systems. In that way the individual knowledge transforms to group and organisational knowledge, increasing the intellectual capital in the company.

Figure 2. Formal v. Informal Learning



4. TRENDS IN TECNOLOGY ENHANCED LEARNING

The best way to get informal learning by transformation the individual knowledge into the group and organisational knowledge is collaborative learning environment. It is an educational approach that involves groups of learners working together to solve a problem, complete a task, or create a product. According to Gerlach, "Collaborative learning is based on the idea that learning is a naturally social act in which the participants talk among themselves (Gerlach, 1994). It is through the talk that learning

occurs." In recent years, with advancements in learning technologies, along with the ways information and communication technology (ICT) we can see the transformation of technology-enhanced learning from collaborative learning environments to smart learning systems (Hwang 2014). In such a situation, TEL stays a key consideration in the current revolutionizing of education and learning processes (Hwang 2014; Price 2015), which implies that a fundamental change of traditional schooling is required.

5. DISCUSSION

Modern technology-enhanced learning has to be more than simple application of technology. It has to enable the fusion of technology and pedagogy in order to create an ecosystem that involves active participation of teachers, parents and others in the learners' learning process. They also provide real-time and ongoing evidence of changes in knowledge, instilling skills which are seamlessly transferred to learners as they move from one learning context to another (Kinshuk 2016). The role of educators, prepared, committed and willing to use different technologies to scaffold learning, is at the heart of the educational process. In the process of achieving sustainable education the technology-enhanced learning (TEL) could respond to the needs of the new knowledge society and transform learning (Chan et al. 2006). In other words, TEL have to be a tool that facilitate higher order learners' higher order thinking activities (Lee, J. and Choi, H., 2017, Tlhoaele, M et al., 2016) in achieving sustainable development goals in which the education is driving force behind them.

6. REFERENCES

Ardavani, S. (2019), How MOOCs can Develop Teacher Cognition: The Case of in-Service English Language Teachers, European Journal of Open, Distance and e-Learning – Vol. 22 / No. 2, ISSN 1027-5207

Alves, P., Miranda, L., Morais, C. et al. (2017), The Influence of Virtual Learning Environments in Students' Performance Universal Journal of Educational Research 5(3): 517-527, 2017

Basso Aranguiz, M.S and Badilla Quintan, M.G. (2016), ICT Resources to Improve Learning in Higher Education. Int. J. Knowl. Soc. Res. 2016, 7, 1–11.

Brito, R and Dias, P (2018),. Digital Technologies in Kindergarten: Paths of Kindergarten Teachers and Potentialities for Children. In Learning Strategies and Constructionism in Modern Education Settings; Daniela, L., Lytras, M., Eds.; IGI Global: Hershey, PA, USA, 2018; pp. 114–130.

Chan T.. W., Roschelle J., Hsi S., Kinshuk, Sharples M., Brown T., Patton C., Cherniavsky J., Pea R., Norris C., Soloway E., Balacheff N., Scardamalia M., Dillenbour P., Looi C.-K., Milrad M., Hoppe U., & G1:1 Members (2006). One-to-one technology-enhanced learning: an opportunity for global research collaboration. Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 1(1), 3–29.

Chandra, R., (2015), Collaborative Learning for Educational Achievement, IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME) ISSN: 2320–737X Volume 5, Issue 2 Ver. III (Mar - Apr. 2015

Daniela, L.; Strods, R.; Kalnina, D. et al, (2018) Technology-Enhanced Learning (TEL) in Higher Education: Where are we now? In Knowledge-Intensive Economies and Opportunities for Social, Organizational, and Technological Growth; Lytras, M., Daniela, L., Visvizi, A., Eds.; IGI Global: Hershey, PA, USA, 2018; pp. 23–36.

Daniela, L.; Kalnin, a, D.; Strods, R et al., (2017). An Overview on Effectiveness of Technology-Enhanced Learning (TEL). Int. J. Knowl. Soc. Res. 2017, 8, 79–91.

Gerlach, J. M. (1994). "Is this collaboration?" In Bosworth, K. and Hamilton, S. J. (Eds.), Collaborative Learning: Underlying Processes and Effective Techniques, New Directions for Teaching and Learning No. 59.

Hwang, G.-J. (2014). Definition, framework and research issues of smart learning environments - a contextaware ubiquitous learning perspective. Smart Learning Environments, 1(1), 4.

Jukes, I. and Dosaj, A. (2019) Digital Kids, Learning in the New Digital Landscape. 2004. Available online: http://jayneturner.pbworks.com/w/file/fetch/28960161/growingupdigit.pdf (accessed on 12 October 2019).

Kinshuk (2016). Designing adaptive and personalized learning environments (p. eISBN: 978–1-315-79549-2). New York, NY: Routledge.

Lee, J. and Choi, H, (2017). What affects learner's higher-order thinking in technology-enhanced learning environments? The effects of learner factors. Comput. Educ. 2017, 115, 143–152

Livingstone, S.; Cagiltay, K.; Olafsson, K et al. (2015). EU Kids Online II Dataset: A Cross-National Study of Children's Use of the Internet and its Associated Opportunities and Risks. Br. J. Educ. Technol. 2015, 46, 988–992.

Molina-Carmona, R.; Pertegal-Felices, M.L.; Jimeno-Morenilla, A.; Mora-Mora, H. et al. (2018) 'Assessing the impact of Virtual Reality on engineering students' spatial ability'. In The Future of Innovation and Technology in Education: Policies and Practices for Teaching and Learning Excellence; Visvizi, A., Lytras, M., Daniela, L., Eds.; Emerald Publishing: Bingley, UK, 2018.

Nacke, L. and Deterding, S., (2017), The maturing of gamification research , Computers in Human Behavior, Volume 71, June 2017, Pages 450-454

Price, J. K. (2015). Transforming learning for the smart learning environment: lessons learned from the Intel education initiatives. Smart Learning Environments, 2(1), 16.

Spector, J., M., (2016), Smart Learning Environments: Concepts and Issues In Proceedings of SITE 2016 - Savannah, GA, United States, March 21-26, 2016

Stephen, C. and Edwards, S., (2018). Young Children Playing and Learning in a Digital Age. A Cultural and Critical Perspective; Routledge: London, UK; New York, NY, USA, 2018.

Tlhoaele, M.; Suhre, C.; Hofman, A. et al. (2016) Using technology-enhanced, cooperative, group-project learning for student comprehension and academic performance. Eur. J. Eng. Educ. 2016, 41, 263–278

Visvizi, A.; Lytras, M.; Daniela, L. et al. (2018) Education, innovation and the prospect of sustainable growth and development. In The Future of Innovation and Technology in Education: Policies and Practices for Teaching and Learning Excellence; Visvizi, A., Lytras, M., Daniela, L., Eds.; Emerald Publishing: Bingley, UK, 2018.

Westera, W., (2009), History and Future of Technology-Enhanced Learning, Serdica Journal of Computing 4 (2010), pp. 159–182, January 2009

Watston, W. and Watson, S. (2007), An Argument for Clarity: What are Learning Management Systems, What are They Not, and What Should They Become, TechTrends March/April 2007 Volume 51, Number 2

APLIKACIJA ZA ANALIZU I AŽURIRANJE BAZE PODATAKA O KATASTARSKIM PARCELAMA DATIM NA KORISCENJE JP SRBIJASUME
APPLICATION FOR ANALYSIS AND UPDATING THE DATABASE ON CADASTRAL PARCELS GIVEN TO THE PE SRBIJASUME FOR MANAGEMENT

Nenad Marković[1], dipl. inž šum., dr Bratislav Kisin[1], Mirjana Stingić[1], dipl. inž. šum.
JP Srbijašume[1]

Sadržaj – *U ovom radu je prikazana baza podataka o parcelama datim na korišćenje Javnom Preduzeću Srbijašume i aplikacija za praćenje, analizu i ažuriranje ovih podataka.*

Abstract - *This document presents the application for monitoring, analysis and updating the database on cadastral parcels given to tthe Public Enterprise Srbijasume for management* **.**

1. UVOD

Javno preduzeće za gazdovanje šumama „Srbijašume“, gazduje šumama i šumskim zemljištem u vlasništvu Republike Srbije u površini od oko 892.000 hektara, na jasno definisanim parcelama koje su u ovom cilju date na korišćenje Javnom preduzeću.

Kako se radi o velikom (u ovom trenutku preko 170.000) ali i stalno promenljivom broju parcela, logično se nametnula potreba za formiranjem baze podataka i odgovarajućom aplikaciom za njihovo praćenje, analizu i ažuriranje.

Baza podataka i aplikacija koja radi nad njom, formirani su još 2011 godine u MS Access-u.

2. STRUKTURA BAZE

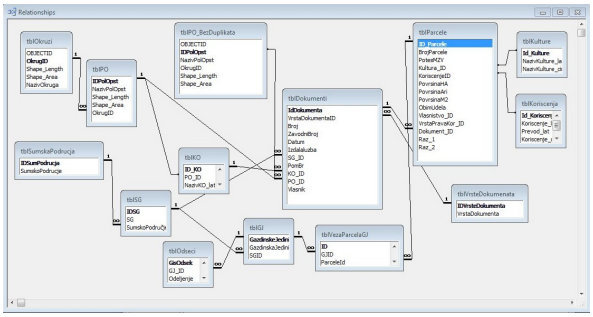
Pre formiranja baze podataka, podaci o parcelama su se čuvali i bili dostupni u papirnoj formi, odnosno kao posedovni listovi nabavljenu od Republičkog geodetskog zavoda.

Zato je bilo planirano da se prvobitni unos podataka i vrši polazeći od posedovnih listova.

Takođe, ovi podaci nalazili su se u pojedinim delovima preduzeća (17 šumskih gazinstava) – svaki deo preduzeća posedovao je samo posedovne listove sa parcelama kojima taj deo preduzeća gazduje.

Dakele, pri projektovanju baze podataka pošlo se od tabele o posedovnim listovima (tblDokumenti) koja je dalje relaciono povezana sa ostalim tabelama – pre stvega tabelom o parcelama (tblParcele) sa jedne strane, ali i pomoćnim tabelama sa spiskovima političkih i katastarskih opština, i pomoćnim tabelama sa šifarnicima za kulture i način korišćenja zemljišta. Ovi šifarnici preuzeti su od Republičkog geodetskog zavoda i kompatibilni su sa njihovim šifarnicima.

Pored ovoga, tabele sa podacima o posedovnim listovima i parcelama relaciono su povezane i sa podacima o unutrašnjoj šumarskoj prostornoj podeli na šumska područja, gazdinske jedinice, odeljenja i odseke. Relacija između tabele sa podacima o parcelama i tabele sa piskom gazdinskih jedinica morala je da se realizuje po principu više prema više (jedna gazdinska jedinica može se prostirati na više parcela, ali i jedna parcela može biti sastavni deo više gazdinskih jedinica).



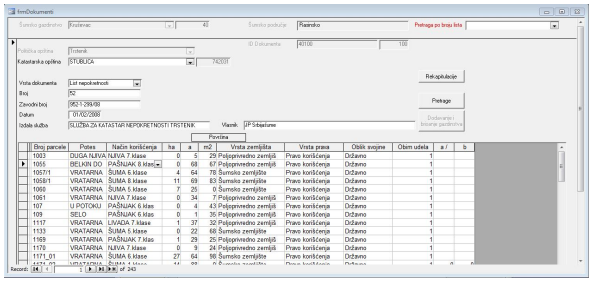
Slika 1. Struktura baze sa relacijama

Kako su se posedovni listovi nalazili u delovima preduzeća – šumskim gazdinstvima, prvobitan unos podataka izvršio se u samim delovima preduzeća, a kasnije su ovi podaci objedinjeni na nivou celog Javnog preduzeća.

3. APLIKACIJA I PRVOBITNI UNOS PODATAKA

Pri izradi aplikacije pošlo se od kreiranja početne forme za unos podataka o posedovnim listovima i njene podforme za unos podataka o parcelama (slika 2).

Posle unoda podataka o posedovnom listu, korisnik u podformi unosi podatke o parcelama koje se nalaze na posedovnom listu. Prilikom unosa podataka aplikacija automatski kreira šifre posedovnih listova (sastoji se iz šifre gazdinstva i rednog broja posedovnog lista) i šifre parcela (sastoje se iz šifre posedovnog lista, šifre katastarske opštine i broja parcele).

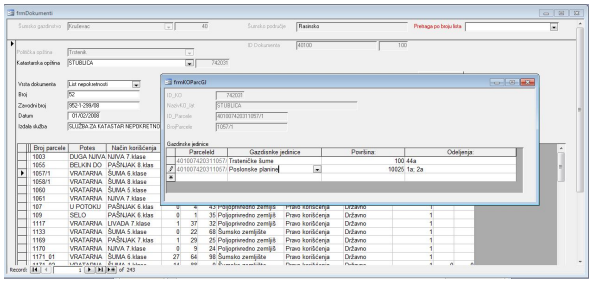


Slika 2. Forma i podfoma za unos podataka o posedovnim listovima i parcelama

Gde kod je to bilo moguće, korisniku je omogućen unos podataka preko padajućih lista (ComboBox-ova).

Unos obima udela kod parcela moguće je izvršiti ili direktnim unosom obima udela u decimalnom obliku, ili unosom imenioca i brojioca za obim udela, onako kako je to navedeno u posedovnom listu.

Po unosu podataka o prceli, moguće je uneti podatke o gazdinskoj jedinici ili gazdinskim jedinicama, odeljenju i odseku na kome se ta parcela nalazi. Dvoklikom na broj parcele, otvara se nova podforma u kojoj se, za parcele na koju je dvaput kliknuto, definiše gazdinska jedinica ili više njih, odeljenja i odseci koje ta parcela zahvata. Takođe, moguće je uneti i površinu dela parcele koji pokriva pojedina odeljenja i odseke iz pojedine gazdinske jedinice (Slika 3)



Slika 3. Podforma za popunjavanje tabele za vezu gazdinske jedinice – parcele

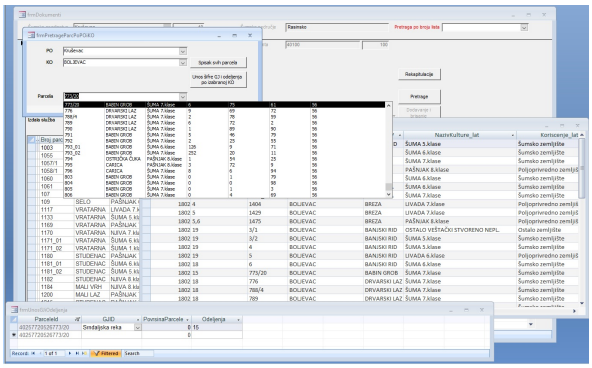
4. MODUL ZA UBRZANO I AUTOMATIZOVANO POVEZIVANJE PARCELA I ELEMENATA UNUTRAŠNJE ŠUMARSKE PODELE

Popunjavanje tabele za vezu gazdinska jedinica – parcela, odnosno dodeljivanje odeljenja i odseka gazdinke jedinice, ili više njih, jednoj parceli omogućeno je i preko posebnog modula. Ovo pre svega zato što je prilikom prvobitnog unosa, zbog hitnosti posla, povezivanje parcela – gazdinska jedinica izostalo, tako da je u bazi podataka za ogroman broj parcela ostalo nedefinisano kom odeljenju, odseku, odnosno gazdinskoj jedinici parcela pripada.

Ovaj modul funkcioniše na sledeći način: s obzirom da susedne parcele jedne katastarske opštine uglavnom pripdaju istoj gazdinsskoj jedinici, pogodno je filtrirati parcele po pripadnosti katastarskoj opštini, a zatim tim parcelama redom dodeljivati šifru gazdinske jedinice koja se, kako je rečeno, uglavnom ponavlja.

Na posebnoj formi, sa padajuće liste se izabere politička opština, zatim sa druge padajuće liste na kojoj su filtrirane katastarske opštine samo izabrane političke opštine, izabere se katastarskka opština. Aktivirinnjem odgovarajućeg dugmeta otvara se tabela sa spiskom parcela izabrane katastarske opštine. Da bi se povezivanje izvršilo, potrebno je u prve dve kolone uneti šifru gazdinsske jedinice (koja se u ovoj tabeli uglavnom ponavlja, i pripadnost odeljenju – odseku).

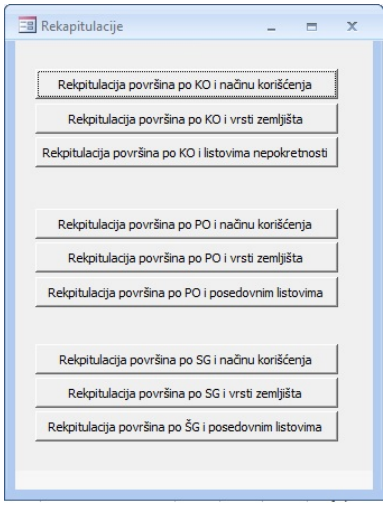
Za slučaj da se parcela nalazi na dve ili više gazdinskih jedinica, sa padajuće liste u dnu forme, izabere se konkretna parcela, nakon čega se otvara posebna tabela u kojoj je moguće parceli pridodati i ostale gazdnke jedinice (slika 4).



Slika 4. Povezivanje parcela i elemenata uutrašnje šumarske podele

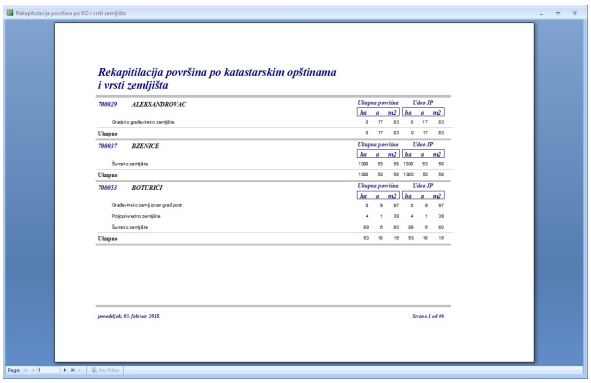
5. ANALIZE I IZVEŠTAJI

Za potrebe različitih analiza i izveštaja izraađen je i relativno veliki broj izveštaja. Aktiviranjem dugmeta *Rekapitulacije* na početnoj formi, otvara se nova forma sa izborom različitih izveštaja – rekapitulacija (slika 5).



Slika 5. Forma za izbor rekapitulacije

Izborom željene rekapitulacije dobija se izveštaj spremaan za štampu (slika 6).



Slika 6. Izgled jednog od izveštaja – *Rekapitulacija površina o katastarskim opštinama i vrsti zemljišta*

Na ovaj način omogućene su različite analize, npr. promene različitih načina korišćenja tokom vremena na pojedinim područjim i pojedinim gazdinsstvima – povećanje i smanjenje šuma i šumskog zemljišta po političkim ili katastarsskim opštinama i sl.

Pored navedenih rekapitilacija, iz baze podataka se automatsski može dobiti i spisak parcela po gazdinskim jedinicama, što je naročito korisno pri izradi nove *Osnove gazdovaanja šumama* – planskog dokumenta koji se izrađuje za svaku gazdinsku jedinicu.

LITERATURA

[1] Novais, S. (1997): Access 97 - Makroi i VBA. Mikro knjiga. Beograd.

[2] Couch, A. (2011): Microsoft Access 2010 VBA Programming Inside Out. Microssoft Press Books

[3] Banković, S.; Medarević, M. (2009): Kodni priručnik za informacioni sistem o šumama Republike Srbije, Šumarski Fakultet Univerziteta u Beogradu

INFORMACIONI SISTEM ZA UNAPREĐENJE RADA INSTITUTA ZA TRANSFUZIJU KRVI SRBIJE

INFORMATION SYSTEM FOR IMPROVING THE WORK OF THE BLOOD TRANSFUSION INSTITUTE OF SERBIA

Atanasijević Jordan[1], Atanasijević Nevena[2], Lazović Danilo[3]
Generalštab Vojske Srbije[1], GARDA, Beograd
ZU AP „Oaza zdravlja[2], Beograd
Vojna akademija[3], Beograd

Sadržaj *– Institut za transfuziju krvi Srbije je visokospecijalizovana, naučnoistraživačka i nastavno zdravstvena ustanova, referalna za oblast transfuziologije. Tokom proteklih šest decenija, zahvaljujući pre svega aktivnostima Instituta, u Srbiji je uspostavljen sistem organizovanog, dobrovoljnog, neplaćenog i anonimnog davalaštva krvi. Da bi ovakva institucija bila svrsishodnija, neophodno je pratiti i savremene trendove i u oblasti informaciono-komunikacionih tehnologija. Trenutno se u institutu koriste telekomunikaciono-informatička sredstva, ali postoji prostor za unapređenje i poboljšanje njihovog korišćenja. U ovom radu prikazan je predlog informacionog sistema koji će prikupljati podatke o davaocima i vršiti obaveštavanje istih u slučajevima smanjenja količine krvi određene krvne grupe, i pozivatih ih putem e-maila da dobrovoljno doniraju krv.*
Ključne reči: *Informacioni sistemi, Institut za transfuziju krvi Srbije*

Abstract: *The Institute for Blood Transfusion of Serbia is a highly specialized, scientific research and teaching medical institution, a reference in the field of transfusiology. Over the past six decades, thanks to the Institute's activities, a system of organized, voluntary, unpaid and anonymous donation of blood has been established in Serbia. In order for this institution to be more purposeful, it is necessary to monitor contemporary trends in the field of information and communication technologies. Currently, the institute uses telecommunication-information resources, but there is room for improvement and improvement of their use. This paper presents the proposal of the information system that will collect data on donors and inform them in cases of blood volume reduction of a particular blood group, and are invited by e-mail to voluntarily donate blood.*
Key words: *Information Systems, Institute for Blood Transfusion of Serbia*

1. UVOD

U Institutu za transfuziju krvi Srbije trenutno postoji informacioni sistem koji vodi podatke o dobrovoljnim davaocima krvi, prati se istorija bolesti i slično. Dobrovoljno davanje krvi realizuje ekipe koje odlaze na lokacije, a obaveštavanje je putem plakata, objavljivanjem obaveštenja na *web* sajtu i sl. Za potrebe slanja *SMS* poruka, institut godišnje izdvaja velike količine novca (između 700.000-1.050.000 dinara). Nakon odabira operatera na tenderima, u potrebnom trenutku se licima koja su ostavila kontakt šalju *SMS* poruke da, ukoliko su u mogućnosti dođu na određenu lokaciju i dobrovoljno daju krv. Ovakav tradicionalni način je veoma skup, a korisnici moraju ručno unositi brojeve, što je mukotrpan i dug proces, i ne može se adekvatno propratiti bez odgovarajućih automatizovanih sistema podrške. U sledećoj tabeli dat je pregle uloženih sredstava i poslatih poruka.

Tabela 1. Prikaz broja SMS poruka i cena SMS poruka sa PDV-om, koje su poslate u toku naveenih godina, u cilju pozivanja dobrovoljnih davalaca krvi, da doniraju krv [3]

godina	broj SMS poruka	cena SMS poruka sa PDV-om
2012	600.000	700.920,00
2013	700.000	996.000,00
2014	700.000	966.000,00
2015	810.260	1.050.000,00
2016	883.838	1.050.000,00
2017	890.000	1.050.200,00
2018	893.00	1.053.740,00

Povrh svega toga, broj davalaca koji se odazovu, ne povećava se u skladu sa uloženim sredstvima, što se može videti na osnovu podataka u tabeli 2.

Tabela 2. Prikaz broja dobrovoljnih davalaca krvi, po godinama, prema starosti i polu [3]

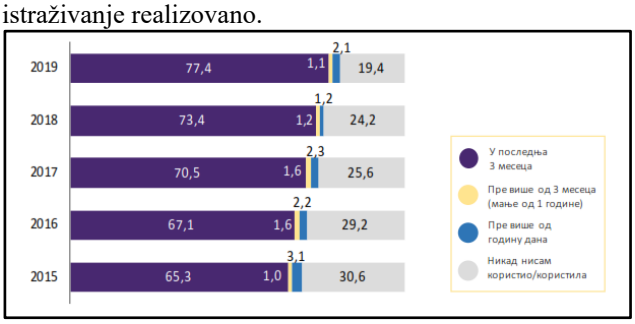
	do 25 godina		od 25 do 55 godina		preko 55 godina	
godina	muškarci	žene	muškarci	žene	muškarci	žene
2012	8464	5004	27840	7152	3682	1162
2013	9140	5351	28420	7224	3850	1214
2014	9140	5336	28326	7219	3889	1274
2015	8918	5188	27769	6747	3804	1237
2016	8240	4968	28206	6568	4013	1322
2017	8365	5028	28305	7102	3940	1299
2018	8657	4998	28965	7050	4001	1205

U dosadašnjem radu su korišćeni računari, ali i pored toga postoji potreba za automatizacijom određenog broja aktivnosti kako bi se broj grešaka i vreme obrade podataka svelo na minimum.

Svedoci smo ekspanzije sredstava za komunikaciju (mobilnih telefona, računari...), koji se oslanjaju na korišćenje interneta. Različitim analizama, došlo se do zaključka da broj ovih sredstava, kao i sredstava za pristup internetu i priključaka interneta raste, pa se postavlja pitanje da li bi i koliko primena ovakvih tehnologija, u konkretnom slučaju za obaveštavanje dobrovoljnih davalaca krvi, mogla unaprediti stanje u Institutu i povećati broj darova.

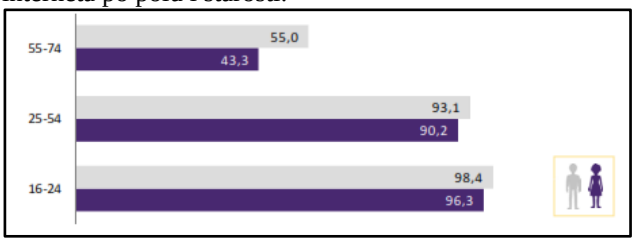
Na sledećoj slici dat je grafički prikaz, jednog

istraživanja iz 2019. godine sa koje se može zaključiti da se broj korisnika interneta iz godine u godinu povećava. Istraživanje je pokazalo da je oko 3.810.000 ljudi koristilo internet u poslednja tri meseca, kada je istraživanje realizovano.



Slika 1. Grafički prikaz korišćenja interneta [1]

Na sledećoj slici prikazan je procentualni udeo korisnika interneta po polu i starosti.



Slika 2. Grafički prikaz procentualnog udela korisnika interneta po polu i starosti [1]

Na osnovu navedenog, može se zaključiti, da upravo one interesne grupe koje su i najzastupljenije u dobrovoljnom davanju krvi, takođe u velikoj meri koriste i internet tehnologije.

Vođenje evidencije o davaocima krvi u Institutu za transfuziju krvi je veoma složen proces. Evidentiranje svakog davaoca se vrši kartonski i davalac ga popunjava u obliku pisanog upitnika na licu mesta i samim tim se pravi zastoj pri većim akcijama davanja krvi.

Celokupni proces davanja krvi sastoji se od popunjavanja upitnika, određivanje krvne grupe (ako davalac prvi put daje ili nema kod sebe zdravstvenu knjižicu), određivanja hemoglobina u krvi, merenja krvnog pritiska i srčanog pulsa. Ako davalac na svim delovima pokaže uspešne rezultate, šalje se u prostoriju sa aparatima gde daje krv. Način na koji se do sada vodila evidencija se pokazao dobrim, ali je bilo veoma vremenski zahtevno pri većim akcijama davanja krvi i zahtevalo je angažovanje većeg broja medicinskih radnika. Takođe, tu je i pitanje popularizacije davanja krvi kod omladine i ljudi u srednjim godinama čija je svakodnevnica vezana za internet i mobilne tehnologije. Predložen informacioni sistem omogućuje da se prvi deo procesa davanja krvi, koji se sastoji u popunjavanju upitnika, vrši elektronskim putem na licu mesta. Ovaj informacioni sistem bi trebalo da u velikoj meri ubrza celokupan proces i da omogući veliku uštedu vremena. S' obzirom da je vreme krucijalno u spasavanju ljudskih života, ovaj informacioni sistem može doprineti da se proces davanja krvi obavlja efikasnije u skladu sa zahtevima.

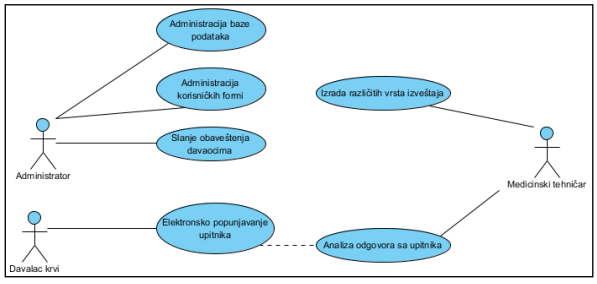
Zahtevi koji su se postavili pred ovaj projekat su:

- Evidencija personalnih podataka davalaca,
- Jednoobrazno, cirkularno i pravovremeno obaveštavanje dobrovoljnih davaoca određene krvne grupe, na određenoj teritoriji o hitnim akcijama davanja krvi i tome slično,
- Popularizaciju davanja krvi putem interneta,
- Obezbeđenje kvalitetnijeg ostvarivanja zadataka i poslova u Institutu i centrima za dobrovoljno prikupljanje krvi,
- Skraćivanje procesa davanja krvi,
- Prikazivanje i pristup raznim podacima o davaocima,
- Analiza podataka o davaocima,
- Generisanje raznih vrsta izveštaja, kao i ažurno i kvalitetno izveštavanje na osnovu zahteva svih korisnika.

2. ANALIZA ZAHTEVA

Nakon razmatranja svih postavljenih zahteva i razmatranja mogućih opcija za što lakše i kreativnije rešenje kako napraviti ovaj informacioni sistem, zaključeno je da bi ovaj informacioni sistem trebalo realizovati u razvojnom okruženju *Microsoft Visual Studio 2013* korišćenjem *C#* tehnologije. Kao sistem za upravljanje bazom podataka odabran je *Microsoft SQL Server 2014*.

Predloženi informacioni sistem koristile bi tri grupe korisnika grupe korisnika, prema slici (slika 3).



Slika 3. UML use case

Prvu grupu korisnika predstavlja administrator koji upravlja radom informacionog sistema, vrši administraciju baza podataka i po potrebi šalje obaveštenja dobrovoljnim davaocima krvi. Drugu grupu korisnika čine davaoci krvi kojima je omogućeno popunjavanje upitnika na računarima.

Treću grupu korisnika predstavljaju medicinski tehničari koji nakon popunjavanja upitnika od strane davaoca i preliminarne analize podataka u samom informacionom

sistemu, vrše i ostale potrebne preglede davaoca i izrađuju različite vrste izveštaja po potrebi i zahtevu.

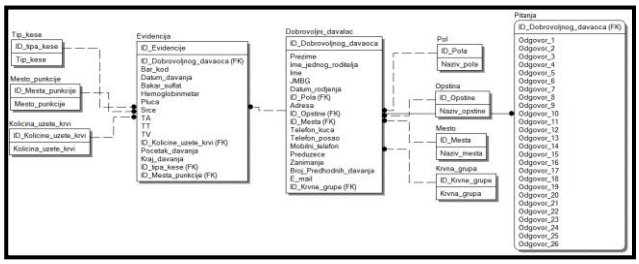
Informacioni sistem je osmišljen tako da davalac krvi ne može direktno pristupiti bazi podataka, već koristi samo ono što mu je ponuđeno od opcija na dodeljenoj formi za unos podataka.

3. DIZAJN REŠENJA

Za implementaciju informacionog sistema korišćeni su paketi *Microsoft Visual Studio 2013* i *Microsoft SQL Server 2014.*

U bazi podataka čuvaju se svi relevantni podaci o davaocima krvi. Pored opštih podataka vezanih za davaoce krvi, čuvaju se i podaci od značaja za proces davanja krvi. Takođe, u bazi podataka čuvaju se i pitanja upitnika i odgovori na njih.

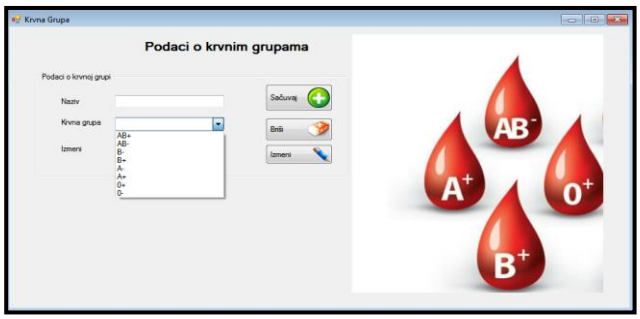
Na slici 4 prikazan je logički model podataka realizovane baze podataka sa potrebnim entitetima i ostvarenim vezama između njih.



Slika 4. Logički model podataka baze podataka, na osnovu [2]

4. IMPLEMENTACIJA REŠENJA

O svim šifarnicima u bazi podataka, kao i o pravima pristupa vodi računa administrator baze podataka, u ovom slučaju i administrator celog sistema. On vrši unos, ažuriranje i brisanje svih podataka vezanih za šifarnike, koji se kasnije prezentuju dobrovoljnim davaocima krvi. Primer jednog šifarnika, u ovom slučaju šifarnika u kome se vode podaci o krvnim grupama, prikazan je na sledećoj slici.



Slika 5. Šifarnik za unos, ažuriranje i brisanje podataka o krvnim grupama

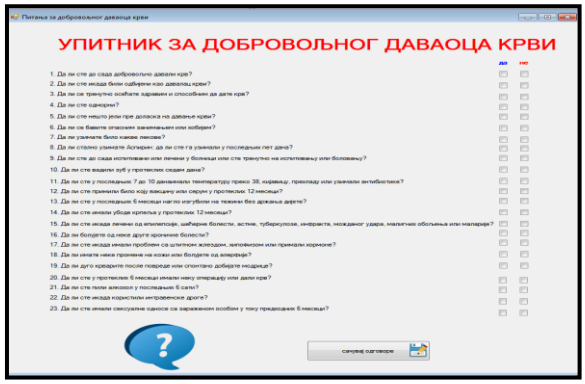
Korisnički interfejs predloženog rešenja realizovan je tako da omogući što jednostavnije popunjavanje i pregled podataka od strane korisnika, kao i analizu od strane medicinskih tehničara.

Rešenje je realizovano tako da korisnik pristupi radnoj stanici koja sadrži više formi, koje se uzastopno menjaju nakon svakog završenog koraka tj. popunjavanja potrebnih podataka.

Na slici 6 prikazan je izgled forme za popunjavanje opštih podataka dobrovoljnih davaoca krvi. Korišćenjem ove stranice korisnik popunjava svoje lične podatke (ime, ime jednog roditelja, prezime, JMBG, pol, adresu, mesto, opštinu, brojeve telefona, preduzeće (fakultet, školu), zanimanje, e-mail i krvnu grupu). Radi izrade budućih izveštaja, i olakšanog obaveštavanja, neophodno je da dobrovoljni davaoci krvi popune sva navedena polja, što je i softverski podržano, na taj način što davalac ne može preći na sledeću formu, sve dok ne popuni sve tražene podatke na tekućoj formi.

Slika 6. Forma za popunjavanje opštih podataka

Nakon popunjavanja podataka, davaocu krvi se otvara nova forma koja predstavlja upitnik. Upitnik se sastoji od raznih pitanja koje su u vezi sa zdravstvenim stanjem davaoca (pitanja su uzeta sa zvaničnog upitnika za davanje krvi Instituta za transfuziju krvi Srbije). Na svako od ponuđenih pitanja davalac krvi mora odgovoriti sa NE ili DA. U zavisnosti od pola davaoca krvi, broj pitanja je različit (broj pitanja za muški pol je 23, a za ženski 24). Na slici 7 prikazan je izgled forme sa pitanjima iz upitnika.

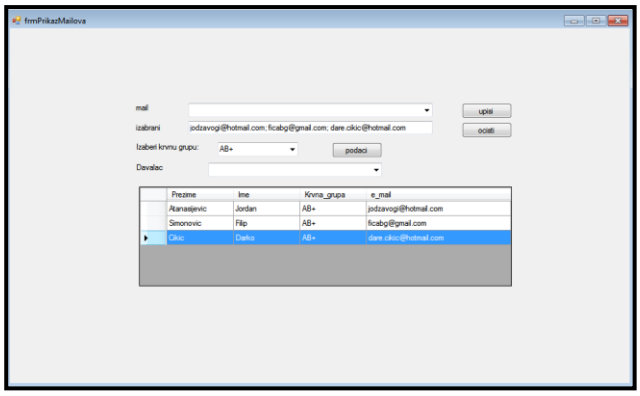


Slika 7. Forma sa pitanjima iz upitnika

Neka od pitanja iz upitnika su eliminacionog tipa, tj. ukoliko potencijalni davalac krvi na njih odgovori onako kako nije propisano u skladu sa kriterijumima, biće odmah odbačen kao mogući kandidat za davanje krvi. Ovu proveru automatski vrši informacioni sistem.

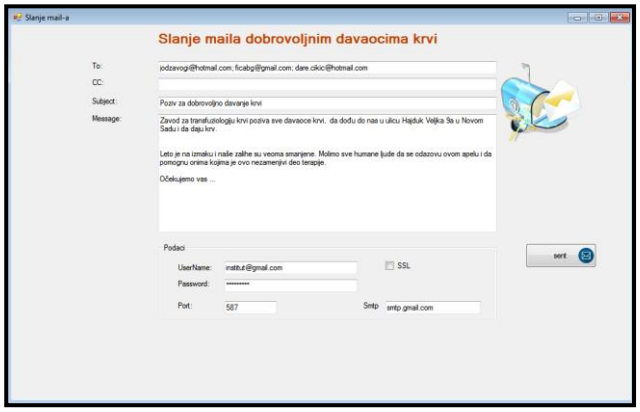
Ukoliko potencijalni davalac krvi odgovori na sva pitanja u skladu sa kriterijumima (njegovo zdravstveno stanje je adekvatno za davanje krvi), njegov zahtev biće prosleđen medicinskom tehničaru. Nakon obrade podataka, dobrovoljni davalac može da pristupi dobrovoljnom davanju krvi.

U slučajevima kada su smanjene količine određene krvne grupe, administrator izborom te krvne grupe dobija spisak dobrovoljnih davalaca krvi, sa njihovim e-mail adresama, što je prikazano na slici 8.



Slika 8. Forma za izbor dobrovoljnih davalaca krvi, određene krvne grupe

Nakon izbora dobrovoljnih davalaca krvi, administrator im može poslati e-mail i pozvati ih da dobrovoljno daju krv, čime se značajno smanjuju troškovi.



Slika 9. Forma za slanje email-a dobrovoljnim davaocima krvi, određene krvne grupe

5. ZAKLJUČAK

Rezultat ovog rada je informacioni sistem koji bi trebalo da u mnogome olakša posao medicinskih tehničara i ostalih zaposlenih u Institutu za transfuziju krvi, i da značajno smanji troškove pozivanja dobrovoljnih davalaca krvi, a da ujedno poveća pouzdanost.

Predloženi informacioni sistem je realizovan kao *Desktop* aplikacija. Centralna baza podataka nalazila bi se u Institutu, a podaci bi se ažurirali replikacijama u određeno vreme sa ostalim bazama na terenu. Baza podataka u predloženom informacionom sistemu realizovana je tako da omogućava i kasniju analizu podataka. Na primer, moglo bi se utvrditi na koja pitanja su potencijalni davaoci dali koje odgovore, kao i ostale napredne analize podataka.

U daljem radu planirano je poboljšanje bezbednosti celokupnog informacionog sistema i razvoj za mobilne platforme (smart telefone, prenosivi računari i sl.).

LITERATURA

[1] https://publikacije.stat.gov.rs/G2019/Pdf/G20191601 4.pdf, poslednji pristup, 07.01.2020.

[2] http://erwin.com/bookshelf/9.64.01/Bookshelf_Files/ PDF/ERwin_Overview.pdf, poslednji pristup, 06.01.2020.

[3] http://www.nbti.org.rs/Institut-za-transfuziju-krvi-Srbije/101/O-nama.shtml, poslednji pristup, 06.01.2020.

[4] Kimball, R., Ross, M., Thornthwaite, W., Mundy, J., & Becker, B. (2008). *The data warehouse lifecycle toolkit*. John Wiley & Sons.

[5] Wang, J., & Gu, L. (2016). Challenges of teaching data science in a business school. Issues in Information Systems, 17(3).

[6] Fotache, M., & Strimbei, C. (2015). SQL and data analysis. Some implications for data analysits and higher education. Procedia Economics and Finance, 20, 243-251.

ORACLE MY SUPPORT MODUL

Snežana Šućurović, dipl. ing.

Sadržaj. *Cloud tehnologija dobija od inicijalnih, kompletirane i potpuno prihvaćene implementacije. Ovaj rad predstavlja My Oracle Support, koji većina korisnika traži da bude odmah na početku upoznata. Rad je napisan na osnovu Oracle Live Video, dok na sajtu support.oracle.com moguće pogledati Recorded Video.*

Abstract. *Cloud technology receives from initial, complete and fully accepted implementations. This work describes My Oracle Support, which most users ask to be aware of right away. The work was written using Oracle Live Video, while on support.oracle.com can be seen at Recorded Video.*

1. UVOD

Oracle je relaciona baza podataka i sistem za upravljanje ovom relacionom bazom podataka. Druge vrste baza podataka su, na primer, hijerarhijska baza ili NoSQL baza podataka. Najpre ćemo prikazati kako kompanija za istraživanje tržišta - Gartner prikazuje položaj Oracle na tržištu. U trećem delu je predstavljen Oracle My Support modul, da bi se obezbedio 24x7 rad u enterprise i global aplikacijama. U četrtom poglavlju predstavljeno je autorovo iskustvo sa Amazon Support.

2. ORACLE NA TRŽIŠTU PREMA GARTNERU

Prema Wikipedia i Gartnera, pet vodećih proizvođača sistema za upravljanje relacionim bazama podataka u 2011. godini (pre širokog uvođenja cloud tehnologije) po prihodu su bili: Oracle, IBM, Microsoft, SAP i Teradata. Trenutno, tri najzastupljenija besplatna sistema za upravljanje relacionim bazama podataka su: MySQL, PostgreSQL, i SQLite.

Oracle je imenovan za Leader u Gartnerovom "magičnom kvadrantu za dobijanje rešenja za finansijsko planiranje i analizu" za 2019. godinu i to treću godinu za redom. Istraživanje je obuhvatalo 15 kompanija i liderska pozicija je rezultat "ability to execute" i "completness of vision".
Prema ovom dokumentu "Lideri obezbeđuju zrele ponude koje zadovoljavaju zahteve tržišta i demonstriraju viziju potrebnu da se održi pozicija na tržištu prateći promene u zahtevima". Lideri iz Gartnerovog kvadranta takođe demonstriraju uspeh kroz prihode proporcionalne sa drugim tržišnim liderima, kao i kroz veliki broj klijenata. Zaštitni znak lidera je da se oni fokusiraju na investicije tako da vode tržište i utiču na njegov sveobuhvatan pravac. Lideri, tipično, imaju veliku bazu zadovoljnih klijenata i vidljivi su na tržištu. Veličina ovih lidera i njihova finansijska jačina omogućavaju im održivu poziciju u ekonomiji izazova. Lideri, tipično, odgovaraju širokom auditorijumu podržavajući zahteve širokog tržišta.
Da bi pomogli kompanijama različitih veličina da imaju kurs u kompleksnom i dinamičnom globalnom poslovnom okruženju, Oracle je posvećen inovacionim i naprednim tehnologijama i to posebno za klijente koji koriste Oracle EPM (Enterprise Performance Management) Cloud.
Oracle EPM Cloud je, prema Gartneru, jedino kompletno i povezano EPM rešenje na zajedničkoj platformi koje cilja finansijsko i operaciono planiranje i konsolidaciju, kao i zatvorene procese upravljanja podacima, izveštavanje i analizu. EPM Cloud integrisan sa širim Oracle Cloud Application suite: Enterprise Resource Planning (ERP), Supply Chain Management (SCM), Human Capital Management (HCM) i Customer Experience (CX) SaaS aplikacijama, obezbeđuje klijentima da ostvare adaptibilne organizacije, koje realizuju potencijale najnovijih inovacija.

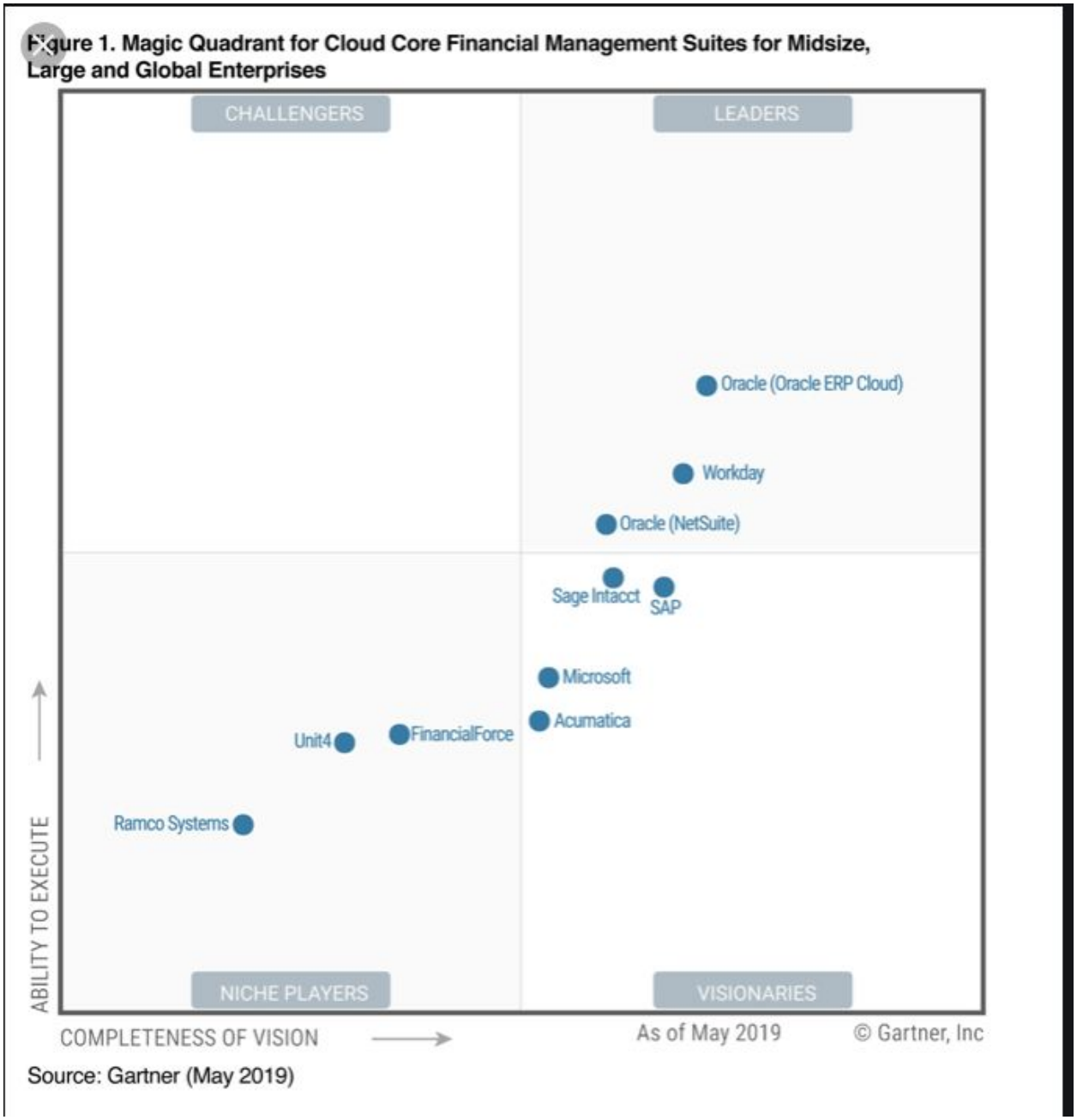


Figure 1. Magic Quadrant for Cloud Core Financial Management Suites for Midsize, Large and Global Enterprises
CHALLENGERS
LEADERS
Oracle (Oracle ERP Cloud)
Workday
Oracle (NetSuite)
Sage Intacct
SAP
Microsoft
Acumatica
Unit4
FinancialForce
Ramco Systems
NICHE PLAYERS
VISIONARIES
ABILITY TO EXECUTE
COMPLETENESS OF VISION
As of May 2019
© Gartner, Inc
Source: Gartner (May 2019)

Slika 1.

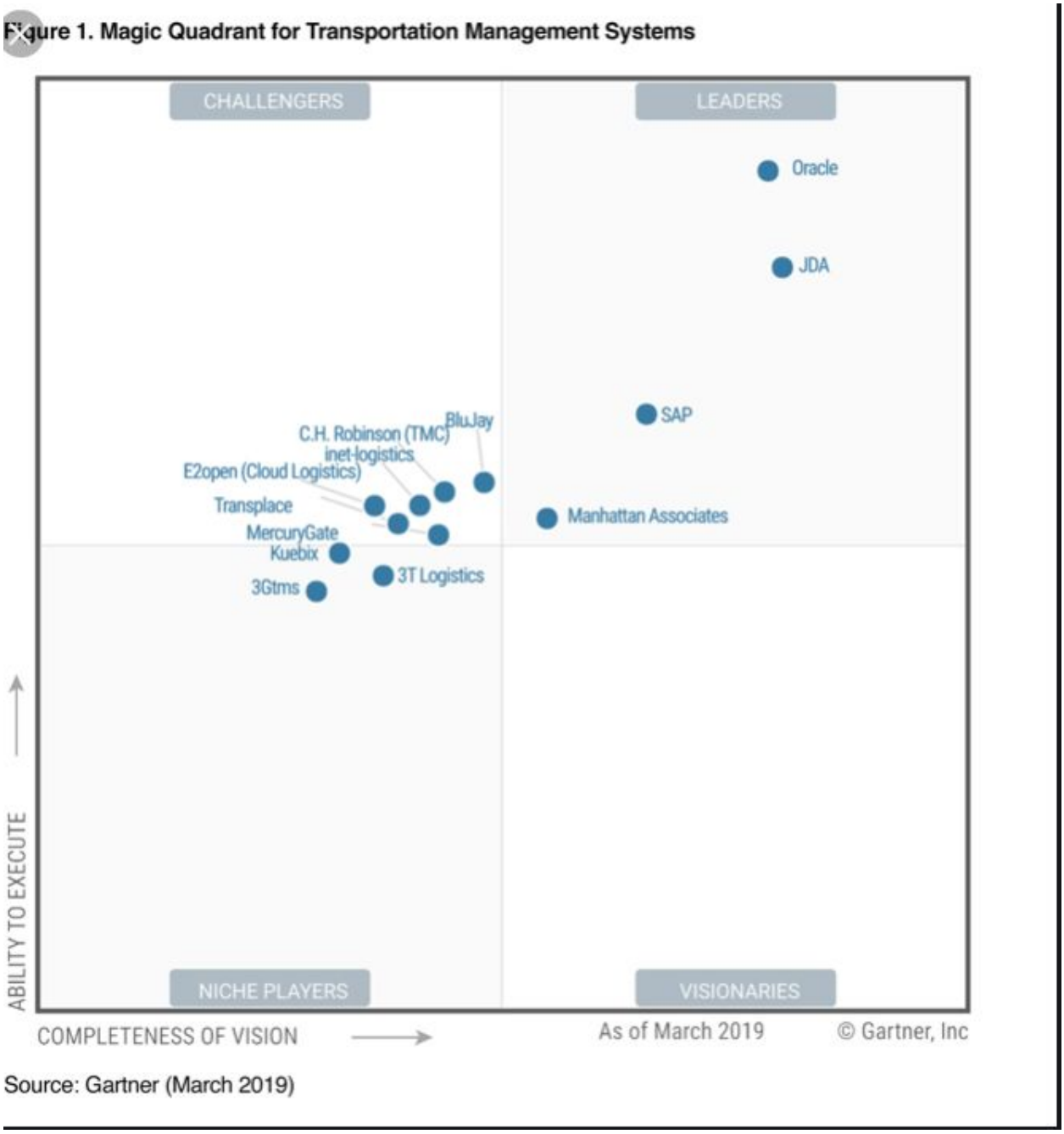


Figure 1. Magic Quadrant for Transportation Management Systems
CHALLENGERS
LEADERS
Oracle
JDA
SAP
BluJay
C.H. Robinson (TMC)
inet-logistics
E2open (Cloud Logistics)
Transplace
MercuryGate
Kuebix
3Gtms
3T Logistics
Manhattan Associates
NICHE PLAYERS
VISIONARIES
ABILITY TO EXECUTE
COMPLETENESS OF VISION
As of March 2019
© Gartner, Inc
Source: Gartner (March 2019)

Slika 2.

Slika 3.

3. ORACLE MY SUPPORT MODUL

3.1 IDEJA

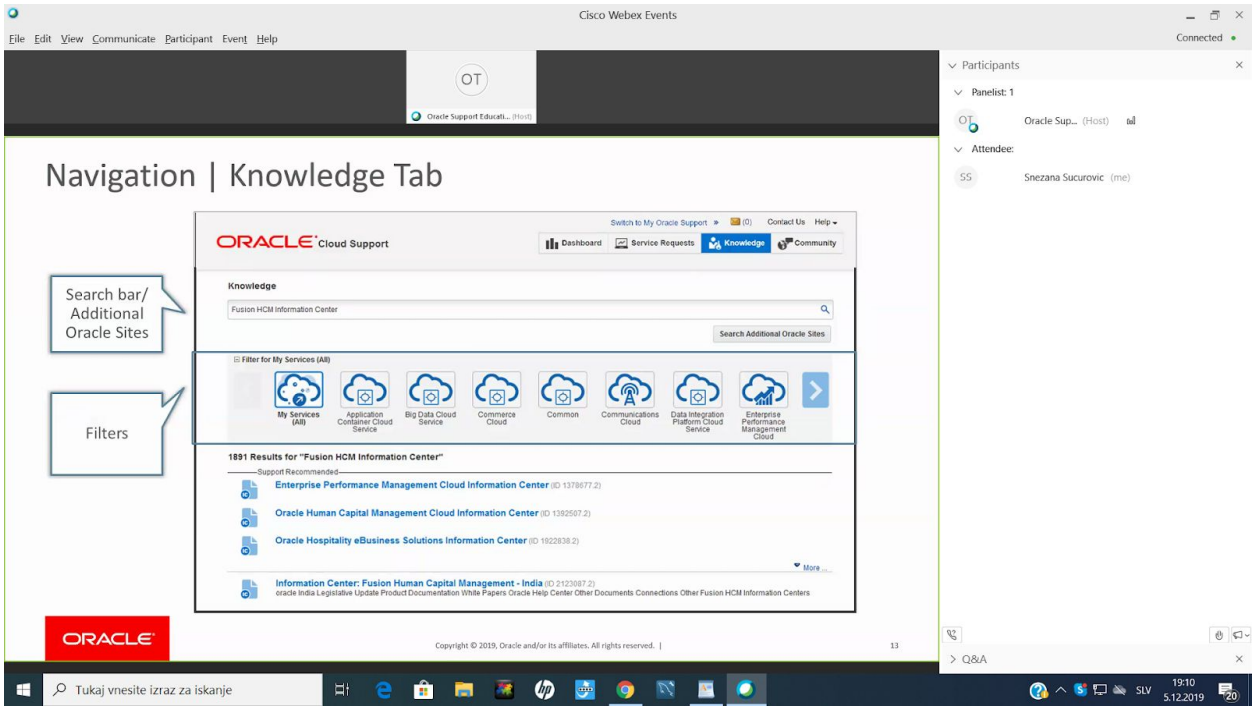
Radeći na MySQL postala sam deo Oracle zajednice i tako stekla prava na besplatna predavanja iz oblasti "Oracle Support Essential Series", koji je obuhvatao predavanja:

- ORACLE CLOUD SUPPORT PORTAL
- ORACLE CLOUD USER ADMINISTRATION
- USING MY ORACLE SUPPORT
- WORKING EFFECTIVELY WITH ORACLE SUPPORT

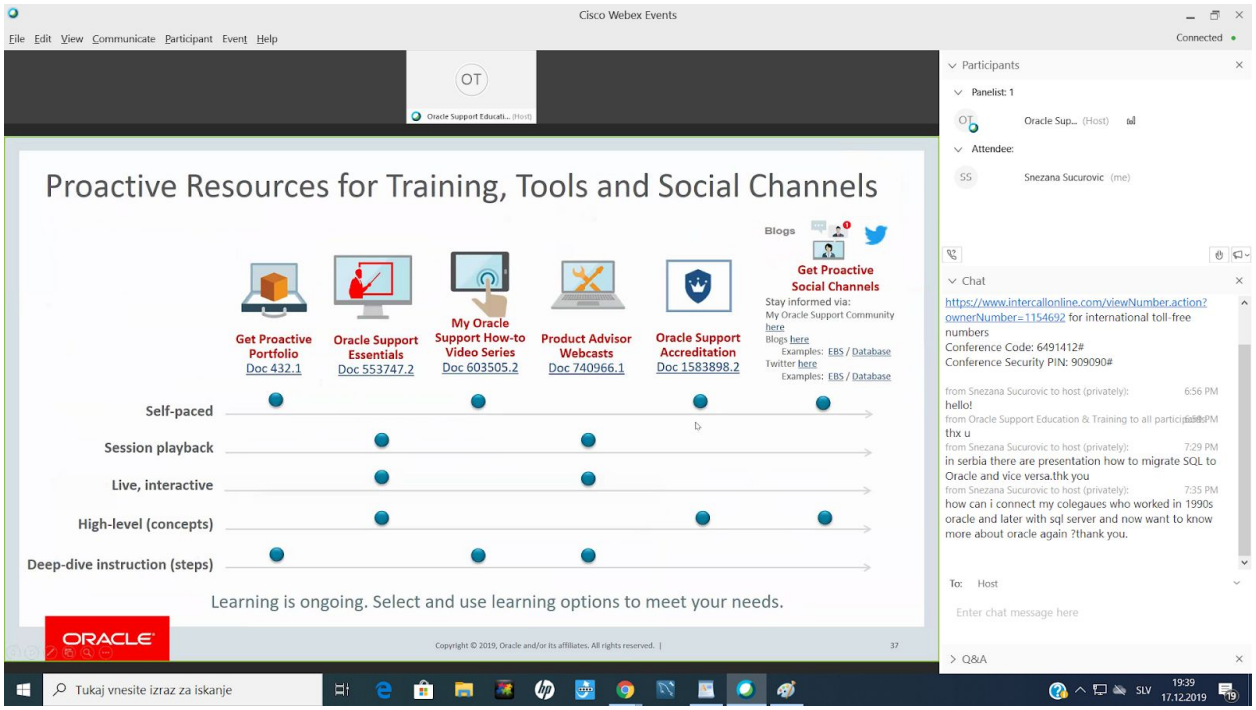
Do ideje za ovu temu sam došla na osnovu toga što mi je trebao Oracle Support, da bih koristila Oracle Autonomous Cloud (besplatnu verziju). Uskoro sam dobila email sa interaktivnim predavanjima o temi Oracle My Support realizovanim u alatu kompanije webex.com. Mišljenja sam da se Oracle odlučio za ova dvonedeljna predavanja jer je veliki izazov sistem koji radi 24x7 i posebno sistemi u kojima dolazi do velikih gubitaka sa svakim minutom pada sistema.

3.2 ORACLE MY SUPPORT

Odmah na početku ovih predavanja preporučeno je da se na sajtu support.oracle.com pročita How-To Training Video Series.
Kao opšte mesto u ovim dvonedeljnim predavanjima je da se u slučaju prekida rada rešenje traži prvo u Oracle My Support (OMS) Community, potom OMS Knowledge Base i zatim da se kreira Service Request (SR) Tech ili SR Non Tech.
Posebno treba označiti Sverity of SR - od Loss Service do greške koja ne utiče na poslovanje.
Postoji verzija Oracle My Support za mobilne telefone.
Posebno postoji mogućnost pretraživanja tema Updates i Patches.
Sva Oracle predavanja se mogu pronaći na support.oracle.com i to kao LIve Sessions ili Recorded Sessions.
Svaki SR počinje dodeljivanjem Support Identifier (SI). Jedan od SI u grupi postaje Customer User Administrator (CUA). CUA ima funkciju Granting User Access i usklađivanja Support Identifier. CUA upravlja User Account tako što dodeljuje ili menja Role.
Kada se formira Service Request najvažnije je dostaviti Audit file (tj. informacije o radu sistema).



Slika 4.



Slika 5.

Pri kreiranju SR može da se postavi filter za:

- Application Container Cloud servis
- Big Data Cloud servis
- Commerce Cloud
- Common
- Communication Cloud
- Data Integration Platform Cloud servis
- Enterprise Performance Management Cloud

Svakom CUA se preporučuju dokumenti kao na slici 3.

Slika 3. Proactive Resources for Training, Tools i društveni kanali

Svakom CUA preporučuje se čitanje Oracle Learning Library (OLL).

OMS daje i aplikaciju za publikovanje korisnikovih ekspertiza i ideja.

U Live Session OMS Finding Answers obrađuje se tema Backup and Recovery.

Kada sam predavaču postavila pitanje kako da kolege dobiju iste mogućnosti za praćenje predavanja, odgovor je dat na Slici 4. "pročitati dokumenta i popuniti formu za kontakt". Forma za kontakt je na adresi www.oracle.com/support/contact.html . Ukoliko postoji mogućnost edukacije na Oracle University to je najbolje rešenje za sertifikaciju.
Postoje dva Oracle My Support potrala :

- Cloud Support Portal
- My Oracle Support

Pri slanju SR važno je poslati i log file.

Moguća je organizacija Live Chat-a. Kada se dobije accept invitation za live chat zakazuje se vreme održavanja chat-a i sve je dokumentovano u Doc ID 1643038.2. Pri praćenju SR mogu se očitati sledeći statusi:

- customer working
- solution offered
- automaticaly closed
- close initiated

Kada se promeni error severity level potrebno je kontaktirati OMS.

4. AMAZON SUPPORT

Amazon Web Service podržava rad sa cloud tehnologijom i to posebno izradu poslovnih aplikacija na cloud-u. Autorovo iskustvo sa Amazon Support - om je sledeće : Aplikacija je predviđena kao micro - biznis, za koji je predviđena cena od približno 10$ mesečno. Kreirana je baza od 1 TB, i omogućen rad preko SQL viewer-a, koji se u Amazon terminologiji naziva SQL Developer. U svakom trenutku je moguće pratiti Billing Management. Pošto je račun počeo nekontrolisano da raste, autor je prekinuo ugovor. Amazon je poslao email koji su sve servisi korišćeni : WordPress na Windows Server 2012 R2, dok autor ima Windows 10 operativni sistem i nikada nije koristio WordPress. Zatim je poslat email u kojem je moguće popuniti formular Account Abuse.

5. ZAKLJUČAK

Cloud tehnologija dobija od inicijalnih, kompletirane i potpuno prihvaćene implementacije. Ovaj rad predstavlja My Oracle Support, koji većina korisnika traži da bude odmah na početku upoznata. Rad je napisan na osnovu Oracle Live Video, dok na sajtu support.oracle.com moguće pogledati Recorded Video.

LITERATURA

[1] Wikipedia
[2] https://www.oracle.com/corporate/pressrelease/oracle-leader-gartner-mq-cloud-financial-planning-100719.html
[3] support.oracle.com

POSLOVANJE U OBLAKU
BUSINESS IN THE CLOUD

Đuro Klipa[1] doc.dr sc. , mr Rade Dragović[2]
[1] Ustavni sud Srbije,
[2] Institut za standarde i tehnologije, Beograd

Sadržaj: Pred **r**ukovodioce IT u organicijama(preduzeće, državni organ, organ lokalne samouprave, organ javne uprave) postavlja se dilema iz širokog spektra usluga informacionih tehnologija na mreži (online), za koju od aktuelnih ponuda u oblaku (cloud) se opredeliti. Postavlja se pitanje da li je pametno „preseliti“ postojeći menadžment informacioni sistem (MIS) organizacije u oblak, uvažavajući nepisano pravilo da moderne organizacije moraju biti konkurentne u surovom okruženju i brzo reagovati na novonastale situacije i mogućnosti. Neke IT organizacije uspele da delove svojih MIS-a presele na sistem oblaka, npr. informacioni sistemi (IS) za ljudske resurse, upravljanje odnosima sa kupcima (CRM), delove sistema za planiranje resursa organizacije (ERP). Međutim, pojedini direktori ostaju skeptični naročito po pitanju sistema koji se odnose na finansije i lance snabdevanja (SCM). Pred donošenja konačne odluke rukovodioci bi trebalo da razmotre i dobro analiziraju da li i kako da koriste usluge poslovanja u oblaku (cloud computing), ako što je: tip organizacije, složenost, veličina, potrebe bezbednosti, organizaciona pitanja i dr. U radu su data samo osnovna pojašnjenja i elementi, prednosti i nedostaci korišćenja usluge oblaka, koje predstavljaju okvir za donošenje odluke i procenu održivosti poslovanja organizacije u oblaku, koristeći primer podizanja ERP sistema organizacije.

Abstract **-** Enterprise IT executives in organizations (company, state body, local self-government body, public administration body) are faced with the dilemma of a wide range of information technology services online (online) for which of the current cloud offerings to opt for. The question is whether it is prudent to "relocate" an enterprise's existing management information system (MIS) to the cloud, respecting the unwritten rule that modern organizations must be competitive in a harsh environment and respond quickly to emerging situations and opportunities. Some IT organizations have managed to migrate parts of their MIS to the cloud system, e.g. information systems (IS) for human resources, customer relationship management (CRM), parts of enterprise resource planning (ERP) systems. However, some directors remain skeptical, especially with regard to financial and supply chain (SCM) systems. Prior to making a final decision, executives should consider and analyze well whether and how to use cloud computing services, if any: enterprise type, complexity, size, security needs, organizational issues, etc. The paper provides only basic explanations and elements, advantages and disadvantages of using the cloud service, which are the framework for decision making and assessing the viability of the enterprise cloud business, using the example of enterprise ERP bootstrapping.

Ključne reči: poslovanje u oblaku, menadžment informacioni sistem, informacione tehnologije, ERP u oblaku.

Keywords: business in the cloud, management information systems, information technology, ERP in cloud.

1. UVOD

Poslovanje u oblaku je nastalo kao potreba kompanija da smanje svoje troškove, pri kupovini računara i softvera.
Još jedan od velikih problema, jeste minimalna iskorišćenost ovih kupljenih računara. Vršenjem analize ovog samog problema, dolazi se do zaključka da se samo 19 posto realnih mogućnosti ovih računara iskoristi. Zbog toga kompanije zakupljuju servere od Amazon, Google, Yahoo, i drugih kompanija koje omogućavaju da dobiju tri proizvoda u jednom:
- hardver kroz virtualizaciju,
- softversku platformu, koja omogućava pokretanje aplikacija i
- aplikaciju koja obavlja neki posao.

Značaj ovog vida računarstva je u tome što omogućava da sa minimalnom konfiguracijom vašeg računara i dobrom Internet vezom, koristite vama potrebne resurse gde god da se nalazite.
Oblak servis se iznajmljuje na zahtev, omogućava korisniku da zauzme onoliko prostora nekog servisa koliko želi i servis u potpunosti obezbeđuje provajder. Organizacije za ovu uslugu plaćaju mesečne zakupnine, tako da ne postoji potreba za trenutnim i velikim ulaganjima kapitala u sopstveni hardver i softver koji će se amortizovati u budućnosti [2]. Definicija Oblak računarstva po Gartner-u i Forrester-u:
1) „Oblast računarstva u kojoj se veoma veliki informatički kapaciteti obezbeđuju u vidu usluge isporučene putem Interneta brojnim eksternim potrošačima.“ (Daryl Plummer, Gartner)
2) „Virtualno, visoko smanjena i kontrolisana računarska infrastruktura koja hostuje aplikacije namenjene krajnjim korisnicima i čije se usluge naplaćuju na bazi ostvarene potrošnje.“ (Forrester) [3].
Američki Nacionalni institut za standarde i tehnologiju (NIST) računarstvo u oblaku definiše kao „model koji omogućava jedinstven, precizan i pristup na zahtev podeljenom pulu računarskih resursa koji mogu da se konfigurišu (kao što su mreže, server, storidži, aplikacije i usluge), koji mogu da se brzo realizuju i kojima se upravlja sa minimalnim resursima ili sa minimalnom interakcijom sa provajderima usluga..." [4].
Računarstvo u oblaku se može definisati kao poslovni model gde se IT infrastruktura, platforma i(li) softver iznajmljuju u vidu servisa ((Infrastructure as a Service - laaS, Platform as a Service - PaaS, Software as a Service - SaaS), pri čemu se pomenuti resursi isporučuju preko Interneta, a usluga naplaćuje na osnovu potrošnje. Zahvaljujući tome kompanije korisnici mogu da se u potpunosti posvete svom osnovnom biznisu, dok ih u ovom domenu servisiraju isporučioci usluga. Na ovaj

način one prebacuju težište sa kapitalnih troškova (ulaganje u opremu, uređaje) na operativne, a brigu o održavanju i funkcionisanju vodi isporučilac servisa.

2. RAČUNARSTVO U OBLAKU

Računarstvo u oblaku ima mnoge poznate **prednosti:**
- najveća prednost računarstva u oblaku svakako je **smanjenje troškova**. Samim tim što nemate računare i opremu u fizičkom smislu te reči, ne može ni da dođe do njene neiskorišćenosti, što predstavlja takođe jedan veliki poslovni trošak. Pri poslovanju u cloud-u vi plaćate onoliko koliko koristite.
- sledeća velika **prednost primene** ove tehnologije leži u njenoj **efikasnosti**. Poslovanjem u oblaku vi omogućavate svojim zaposlenim da **brže i lakše pristupaju** podacima i razmenjuju ih. Oni mogu u potpunosti da se fokusiraju na svoj posao, a ne da vode brigu o programima i računarima. To rade oni od kojih ste iznajmili prostor u oblaku.

VRSTA TROŠKOVA	TROŠKOVI BEZ OBLAK SISTEMA U EUR	TROŠKOVI SA OBLAK SISTEMOM U EUR
Nabavka računara	25.000	12.500
IT podrška	5.000	1.000
Nabavka softvera	15.000	7.500
Iznajmljivanje prostora za smeštaj servera i baze podataka	10.000	0
UKUPNO	55.000	21.000

Tabela 1. Troškovi nabavke računara, IT podrške, nabavke softvera, iznajmljivanje prostora za servere, sa i bez primene oblak sistema

Rizici poslovanja u oblaku se ogledaju kroz:
- **bezbednost podataka** – o njoj brine kompanija od koje iznajmljujete prostor u oblaku,
- **nedozvoljen pristup podacima** – hakerski i drugi napadi mogu dovesti do pristupa vašim informacijama, njihove krađe, a zatim i zloupotrebe,
- **pravni rizici** – da li postoje odobrenja od strane klijenata i korisnika za čuvanje njihovih informacija i da li je poslovanje u saglasnosti sa GDPR regulativom,
- **smanjena kontrola** – samim tih što tehnologija nije u vašem vlasništvu, vi nećete imati potpunu kontrolu i
- **nemogućnost pristupa podacima** – kompanija koja čuva vaše podatke može da vam onemogući pristup.

2.1. Atributi računarstva u oblaku

Pet atributa koji opisuju računarstvo u oblaku su:

- baziranost na uslugu: potrošač brine samo o činjenici da se sve isporučuje kao usluga;
- skalabilnost i elastičnost: usluge na zahtev mogu da povećaju i smanje resurse po potrebi;
- podeljenost: usluge može da deli veći broj korisnika i da tako gradi skalabilnu ekonomiju;
- metrika korišćenja: omogućava razne metrike za naplatu korišćenja
- internet tehnologije: sve tehnologije su dostupne preko Interneta

Slika 1. Računarstvo u oblaku

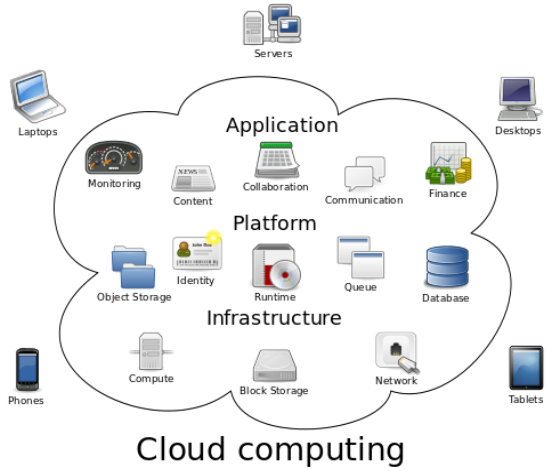
Usluge računarstva u oblaku mogu da se svrstaju u četiri kategorije:

- Softver: Korisniku je pružena mogućnost upotrebe dostupnih aplikacija koje se nalaze u infrastrukturi oblaka. Aplikacije su dostupne putem Interneta s različitih klijentskih uređaja, koji su tanki klijenti (PDA uređaji, tableti, mobilni telefon) i bogati klijenti (desktop i laptop računari). Aplikacije mogu biti besplatne, a ukoliko se plaćaju najčešći model je pretplata, mesečna ili godišnja. Nedostatak ovog modela nabavke softvera je što su aplikacije univerzalne, odnosno korisnik ima ograničene mogućnosti podešavanja aplikacije, što onemogućava prilagođavanje specifičnim potrebama korisnika. Provajder je vlasnik pozadinske infrastrukture, uključujući mrežu, servise, operativne sisteme, sistem za skladištenje podataka, kao i konkretnog sofvera koji je dostupan velikom broju korisnika preko internet pregledača. Provajder klaud usluge ima kontrolu nad kompletnom infrastrukturom, dok korisnik jedino može definisati pravo pristupa iznajmljenom softveru, npr. ko u okviru firme može pristupati iznajmljenom softveru. Korisnici dele resurse provajdera na kojima se nalazi iznajmljeni program. S korisničke strane to znači da nema dodatnog softverskog ili hardverskog ulaganja, kao ni usluga održavanja sistema za koje je sada zadužen provajder. Neki od primera su Google Apps, Microsoft Office 365
- Platforma: Usluga se odnosi na razvojnu okolinu i potreban paket softverskih podsistema. Korisnik može razvijati, testirati i distribuirati vlastite aplikacije koje se pokreću na infrastrukturi provajdera klaud usluge. Provajder obezbeđuje platformu i izvršno okruženje koji najčešće uključuju: servere, mrežnu infrastrukturu, centar za skladištenje podataka, operativne sisteme i programske jezike. Neki provajderi daju mogućnost automatskog prilagođavanja obima resursa tako da ih korisnik ne mora dodatno alocirati. Korisnik ima kontrolu nad aplikacijama i posredničkim slojem dok provajder klaud usluge kontroliše ostale slojeve infrastrukture, ali korisnik može imati mogućnost izbora strukture okoline. Pogodnost je što tim koji radi na razvoju softvera nije ograničen geografskom lokacijom resursa ili ostalih članova tima.

Neki od primera su Amazon Elastic Beanstalk, Google App Engine, и Microsoft Azure.

➢ Infrastruktura: Osnovni model klaud usluge gde je korisniku kao usluga pružena mogućnost korišćenja računarske infrastrukture uglavnom virtuelne platforme. Korisniku je pružena mogućnost upravljanja obradom, skladištenjem, umrežavanjem i drugim osnovnim računarsnkim resursima. Korisnik može pokrenuti različite vrste programske podrške, od operacionog sistema do aplikacija i on je odgovoran za održavanje softvera. Korisnik može imati i ograničeni nadzor nad odabranim komponentama umrežavanja. Za širokopojasni pristup može se koristiti internet ili se u nosećem oblaku (енгл. *Carrior Cloud*) može definisati posvećena VPN (енгл. *Virtual Private Network*) konekcija. Neki od primera su Amazon CloudFormation (EC2), Rackspace Cloud, Google Compute Engine

➢ Upravljanje i bezbednost: usluge koje omogućavaju pristup, upotrebu i isporuku na svim nivoima usluga u oblaku.



Slika 2. Komponente računarstva u oblaku [6]

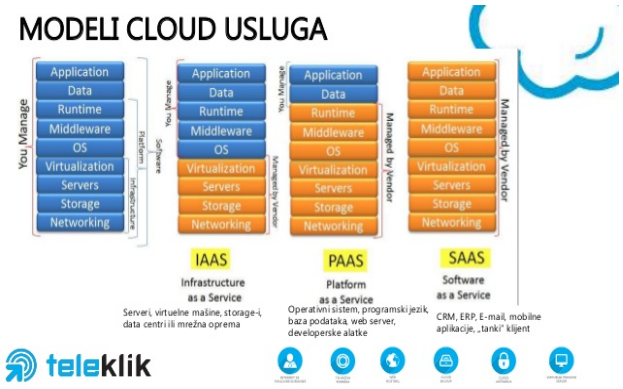
Računarstvo u oblaku bazira se i na jednom ili više modela usluga, među kojima su:

❖ **Javni oblak** - Klaud provajder omogućava pristup resursima kao što su aplikacije, skladišta za podatke i drugi resursi dostupni za javnost, nezavisno da li se radi o pojedincima ili organizacijama, putem interneta. Usluge mogu biti besplatne ili se koristi model plaćanja po korišćenju (енгл. *pay-per-usage*). Infrastruktura se nalazi u vlasništvu provajdera i nije dostupna za uvid ili kontrolu korisnicima. Infrastruktura javnog oblaka podrazumeva deljene resurse za korisnike. Najčešće provajderi omogućavaju pristup preko Interneta, direktna komunikacija nije moguća. Delovi javnog oblaka mogu biti i pod isključivom upotrebom samo jednog korisnika, čineći tako privatni centar podataka.

❖ **Privatni oblak** - Privatni oblak je napravljen isključivo za upotrebu jednog klijenta, rezervisan centar podataka za tog klijenta, koji može biti unutar organizacije ili hostovan od strane klaud provajdera. IT službe kompanija ili provajder klaud usluga grade privatne oblake i upravljaju njima.Organizacije koje poseduju privatni oblak imaju potpunu kontrolu nad strukturom oblaka. Interni oblak - podskup privatnog oblaka i internog oblaka je IT sposobnost koja se nudi kao usluga preko IT organizacija kako bi se lakše odvijalo poslovanje. Na primer: IT organizacija gradi visoko virtuelizovano okruženje koje treba da postane infrastrukturni provajder za interne aplikacione programere. U tipičnoj IT organizaciji, oni koji razvijaju aplikacije zahtevaju da se radi preko IT infrastrukturnog operacionog tima kako bi se nabavila adekvatna razvojna i proizvodna aplikaciona platforma (hardver, OS...) koja je neophodna za novu aplikaciju. U ovom modelu, infrastrukturni tim nabavlja IT infrastrukturu nalik oblaku za svoj razvojni aplikacioni tim (ili bilo koji drugi tim).

❖ **Zajednički oblak** - Zajednički oblak je oblak koji deli nekoliko organizacija. Infrastruktura podržava posebne zajednice koje imaju zajedničke potrebe, misije, zahteve sigurnosti i slično. Njima mogu upravljati same organizacije ili neko drugi (provajder usluga). Ovde se troškovi dele između samo nekoliko klijenata tako da su mogućnosti uštede ograničene.

❖ **Hibridni oblak** - Strukturu oblaka čine dva ili više različitih oblaka (privatni, zajednički ili javni) koji ostaju jedinstveni entiteti, ali su međusobno povezani standardizovanim ili prikladnim tehnologijama koje omogućavaju efikasan prenos podataka ili aplikacija. Hibridni oblaci povezuju javne i privatne modele oblaka. Mogućnost proširivanja privatnog oblaka s resursima javnog oblaka može se koristiti za održavanje uslužnih nivoa kako bi se lakše izdržala velika opterećenja. Hibridni oblak se takođe može koristiti za upravljanje planiranim velikim opterećenjima. Hibridni oblaci se susreću sa složenošću određivanja kako raspodeliti aplikacije po javnom i privatnom oblaku.



Slika 3. Modeli usluga računarstva u oblaku

Računarstvo u oblaku "kao usluga" ("As a Service")

Računarstvo u oblaku je postavilo norme za nove IT mogućnosti koje pojedincima i kompanijama omogućavaju izbor isporuke IT usluge. Rast platformi pod oblakom / vebom omogućava poslovanje kompozitnim aplikacijama i ima potencijal i uticaj na IT poslovanje. Da bi plasirali informacije vezane za isporuku, veb sajtovi i vebbazirane aplikacione funkcionalnosti kao kompozitne usluge su ključni katalizator koji omogućava isporuku po modelu "sve kao usluga."

Softver kao usluga *(Software as a Service - SaaS)*

Korisnici imaju mogućnost upotrebe aplikacija postavljenih na oblaku i one im mogu biti dostupne putem Interneta sa različitih uređaja od PDA, tableta,

mobilnih telefona kao i lapop i desktop računara. Mogu se koristiti besplatne aplikacije ili plaćeni modeli putem mesečne ili godišnje pretplate. Aplikacije su univerzalne i korisnik ima ograničene mogućnosti podešavanja i prilagođavanja. Vlasnik pozadinske, back end, infrastrukture, mreže, servisa, operativnih sistema i softvera je provajder i on ima kontrolu nad kompletnom infrastrukturom dok korisnik u okviru svoje kompanije može definisati prava pristupa iznajmljenom softveru. Korisnici praktično dele resurse na kojima se nalazi iznajmljeni softver – nemaju troškove ulaganja u softver ili često hardversko obnavljanje kao ni održavanje sistema jer za to plaćaju uslugu provajderu. Primeri ovog tipa oblaka su Google Apps, Microsoft Office 365.

Platforma kao usluga *(Platform as a Service - PaaS)*

Usluga podrazumeva razvojno okruženje i za to potreban paket određenih softverskih alata. Korisnik je u mogućnosti da razvija, testira i ditribuira sopstvene aplikacije koje se pokreću na platformi dobavljača usluge računarskog oblaka. Dobavljač obezbeđuje infrastrukturu i izvršno okruženje koje može uključivati servere, mrežnu infrastrukturu, centar za skladištenje podataka, operativne sisteme i programske jezike. Korisnik ima punu kontrolu nad aplikacijama i posredničkim slojem dok provajder oblaka kontroliše ostale slojeve infrastrukture. Platformi mogu pristupati članovi tima koji se nalaze na geografski udaljenim lokacijama a rade na razvoju iste aplikacije. Primeri oblaka su Google App Engine, Microsoft Azurei Amazon Elastic Beanstalk.

Infrastruktura kao usluga *(Infrastructure as a Service - IaaS)*

Korisniku je u ovoj vrsti oblaka omogućeno korišćenje određene računarske infrastrukture na virtuelnim platformama. Kroz IaaS korisniku se na raspolaganju nalaze diskovi, računari ili mrežni resursi na kojima on može pokretati operativne sisteme, sopstvene programe ili bilo koje programe. IaaS predstavlja osnovni Cloud servis, kao brz i lak način da korisnici bez inicijalnih investicija i uz niske troškove povećaju kapacitet svojih trenutnih IT resursa ili da ih u potpunosti iznajme. Korisnici nemaju obavezu da razmišljaju o održavanju skupe opreme i o obezbeđivanju adekvatnog prostora gde bi ona bila smeštena, kao i na kupovinu odgovarajućih licenciranih softvera da bi dobili potpunu bezbednost i sigurnost svojih podataka. Neki od primera su Amazon CloudFormation (EC2), Rackspace Cloud, Google Compute Engine.

2.2 Cloud pomak

Računarstvo u oblaku uključuje: mogućnost da adresira visoko poželjne, nepredvidive i projektno orijentisane zahteve, beskonačno dostizanje vrsnih opterećenja, dobit od masivnih jeftinih storidža, povećanje lične i grupne produktivnosti i partnersku interakciju. [7]

Računarstvo u oblaku takođe dozvoljava pomak sa fiksnih na promenljive operacione troškove, brži povratak investicije, manje troškove razvoja, instalacije, rada i promena, kao i mogućnost da neke od usluga budu besplatne.

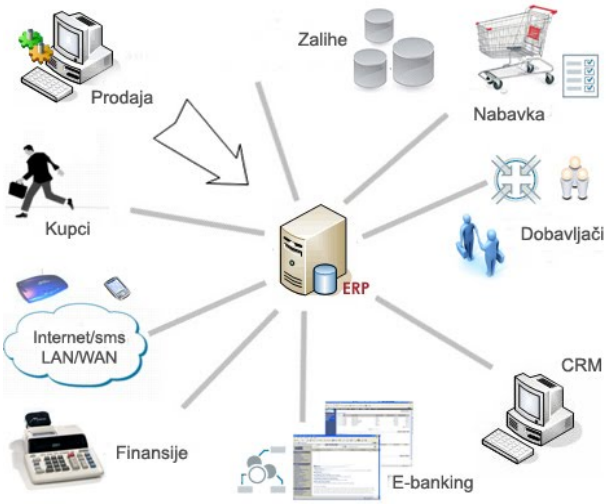
Računarstvo u oblaku dopušta pojednostavljenu nabavku, transakcioni model cene, ugovaranje i nivoe usluga bazirane na pristupu preko pretraživača, sa mogućnošću da se podrži rad na daljinu. Ohrabruje se i upotreba standardizovanih resursa i aplikacija. Ovi novi modeli dozvoljavaju korisnicima da budu sastavni deo provajderovih stalnih inovacionih usluga pod oblakom, koje podižu nivo inovacija i spuštaju cene.

Svi ovi trendovi su kombinovani da stvore jedinstvenu situaciju: softver na nivou organizacije je sada dostupan kompanijama svih veličina. Male i srednje organizacije mogu sebi priuštiti pristup najkvalitetnijim CRM, ERP, Data Warehousing, BI ili bilo kojim drugim vrstama sistema koje smatraju neophodnim.

3. ERP U OBLAKU

Još od pojave Enterprise Resource Planning (ERP) sistema u ranim 90-im godinama, kompanije su se borile da uspostave ravnotežu između visokih troškova i kompleksnosti sistema naspram potrebe za prilagođenim funkcijama i fleksibilnosti.

Nedavno se pojavio treći model sistema u kojem se ERP sistem distribuira iz oblaka, a krajnji korisnik mu može pristupiti putem veb pretraživača. Ovo rešenje nudi značajne prednosti, uključujući i kapitalne izdatke, niže ukupne troškove i bržu implementaciju. Pre donošenja konačne odluke o korišćenju ERP sistema u oblaku, postoji nekoliko pristupa koje IT lideri treba da razmotre. U daljem radu daje se analiza prednosti i izazova ovih sistema.



Slika 4. ERP u oblaku

3.1 Prednosti ERP-a u oblaku

Kratka istorija ERP sistema je obeležena značajnim uspesima, ali je i ozloglašena neuspesima u koje se ubrajaju, pre svega, troškovi i kompleksnost implementacije. Iz tog razloga, cilj oblaka je da da novi način za rešavanje ERP-ovih ozloglašenih karakteristika.

Trošak

Za razliku od kupovine ERP sistema, naknada za korišćenje ERP-a u oblaku plaća se kroz model pretplate, koja obično obuhvata softver, troškove hostinga i podršku. Tako da je početni kapital potreban za

realizaciju rashoda značajno manji nego za tradicionalne sisteme, a operativni troškovi često mogu biti niži [8].
Provajderi bazirani na oblaku mogu da unaprede njihove ponude sa relativnom lakoćom u zavisnosti od potreba i rasta organizacije. Prodavci su odgovorni za održavanje hardvera i softvera, uključujući sva ažuriranja i osvežavanja. Oni takođe pružaju neophodne rezervne kopije, monitoring sistema i korisničku podršku.
Prebacivanje ove odgovornosti bi trebalo da omogući kompanijama smanje veličine svojih IT organizacija i osloboditi resurse za druge aktivnosti. Ukupan trošak organizacije za rešenje zasnovano na vebu može biti 50 do 60 odsto manje nego za tradicionalno rešenje, tokom perioda od 10 godina.

Brza implementacija
Jedan od glavnih nedostataka ERP sistema je njegova implemantacija u organizaciji. Za nju su obično potrebni meseci, a ponekad i godine.
Rešenje zasnovano na vebu, sa druge strane, nudi osnovnu konfiguraciju sa ograničenim spektrom opcija koje su dizajnirane da zadovolje zahteve većine organizacija – pristup koji može značajno da smanji vremenski period za rešavanje najkritičnijih potreba organizacija. Koliko je vremena potrebno da se implementira ERP sistem u oblaku, određuje se u zavisnosti od veličine organizacije, ali i od vremena potrebnog da se ažuriraju svi pogođeni poslovni procesi i pretvore u relevantne podatke. Drugim rečima, kompanije moraju izmeniti svoje poslovne prakse da bi se uklopile u sistem ukidanja tradicionalnih ERP primena i značajno smanje kompleksnost. Uprkos ograničenjima konfiguracije, sistemi u oblaku su dizajnirani da omoguće kompanijama brzo dodavanje novih poslovnih funkcija.

Fleksibilnost i skalabilnost
Prodavci su za kompanije koje koriste usluge ERP-a u oblaku omogućili nove načine za sticanje novih softvera i funkcija, bez prolaska kroz uobičajene glomazne procese kupovine i isporuke softvera. Npr. SAP i Salesforce com., ima ponudu novih aplikacija za naprednu analitiku, saradnju, upravljanje finansijama, preko veb prodavnica kao što je iTunes Store.

3.2 Ograničenja ERP-a u oblaku

Usluge ERP-a u oblaku su još uvek nove na tržištu i nedovoljno su ispitane, tako da je to jedan od glavnih razloga bojazni većine organizacija. Drugi osnovni problemi uključuje ograničenu funkcionalnost i prilagođavanje, i percipirani rizik podataka.

Ograničena funkcionalnost i raspoloživost
ERP sistemi u oblaku za sada su fokusirani na pružanje usluga jezgra ERP funkcionalnosti, kao što su opšte računovodstvo, nabavke, potraživanja i obaveze. U toku je razvoj novih funkcija kao što su: statističke prognoze, planiranje, upravljanje proizvodnjom i dr., tako da ponuda funkcionalnosti u oblaku, trenutno je siromašnija u odnosu na napredne funkcije tradicionalnog ERP sistema. Osim toga, ERP u oblaku je trenutno ograničen i geografski, tako da većim delom ne može podržati zahteve svakog regiona u kome organizacija posluje.

Smanjeno prilagođavanje i integracija
U poređenju sa tradicionalnim, rešenje u oblaku nudi ograničen spektar opcija za konfiguraciju. Opcija korišćenja ERP-a u oblaku je najprikladnija za kompanije koje koriste visoko standardizovane poslovne procese u oblastima kao što su prodaja, nabavka i potraživanje. ERP u oblaku možda neće biti u stanju da se nosi sa potrebama organizacije sa visoko prilagođenim poslovnim procesima ili visoko razvijenim arhitekturama određenih aplikacija [8]. Na primer, SAP na zahtev ERP sistema za male i srednje organizacije nudi samo standardne konekcije
preko NetVeaver i integraciju sa zajedničkim aplikacijama poput Salesforce.com.

Uočeni rizici podataka
Kompanije koje izaberu ERP sistem u oblaku moraju biti spremne da veruju nezavisnom provajderu i sa njim dele informacije kompanije, kao što su finansijski podaci ili narudžbenice kupaca. Važno je napomenuti da u te svrhe postoje određeni regulatorni zahtevi, kao što je SAD Međunarodni propis prometa oružja i specifične poslovne potrebe, koji uključuje čuvanje visoko poverljivih podataka i intelektualne svojine. S obzirom na mere koje mogu biti preduzete protiv provajdera poslovanja u oblaku, čiji je cilj da obezbedi sigurnost, percepcija povećanog rizika ima tendenciju da bude zasnovana više na nepoznavanju tih novih opcija nego na stvarnim bezbednosnim rizicima.

Organizacioni otpor
IT organizacije koje koriste tradicionalni ERP sistem su u većini organizacija već oformile timove i razvili veštine potrebne da rade u ERP okruženju, uključujući podatke, hosting, podršku, održavanje i tekući razvoj aplikacija, tako da će se verovatno osećati ugroženo na predlog o pokretanju ERP aplikacije u oblaku.

4. Zahtevi standarda u Cloud okruženju

Osim već uobičajenog poštovanja zahteva standarda informacione bezbednosti ISO/IEC 27001 i smernica za sajber bezbednost ISO/IEC 27032 potrebno je posebnu pažnju obratiti na zahteve sledećih standarda:
- ISO/IEC 17789 - Informacione tehnologije - Klaud računarstvo – Referentna arhitektura - definiše referentnu arhitekturu (cloud computing reference architecture - CCRA) klaud računarstva. Referentna arhitektura obuhvata ulogu, aktivnosti i funkcionalne komponente i njihove veze u klaud računarstvu.
- ISO/IEC 17826 - Informacione tehnologije - Cloud Data Management Interface (CDMI) - standard CDMI je namenjen programerima aplikacija koji implementiraju ili koriste skladište u oblaku. Dokumentuje zahteve za pristup skladištu podataka u oblaku i kako upravljati podacima koji su tamo pohranjeni.
- ISO/IEC 18384-2 - Informacione tehnologije - Referentna arhitektura za servisno orijentisanu arhitekturu (SOA RA) - deo 2: opisuje referentnu

arhitekturu za SOA rešenja koja se odnosi na funkcionalni dizajn, performanse, razvoj, upotrebu i upravljanje SOA rešenjima. Sadrži okvir nezavisan od domena, koji se bavi funkcionalnim i nefunkcionalnim zahtevima, kao i mogućnostima i najboljim praksama za podršku tim zahtevima.
- ISO/IEC 18384-3 - Informacione tehnologije - Referentna arhitektura za servisno orijentisanu arhitekturu (SOA RA) - deo 3: Ontologija servisno orjentisane arhitekture - definiše formalnu ontologiju za servisno orijentisanu arhitekturu (SOA), arhitektonski stil koji podržava orijentaciju usluge.
- ISO/IEC 19086-3 - Informacione tehnologije - Klaud računarstvo - Ugovor o nivou usluge (SLA) okvir - deo 3: Osnovni zahtevi za usaglašavanje - definiše osnovne zahteve usklađenosti za ugovore o nivou usluge (SLA) za usluge u oblaku na bazi ISO / IEC 19086-1 i smernice o osnovnim zahtevima usklađenosti. Ovaj dokument koriste i dobavljači i korisnici usluga u oblaku.
- ISO/IEC 19086-4 - Klaud računarstvo - Ugovor o nivou usluge (SLA) okvir - deo 4: Komponente bezbednosti i zaštite PII (personally identifiable information) - opisuje bezbednost i zaštitu ličnih identifikacionih komponenti informacija, SLO (Cloud Service Level Objectives) i SQO (Cloud Service Qualitative Objectives) za sporazume o nivou usluga u oblaku (cloud SLA), uključujući zahteve i smernice.
- ISO/IEC 19941 - Informacione tehnologije - Klaud računarstvo - Interoperabilnost i prenosivost - precizira Cloud Computing interoperabilnosti i prenosivost tipova, odnos i interakcije između ova dva aspekta poprečnog preseka cloud computing i zajedničke terminologije i koncepata koji se koriste kako bi razgovarali o interoperabilnosti i prenosivost, posebno u vezi cloud servisa.
- ISO/IEC 19944 - Informacione tehnologije - Klaud računarstvo - Cloud usluge i uređaji: protok podataka, kategorije podataka i upotreba podataka - opisuje različite vrste podataka koje teku u okviru uređaja i cloud computing ekosistema; opisuje uticaj povezanih uređaja sa podacima koji teku unutar cloud computing ekosistema; opisuje tokove podataka između cloud usluga, klijenata cloud usluga i korisnika cloud usluga; pruža osnovne koncepte, uključujući taksonomiju podataka i identifikuje kategorije podataka koje teku preko uređaja kupca cloud usluga i cloud servisa.
- ISO/IEC 20933 - Informacione tehnologije - Distribuirane aplikacionee platforme i usluge (DAPS) - Okvir za distribuirane sisteme pristupa u realnom vremenu - Ovaj dokument opisuje okvir za distribuirani sistem pristupa u realnom vremenu
- ISO/IEC TR 22678 - Informacione tehnologije - Klaud računarstvo - Smernice za razvoj politika - Ovaj dokument pruža smernice o korišćenju međunarodnih standarda kao alata u razvoju onih politika koje upravljaju ili regulišu provajdere klaud usluga (CSP) i klaud usluga, kao i one politike i prakse koje regulišu upotrebu usluga u oblaku u organizacijama.
- ISO/IEC TR 23186 - Informacione tehnologije - Klaud računarstvo - Okvir poverenja za obradu podataka iz više izvora - Ovaj dokument opisuje okvir poverenja za obradu podataka iz više izvora koji uključuje obaveze i kontrole upotrebe podataka, poreklo podataka, lanac čuvanja, bezbednost i nepromenjivi dokaz usaglašenosti kao elemente okvira.
- ISO/IEC TR 30102 - Informacione tehnologije - Distribuirane aplikacionee platforme i usluge (DAPS) - Opšti tehnički principi servisno orijentisane arhitekture - opisuje opšte tehničke principe na kojima se bazira servisno orijentisana arhitektura (SOA), uključujući principe koji se odnose na funkcionalni dizajn, performanse, razvoj, raspoređivanje i upravljanje. Sadrži tehnički okvir nezavisan od domena, koji se bavi funkcionalnim i nefunkcionalnim zahtevima.

5. ZAKLJUČAK

Za ocenu MIS-a organizacija postoji nekoliko različitih varijabli koje treba uzeti u obzir počev od pouzdanosti i stabilnosti softvera sve do dostupnosti kvalitetne podrške. Oblak računarstvo je omogućilo kompanijama svih veličina da mogu da ponude isporuku visoke dostupnosti. Isporukom softvera kao usluge, u oblaku, postaje mnogo jednostavnije da se stvori redundantna arhitektura koja je u stanju da rukuje i predimenzioniranim opterećenjima i ograničenim zastojima u radu. Takođe, razvojni proces u celini postaje mnogo jeftiniji. Podrška za rad na daljinu je jedna od karakteristika poslovanja u oblaku.
Kompanije, uzimajući u obzir kompromise koji su uključeni za korišćenje ERP sistema baziranog na oblaku, moraju pažljivo proceniti da li je to pravi izbor. Osnovna dva, ujedno i ključna faktora se izdvajaju od svih ostalih: veličina i složenost implementacije sistema.
Najverovatniji kandidati za ERP sistem u oblaku su male i srednje organizacije, jer je implementacija brža i troškovi su relativno niski. Za složenije organizacije, ERP sistem u oblaku i nije najbolja opcija za sada. Pojedine organizacije mogu imati koristi od takozvanih hibridnih modela, gde je većina ERP funkcionalnosti zadržana u tradicionalnom okruženju, a tek se neke aplikacije realizuju kroz oblak**.**

6. LITERATURA

1. Živadinović, J., Medić, Z., Menadžment informacioni sistem, PEP, Beograd, 2013.
2. Kočović, P., Računarstvo u oblaku, Internet ogledalo - Business & Technologies magazine – IT za direktore, spec. izdanje., GM Business &Lifestyle, ISSN 1821-4177
3. gartner.com/technology/topics/cloud-computing.jsp
4. http://www.nist.gov/itl/csd/cloud-102511.cfm
5. http://www.infotech-school.com/
6.http://mykubenetworks.co.uk/2012/04/what-is-cloud-computing/
7. Blagojević M., Ilić Đ., Petkov D. Poslovanje u oblaku uz primenu menadžment informaiconih sistema, 2014.
8. Talijan, M., Računarstvo u oblaku, Internet ogledalo - Business & Technologies magazine – IT za direktore, spec. izdanje., GM Business &Lifestyle, ISSN 1821-4177
9. Utzig, C., Holland, D., Horvath, M., Manohar, M., ERP in the Cloud, Is It Ready?Are You?, Booz & Company, 2013.

Napredna detekcija pozicije objekata u prostoru
Advanced position detection of objects in space

Vladan D. Borović[1], Dejan D. Rančić[2], Olivera R. Pronić-Rančić[2], Igor I. Dumančić[3]
Ministarstvo unutrašnjih poslova, Beograd, Srbija[1]
Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu, Srbija[2]
Penta sistemi d.o.o. Beograd, Srbija[3]

Sadržaj – *Sistemi za naprednu detekciju pozicije objekata u prostoru predstavljaju primenu modernih tehničkih dostignuća prilikom procesa određivanja položaja pokretnih objekata i praćenja njihovog kretanja. Upotrebnu vrednost i potvrdu preciznosti dobili su primenom u sportovima, pre svega tenisu, fudbalu, košarci i kriketu, automobilskoj industriji, kao i policijskim i vojnim oblastima. Danas su ti sistemi nezamenljiv faktor u detekciji i predviđanju pozicije svih pokretnih objekta. U ovom radu opisani su najvažniji elementi naprednih sistema za detekciju. Navedeni su i praktični, eksperimentalni primeri primene projektovanog sistema u realnim uslovima.*

Abstract - *Systems for advanced detection of the position of objects in space represent the application of modern technical achievements in the process of determining the position of moving objects and monitoring their movement. Usable value and validity have been obtained in sports, primarily tennis, football, basketball and cricket, the automotive industry, as well as police and military fields. Today, these systems are an indispensable factor in detecting and predicting the position of all moving objects. This paper describes the most important elements of advanced detection systems. Practical examples of the designed system application in real conditions are also given.*

1. UVOD

Poznato je da se pozicije objekata u prostoru određuju na osnovu principa triangulacije. Ovaj matematički način proračuna položaja se sastoji od niza matematičkih funkcija. Ovaj termin se često sreće u oblasti telekomunikacija i policijskim primenama, kod pronalaženja i lociranja mobilnih telefona i njihovih korisnika, [1]. Godinama se ispravnost ovog načina određivanja pozicije potvrđuje u praktičnom korišćenju, pre svega na terenu i u akcijama.

Triangulacija je proces određivanja lokacije tačke merenjem uglova ka njoj iz poznatih tačaka na suprotnim stranama fiksirane osnovne linije. Ta tačka postaje treća fiksna tačka trougla, sa jednom poznatom stranom i dva poznata ugla. Inače se ta metoda najviše koristi u trigonometriji i geometriji, [2].

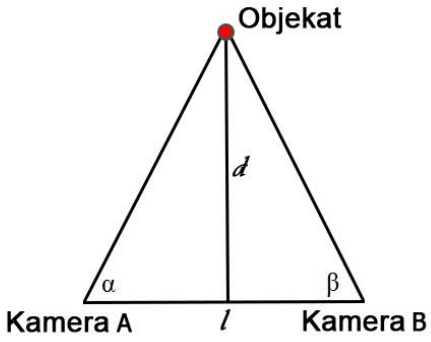
Triangulacija takođe može da se odnosi na precizan nadzor sistema sa velikim trouglovima, koji se nazivaju triangualacionim mrežama. Rad na ovu temu je započeo nizozemski matematičar Willebrord Snell-a u 1615. i 1617. godini, koji je dokazao kako je moguće lociranje tačke uz pomoć uglova koje formiraju tri poznate tačke, [3]. Ovaj problem nazvan je resekcionisanje. Takvi metodi triangulacije za nadzor i pregled velikih površina na Zemlji, velikih geografskih područja, masovno su se koristili do puštanja u upotrebu prvih Globalnih Navigacionih Satelitskih Sistema, početkom osamdesetih godina prošlog veka.

2. DETEKCIJA POZICIJE

Precizno, triangulacija je metoda za određivanja tačnih koordinata i udaljenosti od tražene tačke proračunavanjem dužine jedne strane trougla, kada su poznate vrednosti uglova i strana trougla koji formiraju ta tačka i druge dve poznate, referentne tačke.

U naprednim sistemima za praćenje pokretnih objekata, na primer lopti u tenisu i fudbalu, pozicija praćenog objekta se određuje uz pomoć kvalitetnih video kamera.

Na Slici 1. prikazano je određivanje 2D pozicije posmatranog objekta metodom triangulacije, gde su poznate referentne tačke, iz pomenute deficije, precizne pozicije dve video kamere postavljene i kalibrisane na tačno određeni način.



Slika 1. Metoda triangulacije i određivanje pozicije

Na Slici 1 uvedene su sledeće oznake:
l – rastojanje između referentnih tačaka
Kamera A – prva referentna tačka
Kamera B – druga referentna tačka
d – udaljenost posmatranog objekta od referente strane trougla
α i β – uglovi između objekta i referentnih tačaka

Na osnovu tih postavki dobijamo sledeću jednačinu:

$$l = \frac{d}{\tan\alpha} + \frac{d}{\tan\beta} \qquad (2.1)$$

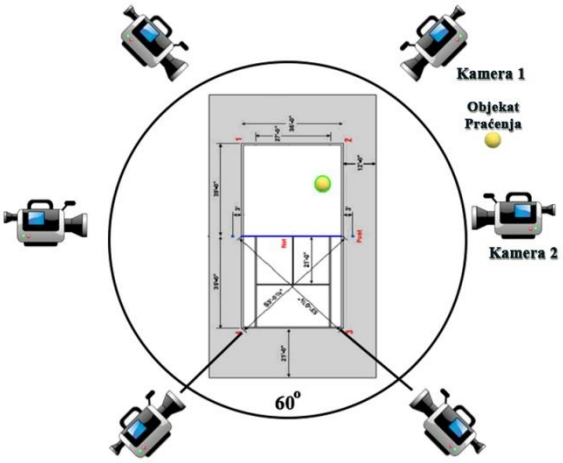
Iz jednačine (2.1) dalje sledi:

$$d = l / \left(\frac{1}{\tan\alpha} + \frac{1}{\tan\beta}\right) \qquad (2.2)$$

gde je *d* udaljenost objekta koju tražimo.

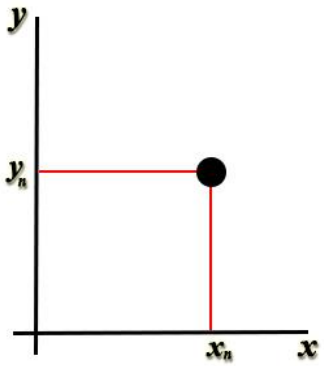
Kako je objašnjeno ranije u skladu sa metodom triangulacije, koordinate i udaljenost od tačke mogu da se proračunaju izračunavanjem dužine jedne strane trougla, sa poznatim zadatim vrednostima uglova i strana trougla koga formiraju ta tačka i druge dve poznate referentne tačke, u našem primeru video kamere. Naročito je važno pomenuti da se formule mogu primeniti u ravni ili u Euklidskom prostoru, [4].

U svakom ovakvom detektovanju pozicije se primenjuje sličan algoritam zasnovan na prostornim matematičkim metodama, [5]. Na početku sve video kamere postavljamo u jednu ravan u nivou terena za igru, tako da posmatraju jednu ravan paralelnu sa terenom. Ako imamo poznate (x_1,y_1) i (x_2,y_2) pozicije proračunate iz prepoznavanja praćenog objekta na dvodimenzionalnim slikama sa Kamere 1 i Kamere 2, kao na slici 2., možemo da proračunamo i 3D poziciju objekta u prostoru. Na slici 2. objekat je prikazan zelenim i žutim krugom na prostoru područja koje pratimo, na određenoj visini iznad tla. Praćeni objekat je mala lopta, sa unapred tačno određenim dimenzijama i karakteristikama, [5].



Slika 2. Određivanje pozicije objekta u 3D prostoru

Video kamere su postavljene pod uglom od 60° jedna u odnosu na drugu, tako da u ovom primeru ukupno obuhvataju pun krug tj. 360° sa šest video kamera. Time se sa manjim brojem video kamera dobija tačna detekcija položaja praćenog objekta u prostoru preko detekcije pokreta neometano od drugih objekata u području koje se posmatra.

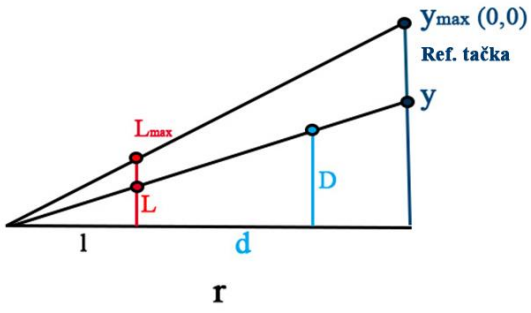


Slika 3. Pogled na Kameri *n*

Na slici 3. u dvodimenzionalnom prostoru dat je pogled na Kameri n. Visinu praćenog objekta u prostoru direktno predstavlja *y* koordinata tj. na slikama sa Kamere 1 i Kamere 2 to su koordinate y_1 i y_2. Ukoliko te dve vrednosti nisu identične onda se uzima srednja vrednost. Zatim se određuje dubina objekta u prostoru, koju vidi Kamera 2. Kada proračunamo tu vrednost, imaćemo sve promenljive koje su nam potrebne da bismo odredili položaj objekta u 3D prostoru. Pretpostavimo da je radijalni ugao, ako ga posmatramo iz središnje linije terena koji je nadzirano područje tj. mreže koja je na sredini područja, između Kamere 1 i Kamere 2 jednak θ, poluprečnik područja nadzora je *r*, (kao na slici 4), a x_1 je koordinata objekta na video kameri u 2D. Dubina objekta, d, u prostoru kako vidi Kamera 2 bi mogla da se proračuna uz pomoć sledeće jednačine:

$$d = r - (r\cos(\theta) + |x_1|\sin(\theta)) \qquad (3.1)$$

gde je:
r – poluprečnik nadziranog područja, krug na kome su postavljene video kamere



Slika 4. Određivanje visine na kojoj je loptica

Poznate veličine su:
L - udaljenost objekta od tla kako se vidi na video kamerama 1-6
L_{max} - maksimalna visina od tla koju video kamera može da registruje
y_{max}- maksimalna visina sa video kamere u važnoj referentnoj tački u koordinatnom početku (0,0) koji se nalazi na sredini mreže tj. terena koji je područje nadzora

r - koja je unapred poznata veličina udaljenosti svake video kamere od koordinatnog početka, poluprečnik kruga na kome su postavljene video kamere

Na osnovu toga imamo sledeće proporcije:

$$\frac{l}{L} = \frac{d}{D} \tag{3.2}$$

i

$$\frac{y}{r} = \frac{D}{d} = \frac{L}{l}, \tag{3.3}$$

iz kojih može da se proračuna:

$$l = \frac{r * L_{max}}{y_{max}} \tag{3.4}$$

U gornjim jednačinama je:

d – dubina objekta u prostoru
D – stvarna visina praćenog objekta u prostoru koji je nadziran

Nepoznata *d* se proračunava primenom metode triangulacije. Sada je jasno da poznajući promenljive d, l, L možemo jednostavno da proračunamo i traženo D, koje predstavlja stvarnu visinu na kojoj se objekat nalazi u odnosu na tlo, u prostoru. Ovaj proces se ponavlja za svaku video kameru iz sistema.

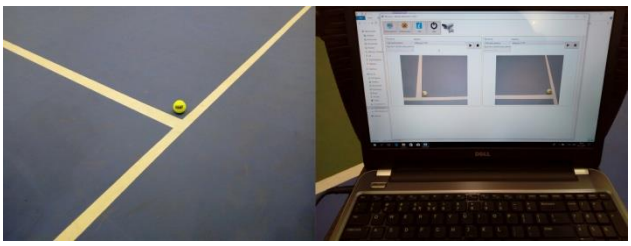
3. EKSPERIMENTALNI PRIMERI I REZULTATI

U toku 2010. i 2015. godine projektovane su različite verzije sistema za detekciju pozicije objekata od strane autora ovog rada.

Slika 5. Eksperimentalno testiranje na dva terena

Napredna verzija sistema je projektovana i testirana 2019. godine. Uvedeni su novi algoritmi za detekciju objekata i njihove pozicije u prostoru. Takođe su razvijene nove softverske aplikacije, izrađene u programskom jeziku C#, MS Visual Studio 2019. programskom okruženju. Prilikom eksperimenata došlo se do veoma važnih naučnih podataka, različitim praktičnim testovima i komparativnim analizama.
Eksperimentalna testiranja su izvedena na profesionalnim teniskim terenima u Jajincima, na dve podloge i pri dnevnim i noćnim uslovima, kako se vidi na Slici 5, sa različitim tipovima video kamera, različitim modovima rada, video rezolucijama, brojem slika u sekundi i različitim algoritmima za detekciju objekata i pozicije.

Na slici 6. prikazano je testiranje softverske aplikacije, autora ovog rada, za detekciju pozicije i kretanja praćenog objekta, loptice na teniskom terenu i pogled iz aplikacije sa dve test kamere. Paralelno je dat, kao poređenje, realan pogled na trećoj video kameri.



Slika 6. Softverska aplikacija, kamere i objekat, loptica

Kroz testiranje dve softverske aplikacije, izrađene u MS Visual Studio C++ i C# programskim jezicima, verzija 2012. i 2019. zatim dve vrste različitih algoritama za detekciju i dve vrste video kamera, algoritama za detekciju objekta i kretanja iz programskih okvira Aforge.NET verzija 2007. i 2013. utvrđeno je koja je kombinacija softverskih i tehničkih postavki najbolji izbor za primenu u naprednim sistemima za praćenje objekata.
U različitim, tačno određenim vremenskim trenucima, ispitana je detekcija posmatranog objekta, teniske lopte, i njena x i y pozicija. Takođe, ispitan je i prikazan broj detektovanih objekata na svakoj slici.

U Tabeli 3.1, prikazani su eksperimentalni rezultati testiranja, izračunata pozicija X i izračunata pozicija Y (u pikselima), detekcije kretanja loptice i dodira sa linijom terena, na slikama sa video kamere u ravni te linije.

Testiranje je izvršeno na video zapisima sa web kamera rezolucije 1 mega piksel i brzine 30 *fps*.
Dobijeni eksperimentalni rezultati pokazuju sledeće:

- Crvenom bojom, frejm 18. obeležen je trenutak dodira loptice sa podlogom, visina 0. Algoritmi iz AForge.NET v2.2.5 daju preciznije i pouzdanije rezultate
- Mogućnost greške u detekciji starije verzije algoritama je znatno veća od novijih

- Obe korišćene softverske aplikacije autora, za praćenje loptice, pokazuju približe rezultate, sa razlikom u brzini rada i odziva koji je na pozitivnoj strani verzije iz 2019. godine

Tabela 3.1 Komparativna analiza 2 verzije algoritama

		AForge.NET v1.2.0 (2007.)		***AForge.NET v2.2.5 (2013.)***	
Frejm (s)	**Objekt (No.)**	**Poz.X (pixel)**	**Poz. Y (pixel)**	**Poz. X (pixel)**	**Poz. Y (pixel)**
11. 0.03	1	16	80	16	79
12. 0.06	1	48	73	49	72
13. 0.09	1	92	68	93	67
14. 0.12	1	136	64	136	63
15. 0.15	1	180	52	180	50
16. 0.18	1	216	36	217	34
17. 0.21	1	253	18	254	16
18. 0.24	1	**287**	**2**	**288**	**0**
19. 0.27	1	298	74	299	72

Na osnovu dobijenih rezultata se može zaključiti:

- AForge.NET v2.2.5 programsko okruženje sa algoritmima daje bolje rezultate u praćenju pokretnih objekata
- Mogućnost greške u elektronskim odlukama starije verzije algoritama je znatno veća od novijih

U policijskim i vojnim oblastima se ovi sistemi koriste pre svega za određivanje pozicije i praćenje lica, vozila, saobraćaja, organizovanih manifestacija i skupova građana, detektovanje položaja oklopnih vozila i vazduhoplova, dronova, ilegalnog krijumčarenja, praćenje kretanja životinjskog sveta i poplava i vatrenih stihija.

4. ZAKLJUČAK

Rad doprinosi objašnjenju funkcionisanja naprednih tehnologija za detekciju položaja, razumevanju i proširenju saznanja o upotrebi modernih tehničko-tehnoloških sistema u sportu i mogućoj primeni u bezbednosnim strukturama.

Na osnovu navedenih eksperimentalnih rezultata, kroz testiranje softverskih aplikacija autora i različitih algoritama za detekciju pozicije objekata, rad daje smernice kako bi trebalo da se projektuju novi, budući sistemi za detekciju pozicije objekata u svetu, koje su prednosti i mane sadašnjih tehnologija, kako izbeći greške u odabiru softverskih aplikacija i algoritama za detekciju pozicije i koju softversko-hardversku kombinaciju je neophodno koristiti za dobijanje tačnih, preciznih i pre svega pouzdanih rezultata detekcije pozicije praćenih objekata u svim oblastima društva.

U radu je i ukratko, u jednom delu, sagledan aktuelni projektovani napredni sistem autora za praćenje pokretnih objekata a kako su takvi sistemi, tehnički, manje poznati široj javnosti, daje nova tehnološka saznanja i pruža mogućnost uvođenja novih ideja za primenu ovih naprednih sistema.

LITERATURA

[1] Triangulation, Wirelless and Mobile, https://searchnetworking.techtarget.com/definition/triangulation (2018, novembar)

[2]Triangulation_(surveying) (2018, decembar) https://en.wikipedia.org/wiki/Triangulation_(surveying)

[3] Willebrord Snell, (2018, novembar) https://en.wikipedia.org/wiki/Willebrord_Snellius

[4] Borović,V. (2015). "Nadzorni sistem za akviziciju signala i detekciju položaja objekata u prostoru", FTN, Novi Sad, Srbija

[5] Borović, V., Spalević, P., Čisar, P., Rančić, D., & Jović, S. (2019). Supervisory system for physical objects spatial location detection. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 521, 781–795. doi:10.1016/j.physa.2019.01.023

STRATEGIJE KONTROLE RIZIKA U PROJEKTIMA UNAPREĐENJA INFORMACIONE SIGURNOSTI
RISK CONTROL STRATEGIES IN INFORMATION SECURITY IMPROVEMENT PROJECTS

Dušica Stevanović, Sara Đenić
Računarski fakultet

Sadržaj - *Svrha ovog rada je da obezbedi skup kvantitativnih pokazatelja kako bi pomogla kompanijama u donošenju odluka. U projektima unapređenja informacione sigurnosti analiza troškova i koristi može dati uvid u ranjivost sistema, kojim redosledom važnosti treba ići i koliko treba uložiti. Povezivanjem novčanog iznosa sa svakim rizikom, ranjivošću, troškovima i preporukama, analiza troškova i koristi omogućava kompanijama da uporede i suprotstave raspoložive alternative i da dođu do zdrave odluke koja je finansijski opravdana.*

Abstract - *The purpose of this paper is to provide a set of quantitative metrics to assist companies in their decision making. In information security improvement projects, cost/benefit analysis can provide insights in system vulnerabilities and flaws, prioritization, and investment. By associating a monetary amount with each risk, vulnerability, cost item, and recommendation, a cost/benefit analysis enables companies to compare and contrast available alternatives and to arrive at a sound decision with financial justification.*

1. UVOD

U ranim danima informacionih tehnologija (IT), korporacije su koristile IT sisteme uglavnom da bi stekle prednosti u odnosu na svoju konkurenciju. Sadašnja IT industrija je evoluirala iz ovog ranijeg modela u model u kojem gotovo svi konkurenti funkcionišu koristeći slične nivoe automatizacije. Budući da su informacione tehnologije sada lako dostupne, skoro sve organizacije su spremne uložiti investicije kako bi brzo reagovale na promene na tržištu.

Efektivne IT organizacije sada brzo apsorbuju nove tehnologije, ne da bi stekle ili održale tradicionalnu konkurentsku prednost, već da bi izbegle mogućnost gubitka tržišnog udela kada sistemi koji su zastareli onemogućavaju održavanje postojećeg standarda usluge.

Kako bi održale korak sa konkurencijom, organizacije moraju dizajnirati i stvoriti sigurno okruženje u kojem poslovni procesi i procedure mogu efikasno da funkcionišu i da se razvijaju. Ovo okruženje mora da čuva poverljivost i privatnost i da osigura integritet i dostupnost organizacionih podataka. Ovi ciljevi se ostvaruju primenom principa upravljanja rizikom. Kontrolisanje rizika počinje razumevanjem šta su strategije za smanjenje rizika i kako ih formulisati.

U ovom radu smo, u okviru predmeta Informacioni sistemi i IT servis menadžment, istraživali razne pristupe kontroli rizika, a zatim kako se takvi pristupi mogu kategorisati. Takođe su objašnjeni kritični koncepti analize troškova i koristi (CBA) i zaostalog rizika, kao i procena i održavanje strategija kontrole rizika.

2. STRATEGIJE KONTROLE RIZIKA

Kada glavni menadžerski tim organizacije utvrdi da rizici od pretnji informacione bezbednosti stvaraju konkurentski nedostatak, oni ojačavaju IT i ovlašćuju zajednice od interesa za informacionu bezbednost da kontrolišu te rizike. Jednom kada se oformi projektni tim za razvoj informacione bezbednosti, tim mora odabrati jednu od pet osnovnih strategija za kontrolu rizika koji proizilaze iz jedne od ovih ranjivosti: [7]

- *Odbrana* - Primena zaštitnih mera koje eliminišu ili smanjuju preostali nekontrolisani rizik,
- *Prenošenje* - Prebacivanje rizika na druge oblasti ili na neku treću stranu,
- *Ublažavanje* - Smanjivanje uticaja na informaciona sredstva ako napadač uspešno iskoristi ranjivost informacionog sistema,
- *Prihvatanje* - Razumevanje posledica odabira da se rizik ostavi nekontrolisan i zatim pravilno prihvatanje rizika koji ostaje bez pokušaja da se kontroliše,
- *Ukidanje* - Uklanjanje ili ukidanje informacionog sredstva iz operativnog okruženja organizacije.

Strategija odbrane. Strategija odbrane kao kontrole rizika pokušava da spreči iskorišćavanje ranjivosti sistema. Ovo je poželjan pristup i ostvaruje se suprotstavljanjem pretnjama, uklanjanjem ranjivosti sredstava organizacije, ograničavanjem pristupa sredstvima organizacije i dodavanjem zaštitnih mera.

Ovaj pristup se ponekad naziva izbegavanjem:

- *Primena politike* - omogućava svim nivoima rukovodstva da zahtevaju da se uvek poštuju određene procedure.
- *Primena obuke i obrazovanja* - Prenošenje nove ili revidirane politike zaposlenima možda nije adekvatno da osigura usaglašenost i poštovanje propisa. Osvešćenost, obuka i obrazovanje od suštinskog su značaja za stvaranje sigurnijeg i kontrolisanog organizacionog okruženja i postizanje neophodnih promena u ponašanju krajnjih korisnika.
- *Primena tehnologije* - U svakodnevnom svetu informacione bezbednosti često su potrebne tehničke kontrole i zaštitne mere za efikasno smanjenje rizika.

Eliminisanje rizika koji predstavlja pretnju je praktično nemoguće, ali je moguće smanjiti rizik na prihvatljiv nivo.

Strategija prenošenja. Strategija kontrole rizika prenošenjem pokušava da prebaci rizik na druga sredstva organizacije, druge procese ili treću stranu. Ovaj cilj se može postići preispitivanjem načina na koji se nude usluge, revizijom modela raspoređivanja, outsourcingom drugim organizacijama, kupovinom osiguranja ili potpisivanjem ugovora sa provajderima o pružanju usluga. [1]

Ovaj pristup omogućava da se prenese rizik upravljanjem ovim složenim sistemima na druge organizacije sa više iskustva u suočavanju sa tim rizicima.

Strategija ublažavanja. Strategija kontrole rizika ublažavanjem predstavlja pristup koji pokušava da planiranjem i pripremama umanji štetu nastalu realizovanim incidentom ili katastrofom. Ublažavanje zavisi od sposobnosti otkrivanja napada i reagovanja što je brže moguće.

Strategija prihvatanja. Strategija kontrole rizika prihvatanjem je odluka da se ništa ne preduzme radi zaštite informacionog sredstva od rizika i da se prihvati ishod koji usled toga proizilazi. To može biti, ali i ne mora biti svesna poslovna odluka. Nesvesno prihvatanje rizika nije validan pristup kontroli rizika.

Prihvatanje se prepoznaje kao validna strategija samo kada organizacija ima:

- Utvrđen nivo rizika koji predstavlja informativno sredstvo,
- Procenjenu verovatnoću napada i verovatnoću da se uspešno iskoristi ranjivost sistema,
- Procenjenu potencijalnu štetu ili gubitak koji mogu nastati usled napada,
- Procenjenu potencijalnu kontrolu koristeći svaku odgovarajuću vrstu izvodljivosti,
- Temeljno izvršenu CBA,
- Utvrđene troškove kontrole rizika za određenu funkciju, uslugu, kolekciju podataka ili informacionog sredstva koji ne opravdavaju troškove sprovođenja i održavanja kontrole rizika.

Ova strategija pretpostavlja da može biti mudra poslovna odluka da se ispitaju alternative i zaključi da su troškovi uvođenja i održavanja zaštite sredstava organizacije neopravdani.

Strategija ukidanja. Kao i kod strategije prihvatanja, strategija kontrole rizika ukidanjem zasniva se na potrebi ili izboru organizacije da ne zaštiti sredstva organizacije. Ovde, međutim, organizacija ne želi da informaciono sredstvo ostane u riziku i stoga ga uklanja iz okruženja koje predstavlja rizik.

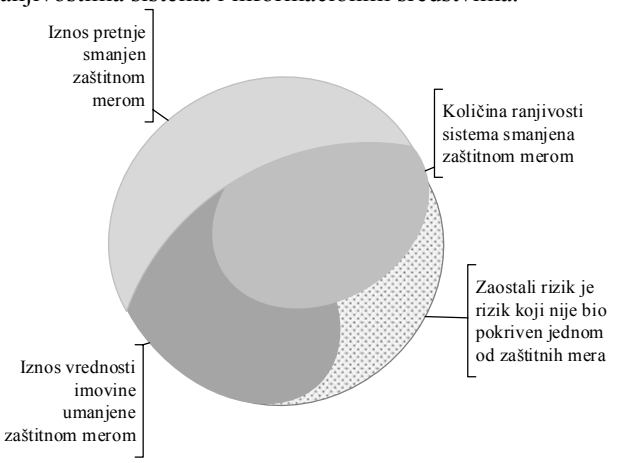
Ponekad troškovi zaštite sredstva nadmašuju njegovu vrednost. U drugim slučajevima, zaštita sredstva može biti previše teška ili skupa u poređenju sa vrednostima ili prednostima koje sredstvo nudi kompaniji. U oba slučaja, ukidanje mora biti svesna poslovna odluka, a ne samo napuštanje sredstva organizacije, što bi se tehnički moglo smatrati prihvatanjem.

3. UPRAVLJANJE RIZIKOM

Apetit za rizikom (takođe poznat kao tolerancija na rizik) je količina i priroda rizika koje su organizacije spremne da prihvate dok procenjuju kompromise između savršene bezbednosti i neograničene pristupačnosti. Ključ je u pronalaženju ravnoteže u procesima donošenja odluka i u analizi izvodljivosti, osiguravajući tako da se apetit za rizikom zasniva na iskustvu i činjenicama, a ne na neznanju ili željenom razmišljanju.[2]

Kada su ranjivosti sistema kontrolisane do moguće mere, često ostaje preostali rizik koji nije u potpunosti uklonjen, pomeren ili planiran - drugim rečima, zaostali rizik.

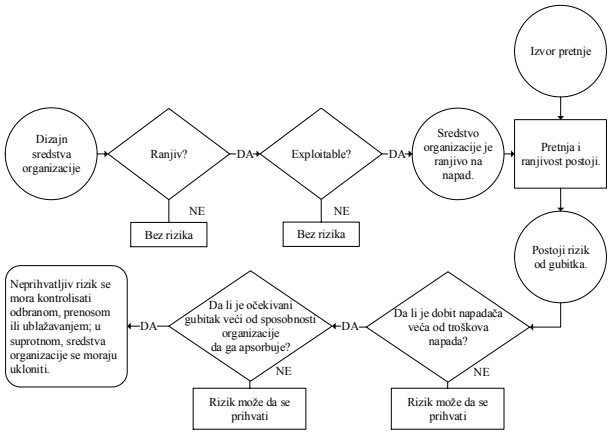
Zaostali rizik je količina rizika koja ostaje nakon što je organizacija sprovela politiku, obrazovanje i obuku, tehničke kontrole i zaštitne mere. Slika 1 prikazuje kako zaostali rizik ostaje čak i nakon primene zaštitnih mera, smanjujući nivo rizika povezanim sa pretnjama, ranjivostima sistema i informacionim sredstvima.



Slika 1 Zaostali rizik [7]

Iako možda deluje nelogično, cilj informacione bezbednosti nije da svede zaostali rizik na nulu; umesto toga, je da dovede zaostali rizik na nivo tolerancije na rizik organizacije.

Slika 2 prikazuje postupak kojim organizacija bira između strategija kontrole rizika. Kao što je prikazano na slici, nakon što je informacioni sistem dizajniran, potrebno je utvrditi da li sistem ima ranjivosti koje mogu biti iskorišćene. Ako postoji održiva pretnja, neophodno je utvrditi šta će napadač dobiti uspešnim napadom. Zatim se procenjuje očekivani gubitak koji će organizacija pretrpeti ako se ranjivost sistema uspešno iskoristi. Ako je taj gubitak u granicama gubitaka koje organizacija može da apsorbuje ili ako je napadačev prihod manji od verovatnog troška izvršenja napada, organizacija može da odabere da prihvati rizik. U suprotnom, jedna od drugih strategija kontrole rizika mora biti odabrana.

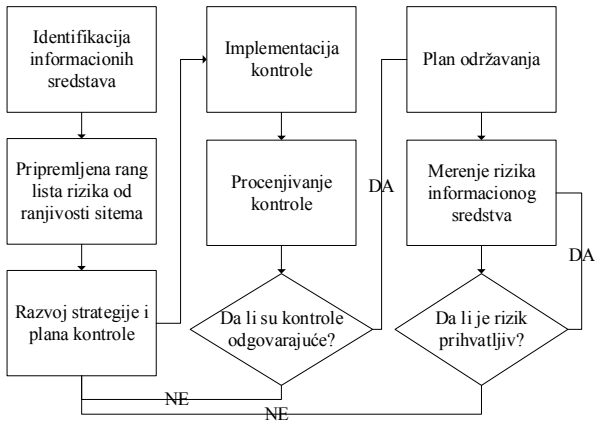


Slika 2 Akcije upravljanja rizikom [7]

Neka od glavnih pravila za izbor strategije (imajući u vidu da nivo pretnje i vrednost sredstva treba da igraju glavnu ulogu u odabiru strategije) su:

- Kada postoji ranjivost (nedostatak ili slabost) u važnom sredstvu organizacije - Primenjuju se bezbednosne kontrole da bi se smanjila verovatnoća da se ranjivost sistema iskoristi.
- Kada se ranjivost sistema može iskoristiti - Primenjuju se slojevite zaštite, arhitektonski dizajni i administrativne kontrole da bi se umanjio rizik ili sprečila pojava napada.
- Kada je napadačev potencijalni dobitak veći od troškova napada - Primenjuju se zaštitne mere da bi se povećali troškovi napadača ili smanjio potencijalni dobitak napadača korišćenjem tehničkih ili menadžerskih kontrola.
- Kada je potencijalni gubitak značajan - Primenjuju se principi dizajna, arhitektonskog dizajna i tehničke i netehničke zaštite da bi se ograničio obim napada, smanjujući tako potencijalni gubitak. [3]

Jednom kada je odabrana i primenjena strategija kontrole, kontrole bi trebalo da se prate i mere kontinuirano kako bi se utvrdila njihova efikasnost i održavala trenutna procena zaostalog rizika. Slika 3 prikazuje kako ciklični proces osigurava kontrolu rizika.



Slika 3 Ciklus kontrole rizika [7]

4. IZVODLJIVOST I ANALIZA TROŠKOVA I KORISTI

Pre donošenja odluke o strategiji za određenu kombinaciju sredstvo-ranjivost-pretnja, organizacija mora istražiti sve lako dostupne informacije o ekonomskim i neekonomske posledicama jednog iskoričćenja ranjivosti sistema, kada pretnja izaziva gubitak sredstva organizacije.

4.1 ANALIZA TROŠKOVA I KORISTI

Kriterijum koji se najčešće koristi prilikom ocenjivanja strategije za primenu kontrola informacione bezbednosti i zaštitnih mera je ekonomska izvodljivost. Iako neke druge alternative mogu rešiti određeni problem, neke su skuplje od drugih. Većina organizacija može trošiti samo razumnu količinu vremena i novca na informacionu bezbednost. Organizacije mogu započeti ovu vrstu ekonomske analize izvodljivosti vrednovanjem informacionih sredstava i utvrđivanjem gubitka vrednosti ako ta informaciona sredstva postanu ugrožena. Zdrav razum nalaže da organizacija ne bi trebalo da troši više na zaštitu imovine nego što ona vredi. Ovaj postupak odlučivanja naziva se analizom troškova i koristi (CBA) ili ekonomskom analizom izvodljivosti.

Trošak. Kao što je teško odrediti vrednost informacije, teško je odrediti i troškove zaštite. Među stavkama koje utiču na troškove kontrole ili zaštitne mere su sledeće:

- Troškovi razvoja ili nabavke (hardver, softver i usluge),
- Naknade za obuku (troškovi za obuku kadrova),
- Troškovi implementacije (instaliranje, konfigurisanje i testiranje hardvera, softvera i usluga),
- Troškovi usluge (naknada za dobavljače za održavanje i nadogradnju),
- Troškovi održavanja (trošak rada za verifikaciju i kontinuirano testiranje, održavanje, obuku i ažuriranje).

Korist. Korist je vrednost koju organizacija dobija korišćenjem kontrola radi sprečavanja gubitaka povezanih sa određenom ranjivošću sistema. Obično se utvrđuje vrednovanjem informativnog sredstva ili imovine izložene ranjivosti, a zatim utvrđivanjem koliko je ove vrednosti rizično i koliko rizika postoji za imovinu organizacije. Ovaj rezultat se izražava kao godišnja očekivana vrednost gubitka (ALE).

Vrednovanje imovine. Vrednovanje imovine je postupak dodeljivanja finansijske vrednosti ili vrednosti svakom informativnom sredstvu. Vrednost informacije razlikuje se unutar organizacije i između organizacija.

Vrednovanje imovine može da uključuje procenu stvarnog i pretpostavljenog troška. Ovi troškovi mogu biti povezani sa dizajnom, razvojem, ugradnjom, održavanjem, zaštitom, oporavkom i odbranom od gubitka ili sudskom parnicom. Neki se troškovi lako određuju, poput troškova zamene mrežnog prekidača ili troškova hardvera potrebnog za određenu klasu servera. Ostale troškove je gotovo nemoguće utvrditi, poput vrednosti gubitka tržišnog udela

ako se informacija o ponudi novih proizvoda prerano objavi i kompanija izgubi svoju konkurentsku prednost.

Vrednovanje imovine je složen proces. Iako svaka organizacija mora tačno odrediti kako vrednuje informaciona sredstva, pristup može uključivati sledeće [4]:

- *Vredost troškova nastanka informacionog sredstva* - Informacije se kreiraju ili nabavljaju po ceni, koja se može izračunati ili proceniti.
- *Vrednost troškova prethodnih održavanja informacionog sredstva* - Procenjuje se da za svaki dinar utrošen na izradu aplikacije ili za dobijanje i obradu podataka mnogo više dinara se troši na održavanje tokom korisnog veka podataka ili softvera.
- *Vrednost koja podrazumeva troškove zamene informacionog sredstva* - Troškovi povezani sa zamenom informacija treba da uključe ljudske i tehničke resurse potrebne za rekonstrukciju, vraćanje ili obnavljanje podataka iz sigurnosnih kopija, evidenciju nezavisnih transakcija ili čak izvora podataka u papiru.
- *Vrednost pružanja informacije* - Odvojeni od troškova razvijanja ili održavanja informacija su troškovi pružanja informacija onim korisnicima kojima su potrebne. Takvi troškovi uključuju vrednosti povezane sa isporukom informacija putem baza podataka, mreža, hardverskog i softverskog sistema. Oni takođe uključuju troškove infrastrukture neophodne za obezbeđivanje pristupa informacijama i njihove kontrole.
- *Vrednost nastala iz troškova zaštite informacije* - Vrednost sredstva se delimično zasniva na troškovima njegove zaštite, a iznos novca koji se troši za zaštitu sredstva se delimično zasniva na vrednosti sredstva.
- *Vrednost za vlasnike* - Iako je možda nemoguće proceniti vrednost informacije za neku organizaciju ili deo prihoda koji se direktno može pripisati toj informaciji, od ključne je važnosti da se razumeju ukupni troškovi koji mogu biti posledica njegovog gubitka.
- *Vrednost itelektualne svojine* - Vrednost novog proizvoda ili usluge za kupca može biti krajnje nepoznata.
- *Gubitak produktivnosti dok su informaciona sredstva nedostupna* - Sati izgubljenog vremena zaposlenog, troškovi korišćenja alternativa i opšti nedostatak produktivnosti uzrokuju troškove koji mogu ozbiljno unazaditi kritične operacije ili procese.
- *Gubitak prihoda dok informaciona sredstva nisu dostupna.*

Jednom kada organizacija proceni vrednost različitih sredstava, može početi sa računanjem potencijalnog gubitka od uspešne eksploatacije; ovaj proračun daje procenu potencijalnog gubitka po riziku.

Pitanja koja se moraju postaviti u ovoj fazi uključuju sljedeće:

- Koja bi šteta mogla nastati i kakav bi finansijski uticaj mogla imati?
- Koliko bi koštao oporavak od napada, pored finansijskog uticaja od nastale štete?
- Kolika je pojedinačna očekivana vrednost gubitka za svaki rizik?

Pojedinačna očekivana vrednost gubitka (SLE) je vrednost koja je povezana sa najverovatnijim gubitkom iz jedne pojave određenog napada. U obzir se uzima i vrednost imovine i očekivani procenat gubitka koji bi nastao iz određenog napada (1). Drugim rečima:

$$SLE = AV * EV \quad (1)$$

gde je
AV = vrednost sredstava organizacije, a
EF = procentualni gubitak koji bi nastao usled iskorišćavanja određene ranjivosti sistema.

Kao što je teško proceniti vrednost informacije, procenjivanje verovatnoće pretnje ili napada je još teže. Ne postoje uvek tabele, knjige ili zapisi koji pokazuju učestalost ili verovatnoću bilo kog napada. Međutim, u većini slučajeva organizacija se može osloniti samo na svoje interne informacije kako bi izračunala sigurnost svojih informacija. Kao rezultat, ove informacije se obično procenjuju.

Obično je verovatnoća da će se pretnja dogoditi prikazana kao tabela koja pokazuje koliko se često može dogoditi napad svake vrste pretnje u datom vremenskom okviru (npr., jednom u 10 godina). Ova vrednost se obično naziva godišnja stopa pojavljivanja (ARO). ARO jednostavno označava koliko često se očekuje da se dogodi određena vrsta napada.

Jednom kada se utvrdi gubitak od jednog napada i učestalost uspešnih napada, može se izračunati ukupni potencijalni gubitka po riziku izraženom u godišnjem očekivanom trajanju gubitka (ALE) koristeći vrednosti za ARO i SLE (2).

$$ALE = SLE * ARO \quad (2)$$

CBA određuje da li je korist od alternativne kontrole vredna pridruženih troškova primene i održavanja te iste kontrole (3). Takva analiza može se izvršiti pre sprovođenja kontrole ili zaštitnih mera ili se može izvesti nakon što je kontrola već neko vreme uspostavljena. Posmatranje tokom vremena dodaje preciznost proceni koristi zaštite i utvrđivanju da li zaštitna mera deluje kako je predviđeno.

Iako postoje mnoge CBA tehnike, najlakši način da se izračuna je pomoću ALE iz ranijih procena:

$$CBA = ALE(pre) - ALE\ (posle) - ACS \quad (3)$$

gde je
ALE(pre) = ALE rizika pre sprovođenja kontrole
ALE(posle) = ALE koji se ispituje nakon što je kontrola uspostavljena tokom određenog vremena
ACS = godišnji trošak zaštitnih mera

Jednom kada se kontrole primene, od ključne je važnosti da se kontinuirano istražuju njihove koristi kako bi se utvrdilo kada se moraju nadograditi, dopuniti ili zameniti.

Bezbednost je investicija, a ne trošak. Ulaganje u mere zaštite računarske i mrežne sigurnosti koje udovoljavaju promenljivim poslovnim zahtevima i rizicima, omogućava udovoljavanje promenljivim poslovnim zahtevima bez nanošenja štete održivosti organizacije.[5]

4.2 DRUGE METODE UTVRĐIVANJA IZVODLJIVOSTI

Sledeći korak u merenju spremnosti organizacije za uvođenje ovih kontrola je utvrđivanje organizacione, operativne, tehničke i političke izvodljivosti predloženih mera. [6]

- *Organizaciona izvodljivost* - Organizaciona analiza izvodljivosti ispituje koliko će predložene alternative informacione bezbednosti doprineti efikasnosti, efektivnosti i opštem radu organizacije. Drugim rečima, predloženi kontrolni pristup mora da doprinese strateškim ciljevima organizacije.
- *Operativna izvodljivost* - Operativna izvodljivost odnosi se na prihvatanje i podršku korisnika, prihvatanje i podršku rukovodstva i kompatibilnost sistema sa zahtevima zainteresovanih strana u organizaciji.
- *Tehnička izvodljivost* - Nažalost, mnoge organizacije žure da nabave nove zaštitne mere bez da temeljno ispitaju šta je potrebno za njihovu efikasnu primenu i upotrebu. Tehnička izvodljivost određuje da li organizacija poseduje hardver i softver potreban za podršku novog sistema firewall-a ili da li organizacija ima tehnološku stručnost za upravljanje novom tehnologijom.
- *Politička izvodljivost* - Analiza političke izvodljivosti razmatra šta se može, a šta ne može dogoditi na osnovu konsenzusa i odnosa među interesnim zajednicama.

Alternativni pristupi upravljanju rizikom uključuju OCTAVE metodu, Microsoftov pristup upravljanju rizikom, ISO 27005, NIST pristup upravljanju rizikom i FAIR.

5. STUDIJA SLUČAJA

Mnoge organizacije se oslanjaju na istorijske podatke da bi izgradile modele predvidljivosti za opravdanje troškova / koristi budućih projekata. Nažalost, za male kompanije, koje uglavnom nemaju proces prikupljanja podataka o bezbednosti, troškove i prednosti projekata unapređenja informacione bezbednosti je veoma teško proceniti i opravdati.

Pored toga, detaljni podaci o napadima jednostavno nisu dostupni kako bi se koristili kao reference u proceni troškova.

S obzirom na ove poteškoće, mnoge male kompanije odlučuju da potpuno zanemare sigurnosnu ranjivost u svojim sistemima, a mnoge trpe posledice kršenja sigurnosti i značajne finansijske gubitke.

Kategorija pretnji	Trošak po incidentu	AV	EV	SLE	Učestalost pojavljivanja	ARO
Greške u programiranju	530 000,00	47 958 000,00	0,1	4 795 800,00	1 mesečno	12,0000
Gubitak intelektualne svojine	7 950 000,00	40 568 000,00	0,2	8 113 600,00	1 u 2 godine	0,0417
Krađa informacija (haker)	265 000,00	2 347 052,00	0,5	1 173 526,00	1 u 6 meseci	0,1667
Krađa informacija (zaposleni)	530 000,00	32 004 500,00	0,75	24 003 375,00	1 godišnje	1,0000
Web defacement	53 000,00	3 333 802,08	0,75	2 500 351,56	1 kvartalno	0,2500
Krađa opreme	530 000,00	1 750 346 000,00	0,3	525 103 800,00	1 u 2 godine	0,0417
Virusi, crvi, trojanski konji	159 000,00	2 347 052,00	0,5	1 173 526,00	1 mesečno	12,0000
Napad za odbijanje usluge	265 000,00	3 333 802,08	0,2	666 760,42	1 u 6 meseci	0,5000
Zemljotres	26 500 000,00	29 411 000,00	0,01	294 110,00	1 u 20 godina	0,0042
Poplava	5 300 000,00	65 113 500,00	0,05	3 255 675,00	1 u 10 godina	0,0083
Požar	10 600 000,00	130 227 000,00	0,05	6 511 350,00	1 u 10 godina	0,0083

Kategorija pretnji	ALE (pre-kontrole)	ACS	Tip kontrole	ALE (posle-kontrole)	CBA
Greške u programiranju	57 549 600,00	2 120 000,00	Obuka	19 953 798,00	35 475 802,00
Gubitak intelektualne svojine	338 066,67	8 821 002,00	Firewall/IDS*	84 516,67	-8 567 452,00
Krađa informacija (haker)	195 587,67	8 821 002,00	Firewall/IDS*	78 235,07	-8 703 649,40
Krađa informacija (zaposleni)	24 003 375,00	1 590 000,00	Fizičko obezbeđenje	16 002 250,00	6 411 125,00
Web defacement	625 087,89	1 060 000,00	Firewall	416 725,26	-851 637,37
Krađa opreme	21 879 325,00	1 590 000,00	Fizičko obezbeđenje	3 643 241,67	16 646 083,33
Virusi, crvi, trojanski konji	14 082 312,00	1 590 000,00	Antivirus softver	2 816 462,40	9 675 849,60
Napad za odbijanje usluge	333 380,21	312 064,00	Firewall/MS Azure	6 667,60	14 648,60
Zemljotres	1 225,46	2 650,00	Osiguranje/backup	612,73	-2 037,27
Poplava	27 130,63	5 300,00	Osiguranje/backup	13 565,31	8 265,31
Požar	54 261,25	5 300,00	Osiguranje/backup	27 130,63	21 830,63

Tabela 1 Opšti okvir za analizu troškova i koristi u RSD (*Intrusion Detection Systems)

Male organizacije koje sprovode projekte unapređenja bezbednosti često imaju problema sa razumevanjem strukture troškova svojih inicijativa za unapređenje i kako da izloženost riziku pretoče u troškove koji mogu preneti na njihove kupce.

Da bi se organizacije bavile sa pomenutim problemima, u ovom radu je opisan opšti okvir za hijerarhijsku analizu troškova i koristi koji ima za cilj da pruži prihvatljive procene za male organizacije u svojim projektima unapređenja informatičke bezbednosti. Ovaj okvir razvrstava slučajeve zloupotrebe u kategorije pretnji za koje su rizici i finansijski podaci javno dostupni. Za svaku kategoriju pretnji procenjuju se troškovi i koristi. Okvir zatim stvara sve permutacije mogućih rešenja i analizira najoptimalniji pristup kako bi se maksimizirala vrednost projekata unapređenja bezbednosti.

Bliže objašnjeno u tabeli 1, razlika između ALE pre i nakon zaštitne mere je količina novca koju kontrolna mera pravi uštedu organizaciji. Budući da kontrole najčešće imaju troškove povezane sa njima, ušteda je zaista ostavrena ako kontrola nudi veće smanjenje gubitka od sopstvenih troškova. Bitno je imati na umu već navedeno pravilo: organizacija treba da potroši samo toliko da zaštiti imovinu kolika je i vrednost te imovine.

U slučaju krađe informacije od strane zaposlenog se uvođenjem niza mera, kao što su napredni sistemi logovanja, kontrole pristupa, video nadzora i sl. može smanjiti procentualni gubitak koji bi nastao usled iskorištenja ranjivosti sitema sa 75% na 50% a ukupnom investicijom u sisteme zaštite sa 1.1590.000 RSD ostavruje korist za organizaciju od 6.411.125 RSD po svakom incidentu, te se organizacija odlučuje za strategiju odbrane.

U slučaju krađe informacije od strane hakera se uvođenjem sistema detekcije provale (IDS) čija je vrednost na tržištu 8.821.000 RSD (83,217$) premašuju troškovi od gubitka informacije, te se u tom slučaju organizacija odlučuje za strategiju ublažavanja, backupovanjem i premeštanjem važnih informacija van domašaja.

Dalje, u slučaju elemnetarnih nepogoda se pokazalo da osiguravanjem od zemljotresa, organizacija na godišnje premije potroši više nego što može da naplati (1% od vrednosti koja je osigurana) te se u skladu sa verovatnoćom pojave takvog događaja organizacija odlučuje na strategiju prihvatanja. Dok u slučajevima požara i poplava organizacija koristi startegiju prenošenja.

Organizacija generalno ne bi trebalo da troši više za smanjenje gubitka od vrednosti troškova smanjenja gubitaka.

6. ZAKLJUČAK

Jednom kada su ranjivosti sistema identifikovane i rangirane, mora se odabrati strategija za kontrolu rizika. Pet strategija kontrole su: odbrana, prenošenje, ublažavanje, prihvatanje i ukidanje.

Studije ekonomske izvodljivosti određuju i upoređuju troškove i koristi od potencijalnih kontrola (nazivaju se još i „analizom troškova i koristi“). Ostali oblici analize izvodljivosti uključuju analize zasnovane na organizacionim, operativnim, tehničkim i političkim faktorima.

Organizacija mora biti u mogućnosti da postavi vrednost na svaku kolekciju informacija i informacionih sredstava koja poseduje. Postoji nekoliko metoda koje organizacija može koristiti za izračunavanje ovih vrednosti.

Apetit za rizikom definiše količinu i prirodu rizika koje su organizacije spremne da prihvate dok procenjuju kompromise između savršene bezbednosti i neograničene pristupačnosti. Zaostali rizik je iznos rizika koji nije uračunat nakon primene kontrola.

Jednom kada je odabrana i primenjena strategija kontrole, kontrole mere bi trebalo da se prate i mere kontinuirano.

U okviru ovog opsega, pokazano je da se umanjeni rizici mogu prevesti u troškove i demonstrirana je metoda procene za izračunavanje troškova primene arhitektonskih i političkih preporuka. Ono što je najvažnije je da male organizacije mogu dobiti optimalne rezultate za poboljšanje sigurnosti svojih sistema, a optimalni rezultati mogu se postići razumnim smanjenjem izloženosti riziku. Povećanje predvidljivosti rezultata primenom optimalnih bezbednosnih rešenja omogućiće malim organizacijama da profitiraju od bezbednosnih unapređenja i planiraju budući rast.

LITERATURA

[1.] Peters, Thomas, and Robert Waterman. In Search of Excellence: Lessons from America’s Best-Run Companies. New York: Harper and Row, 2004.

[2.] Anderson, James. “Panel Comments at 2002 Garage Technology Venture’s State of the Art Conference,” 2002.

[3.] “Special Publication 800-30, Revision 1: Guide for Conducting Risk Assessments.” National Institute of Standards and Technology (NIST), 2012.

[4.] “Ready Business Mentoring Guide Working with Small Businesses to Prepare for Emergencies” FEMA. Izvor:www.fema.gov/media-library-data/1389297782391-d4fb51ed7246e355a6f79152225dc34/business_mentor_guide_2014.pdf

[5.] Avolio, Frederick. “Best Practices in Network Security.” Network Computing, 2000. Izvor:https://www.researchgate.net/publication/262326357_Best_practices_in_network_security

[6.] “SP 800-39: Managing Information Security Risk: Organization, Mission, and Information System View.” National Institute of Standards and Technology, March 2011. Izvor:http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-39/SP800-39-final.pdf.

[7.] Michael E. Whitman, Ph.D., Herbert J. Mattord, Ph.D.,“ Management of Information Security, Fourth Edition,“ Cengage Learning. 2013.

Značaj i primena vizualizacije podataka pametnih zgrada
The Importance and Usage of Visualisation of Smart Buildings' Data

Stefan Božanić[1], Stefan Sretenović[2], Tamara Gajić[1], Mladen Antonić[3]
Centar za komandno informacione sisteme i informatičku podršku, Vojska Srbije[1]
Centar za primenjenu matematiku i elektroniku, Vojska Srbije[2]
Vojna Akademija, Ministarstvo odbrane[3]

Sadržaj *– U radu se prikazuje osnovni koncept pametne zgrade i njegova primena u današnje vreme. Pored toga objašnjen je značaj vizualizacije podataka dobijenih korišćenjem uređaja i senzora pametnih zgrada i analizirane su mogućnosti njegove primene u praksi.*

Abstract *– This scientific work shows the basic concept of smart buildings and its usage nowadays. Besides that, the importance of visualization of data gotten by using smart buildings' devices and sensors are explained and the possibilities of its practical usage are analysed.*

1. UVOD

Brzi napredak tehnologija otvorio je vrata sve lakšoj integraciji računarskih komponenti u svakodnevni život sa ciljem povećanja produktivnosti. Jedna od primena upotrebe umreženih uređaja koje neprekidno komuniciraju preko LAN-a, WiFi-a ili Interneta i kontrolišu se sa udaljenim lokacijama su pametne zgrade [1]. Pametne zgrade koriste informacione tehnologije tokom rada kako bi povezale različite podsisteme koji obično funkcionišu nezavisno, tako da ovi sistemi mogu deliti informacije kako bi optimizovali ukupne performanse zgrade.

Namena pametnih zgrada je da omogući stanarima daljinski nadzor [2] i upravljanje aparatima i sistemima, kako što su osvetljenje, grejanje, lift, ulazna vrata, ventilacija [3] i klimatizacija. Pametne zgrade pružaju i korisne usluge koje korisnicima omogućavaju uštedu vremena i automatizaciju [4] (npr. samostalno kontrolisanje osvetljenja, toplotnog komfora, kvaliteta vazduha, fizičke sigurnosti, sanitarije i mnogo toga) sa najmanje energetskih i finansijskih resursa. Korisnik dobija više slobodnog vremena jer uređaje koje je morao ranije sam da kontroliše sistem će odraditi umesto njega kao što su na primer uključivanje svetala na pokret [5], podizanje ili spuštanje roletni u zavisnosti od osvetljenosti stana, ulazak u zgradu i u stan uz pomoć mobilnog telefona, pozivanje lifta iz stana, uključivanje i kontrolisanje brzine aspiratora za vreme spremanja jela u kuhinji. U slučaju požara, alarm se oglašava i svi izlazi će biti otvoreni i vatrogasci će automatski biti pozvani.

2. POJAM PAMETNE ZGRADE

Pametne zgrade su objekti kod kojih se u izgradnji koriste materijali i sistemi koji će doprineti što manjoj potrošnji energije i što jednostavnijem rukovanju svim sadržajima. Zgrada je pametna jer se prilagođava trenutnoj aktivnosti, raspoloženju, navikama i životnom stilu svakog ukućana, a pritom ostvaruje energetske uštede. Pametne zgrade se mogu definisati kao boravište koje integriše komunikacionu mrežu u svrhu povezivanja ključnih električnih uređaja, te omogućava da se njima daljinski upravlja, prati i pristupa (Slika 1.).

Slika 1. Ilustrativna šema pametne zgade [6]

U izgradnji se posebno vodi računa o kvalitetno projektovanim i ugrađenim materijalima, termoizolaciji objekta koji su osnova racionalnog korišćenja sistema hlađenja i grejanja.

Na uštedu celog sistema bitno utiče i integracija svih sistema koja se postiže BMS-om (*Bulidnig Menagment System*). Takvi sistemi omogućuju da integrišete rasvetu, elektropotrošače, termodinamiku, kontrolu pristupa i prisustva u prostorijama, bezbednosne sisteme, tende, žaluzine, roletne.

Što se tiče komunikacije između korisničkih aplikacija i servera treba voditi računa o zaštiti (kriptovanju) poruka kao jedan vid zaštite [7]. Ako se koristi mobilni uređaj kao korisnička aplikacija treba voditi o zaštiti fizičkog telefona od pristupa nedozvoljenim korisnicima. To potencijalno može biti nedostatak u slučaju gubitka ili krađe mobilnog telefona i njegove zloupotrebe. Dati problem je moguće prevazići upotrebom biometrijskih podataka prilikom identifikacije korisnika [8].

3. ANALITIKA I VIZUALIZACIJA PODATAKA

U modernom poslovanju informacije predstavljaju ključni resurs kojim se generiše konkurentska prednost. Međutim, definisati informaciju kao resurs neke organizacije, ili kao robu na tržištu, je vrlo teško. Resursi se obično preciziraju kao dobra koja nose merljivu ili potencijalnu korist korisniku. Informacija se može smatrati vrstom nematerijalnog dobra, iako i ona sama ima materijalne karakteristike. Kada se informacija kombinuje sa ostalim informacijama, može imati daleko veću vrednost od inicijalne.

Poslovni subjekti ulažu napore u svrhu pronalaska načina organizacije i razumevanja mnoštva podataka koji su generisani kroz njihovo poslovanje [9]. Mogućnost i brzina prikupljanja informacije utiče direktno na poslovne odluke, a samim time i na boljitak organizacije. Potreba za brzim prikupljanjem informacije, ali i analizom tih podataka, su mogućnosti kojom teže poslovni subjekti. Informacije u bazama podataka i skladištima podataka trebalo bi da se prikazuju u nekom jednostavnom vizuelnom obliku jer on pruža daleko jasniji pogled od brojčanog tabelarnog prikaza. Brojni proizvođači softverskih poslovnih rešenja prepoznali su potrebu za vizualizacijom podataka, pa su u svoje poslovne sisteme uvrstili funkcionalnosti vizualizacije kroz komandne table (eng. *dashboard*). Daljim razvojem poslovnih sistema vizualizacija je postala jedna od važnijih funkcionalnosti da bi se na kraju razvili posebni alati koji služe isključivo za vizualizaciju podataka. Upravo jedan od tih alata se može koristiti za virtualni prikaz podataka pametne zgrade.

Alati koji se mogu koristiti za virtualni prikaz podataka u svrhu pametnih zgrada spadaju u napredna rešenje za vizualizaciju. Složena rešenja, prema tome, moraju raditi na principu nekog upitnog jezika (npr. SQL-a) kako bi navedeni upiti bili mogući. Korisnici moraju imati opciju odabira između mnoštva različitih grafičkih prikaza (za razliku od jednostavnih rešenja koja se uglavnom temelje na bar i linijskim grafikonima). Kontrolne table su mogućnosti koje bi softver trebao imati kako bi se smatrao ozbiljnim, složenim rešenjem za vizualizaciju.

Analizom tržišta naprednih alata za vizualizaciju podataka pronađena su najpopularnija rešenja: Tableau, SAP Lumira, QlikView, Power BI, Looker itd. Jedan od najzastupljenih na tržištu je softver Tableau [10], kao definitivni tržišni predvodnik i moderno rešenje za poslovnu inteligenciju. Ovo rešenje izabrano je prema iskustvima i preporukama korisnika alata za vizualizaciju podataka. U ovom radu biće objašnjeni osnovni pojmovi vezani za vizualizaciju podataka (informacija, podatak, poslovna inteligencija), navedeni i objašnjeni tipovi grafikona koji se koriste za vizualno prikazivanje.

Informacija se u modernom poslovanju smatra resursom koji je podjednako važan kao konvencionalni resursi. Informacija kao resurs je osnovni parametar u procesu odlučivanja. Podatak se često pogrešno navodi kao sinonim informacije. Podatak se označava kao ulaz sistema njegove obrade koji stvara informaciju. Slikovito prikazano, podatak je moguće objasniti kao sirovinu čijom se obradom dobije gotov proizvod. Jedan od pojmova koje se sreću u poslovnim procesima je poslovna inteligencija. Poslovna inteligencija je proces prikupljanja relevantnih internih i dostupnih eksternih podataka, njihove konverzije u korisne informacije koje mogu pomoći poslovnim korisnicima u odlučivanju.

Poslovna inteligencija sve važniji je segment modernog poslovanja s obzirom na tržišne okolnosti (velika konkurencija, zahtevni kupci, ubrzan tempo života i tehnološkog napretka). Sve navedeno otežava poslovno odlučivanje što poslovnu inteligenciju postavlja na poziciju osnovnih konkurentskih prednosti. Osnovni cilj poslovne inteligencije je podrška u odlučivanju.

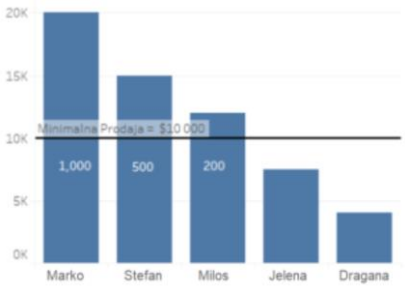
Upiti na bazu podataka vrše se u *Query* jezicima. Ovi jezici osmišljeni su isključivo za navigaciju kroz baze podataka, bilo da se radi o upitima izdvajanja ili akcijskim upitima. SQL (*Structured Querry Language*) je najrašireniji *Query* jezik. Jezik datira još iz 1974 pojavom Codovog relacijskog modela (1970). Od tada pa do danas SQL se koristi u brojnim poslovnim rešenjima za upravljanje bazama podatka. Postoji i MySQL platforma za upravljanje relacionim bazama podataka koja je temeljena na SQL tehnologiji. MsSQL Majkrosoftovo je rešenje za menadžment bazama podataka. Za razliku od MySQL-a, MsSQL je privatni softver čije korištenje nije besplatno. Oracle je također popularno rešenje za upravljanje bazama koje je bazirano na SQL tehnologiji.

U modernom poslovnom okruženju informacija ima veliku važnost. Mogućnost i brzina saznanja određene informacije direktno utiče na poslovne odluke. Strukture sa više dimenzija mogu biti izuzetno kompleksne za razumevanje, a rezultati dobijeni analizama često generišu više novih pitanja nego što daju odgovora. Podaci prikazani numerički u tabelama, kao i rezultati sprovedenih analiza, egzaktni su, ali ih čovek sporo (i teško) percipira. Vizualizacija podataka i vizualna analiza podataka pomažu korisniku saznati esenciju nekog modela podataka gotovo momentalno.

Zaposleni	Prodaja	Minimalna prodaja	Bonus
Milos	$ 12,000.00	$ 10,000.00	$ 200.00
Marko	$ 20,000.00	$ 10,000.00	$ 1,000.00
Jelena	$ 7,500.00	$ 10,000.00	
Stefan	$ 15,000.00	$ 10,000.00	$ 500.00
Dragana	$ 4,000.00	$ 10,000.00	

Slika 2. Tabelarni primer podataka

Vizualizacija podataka ne predstavlja samo statički grafički izveštaj. Naglašava se važnost na interakciji korisnika sa vizualnim prikazom. Jedino kroz interaktivnost korisnik može prikupiti ključne informacije i prikazati koja će na kraju postati ulaz u donošenju poslovnih odluka.



Slika 3. Grafički primer podataka

Na grafikonu (slika 3) je prikazan skup podataka (eng. *dataset*) iz tabele (slika 2) nad istim podacima iz baze podataka. Vidljivo je koji zaposleni je ostvario najvišu

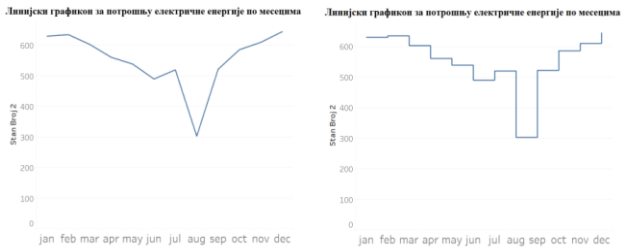
prodaju, koji najmanju, i može se proceniti i odnos obima prodaje svakog zaposlenika. Takođe je vidljivo koji zaposleni su „prešli“ liniju minimalno propisane prodaje i za koliki iznos. Bitne informacija unutar tabele vidljive su gotovo momentalno u grafičkom prikazu. Isplaćeni bonusi numerički su izraženi unutar stubova zaposlenika koji su ostvarili. Posmatrani skup podataka sadrži čak četiri dimenzije: Zaposleni; Prodaja; Minimalna prodaja i Bonus. Na 2D grafikonu uspešno su prikazane sve četiri dimenzije. Vizualna percepcija čoveku je jača strana, ali ona ima svoja ograničenja.

U smislu prikaza podataka u poslovnom okruženju, može se reći da postoje dva ekstrema. Prvi je prikaz podataka kroz tekst, brojeve i tabela, a takav prikaz može biti zamoran i težak. Drugi ekstrem je prikaz podataka u raznim bojama i oblicima. Kao najbolje rešenje, potrebno je pronaći određenu sredinu. Vrlo je važno da se osnova svake vizualizacije, a to je prenošenje informacija, ne izgubi zbog neadekvatnog prikaza.
Kada se grafički žele prikazati podaci iz tabela, onda se koriste grafici. Vrste grafika koji se najčešće koriste su:

- Tačkasti grafikon (eng. *Scatter plot*) - prikazuju korelacijski odnos dve promenljive;
- Stepenasti grafikon (eng. *Bar chart*) - kod upoređivanja vrednosti diskretnih podataka ili prikaz trendova kroz vreme;
- Linijski grafikon - sličan je tačkastom grafikonu, koristi se i u upotrebi više promenljivih;
- Histograf - podvrsta stepenastog grafikona na kojem se prikazuju podaci o učestalosti pojavljivanja;
- Tortica grafikon (eng. *Pie chart*) - najpogodniji je za jednostavne grafikone, isključivo radi se o dva, najviše tri posmatrane vrednosti;
- Hijerarhijski ugnežden grafikona (eng. *Treemap*) - nudi hijerarhijski prikaz podataka i olakšava prepoznavanje uzoraka.

4. PREDLOG REŠENJA

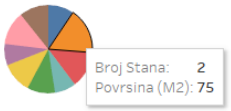
Koristeći softversko rešenje Tableau za vizualizaciju podataka biće prikazani grafikoni nad test podacima. Tumačenje grafikona je jednostavno, brzo za razumevanje, što bi podstaklo stanare, upravnika zgrade i druge aktere da ih koriste redovno, a što pospešuje kvalitetniji život u zgradama, štednju energije i druge željene ishode.



Slika 4. Linijski grafikon za potrošnju električne energije po mesecima

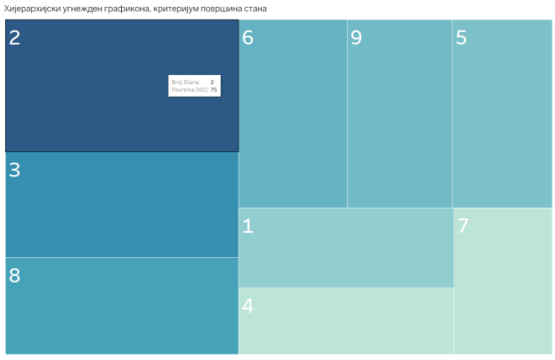
Na slici 4. prikazana su dva linijska grafikona koja pokazuju potrošnju električne energije po mesecima za stan broj 2. Oba grafikona pokazuju isto, samo je razlika u načinu generisanja linijskog oblika grafika.

Broj Stana	
1	42
2	75
3	60
4	35
5	46
6	50
7	35
8	55
9	48



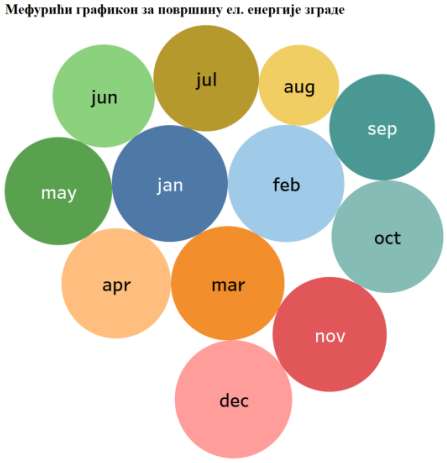
Slika 5. Linijski grafikon za potrošnju električne energije po mesecima

Na slici 5. prikazano je spisak devet stanova sa površina. Desno od tabele je prikazana pitica grafikon gde se vizuelno prikazuju podaci iz tabele. Namerno je uzet ovaj primer jer, kao što je napominjano u prethodnom poglavlju, pitica grafikon se ne koristi ako postoje više od tri podatka, zbog preglednosti. U toj situaciji se koristi hijerarhijski ugnežden grafikon (slika 6.).



Slika 6. *Treemap* grafikon za površinu stana u zgradi

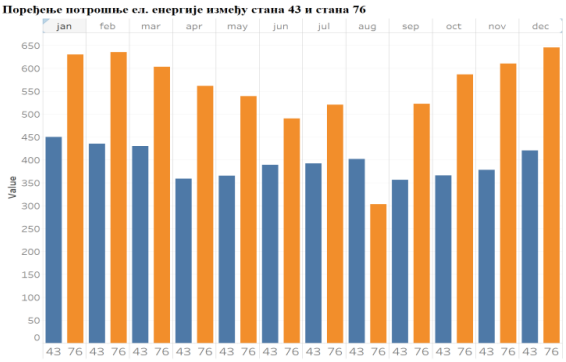
Postoji mogućnost i filtriranja podataka. Pored navedenih standardnih grafikona koji su objašnjeni, Tableau nudi i mehuriće grafikon. Na slici 7. prikazano je jedan primer mehurića grafikona gde je prikazana potrošnja električne energije cele zgrade po mesecima.



Slika 7. Mefurići grafikon za potrošnju električne energiju zgrade

Lako se uočava da je najveća potrošnja zimi, dok je ubedljivo najmanja u avgustu kada je period godišnjih

odmora. Tableau nudi i mogućnost upoređivanja grafikona, vrednosti. Slika 8. prikazuje poređenje potrošnje električne energije po mesecima između dva stana.



Slika 8. Stepenasti grafikon za upoređivanjem dva grafikona

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je dat osnovni koncept rada pametnih zgrada. Da bi ceo primer bio "pametan", trebalo bi da se koriste senzori koji bi bili u neprestanoj komunikaciji sa servisom gde bi se beležile sve promene u sistemu. Zadatak rada nije krajni proizvod koji bi mogao odmah da se koristi u praksi, već prikazivanje osnovnog koncepta pametne zgrade koji je modularan i "jednostavan" za nadogradnju po zahtevima korisnika i objašnjen je značaj upotrebe vizualizacije dobijenih podataka.

Prikupljanje podataka je jako bitno za kasniju analizu. U današnje vreme vizualizacija tih prikupljenih podataka ima sve veći uticaj za odlučivanje. Preciznije, za slučaj pametne zgrade namene se mogu naći u raznim oblicima života i interesovanja. Jedna od osnovnih primena se može naći za kućepazitelje. Sa ovim sistemom kućepazitelji mogli bi da imaju stanje svakog stana, cele zgrade, a ako je umreženo, i stanje svih zgrada jednog grada ili čak zemlje. Te informacije pomogle bi da se lakše donose odluke šta je najbolje za svaku zgradu.

Analizom podataka najviše bi se pomoglo samim korisnicima. Korisnici bi imali uvid u stanje svakog uređaja, koliko je radilo vremenski i koliko je električne energije potrošeno u određenom periodu. Samim tim, mogli bi da utiču na sebe, da nešto ne koriste ako nema potrebe ili da neki uređaj zamene za uređaj koji je ekonomičniji.

Arhitektama i građevinskim firmama koje su učestvovale u izgradnji zgrada dosta bi pomogle informacije za buduće projekte jer bi se moglo uvideti da li određena rešenja imaju energetske i materijalne koristi. Analizom podataka nad tim "eksperimentalnim" zgradama uvidelo bi se jasno da li određeni način gradnje i korišćenje određenog građevinskog materijala ima efekta kao što je planirano.

Analizom podataka lakše bi se uvidelo da li neki stan ima lošiju izolaciju i da dolazi do neželjenih gubitaka toplotne energije, samim tim bi se brzo intervenisalo i rešio problem. Slično je i sa potrošnjom vode i električne struje. Ako se uoči nagli skok potrošnje vode, jednostavno bi se moglo detektovati gde je kvar.

U jeku je "rudarenje" digitalnog novca koje zahteva povećanu potrošnju električne struje. Ovim sistemom bi se lako detektovao stanar koji je zlonameran i koji koristi električnu struju zajedničkih prostorija za svoje potrebe.

Ovako implementiran sistem pomogao bi roditeljima za kontrolu upotrebe uređaja, npr. računara. U svakom trenutku bi roditelji znali da li računar deteta uključen i koliko je vremenski korišćen. Mogli bi roditelji da isključe uređaj iako nisu fizički prisutni kraj računara.

U krajnjem slučaju analizom podataka pametnih zgrada pomoglo bi se zdravstvu. Lekaru bi bila olakšana procena bolesti ako se uvidi način života pacijenta, na kojem spratu pacijent živi, da li je stan na sunčanoj strani zgrade, koliko je dnevno u stanu, koliko je vreme korišćenja televizora i računara i slično.

Spektar korišćenja dobijenih podataka je širok jer upotreba informacije na ispravan način predstavlja moć budućnosti.

6. LITERATURA

[1] S. Božanić, M. Antonić, "Daljinsko upravljanje i nadzor uređajima preko interneta", Kopaonik, Yu info, March 2017, pp. 242-247

[2] S. Božanić, S. Sretenović, V. Kekić, "Connecting Android Application with Arduino through MQTT Protocol", Kopaonik, Yu info, 2018, pp. 230-233

[3] S. Sretenović, S. Božanić, "Monitoring Air Quality from Location", Bucharest, CERC, May 2017.

[4] J. Höller, V. Tsiatsis, C. Mulligan, S. Karnouskos, S. Avesand, D. Boyle: From Machineto-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence Waldemar Nawrocki, Measurement Systems and Sensors, 2005.

[5] S. Božanić, S. Sretenović, " Laboratory Example for Controlling Devices in Smart Homes", Bukurešt, CERC, 2017

[6] http://brooksinbeta.com/6687/smart-building-market-to-increase-to-36-0-billion-by-2020/ Pristupljeno 30.01.2019

[7] S. Božanić, D. Mikluc and S. Sretenović, "An example of encrypting communication in smart houses", Obrenovac, ICMNEE, September 2017.

[8] M. Trikos, D. Savic, D. Simic, M. Veinovic , "Zaštita biometrijskih šablona", Kopaonik, Yu info, 2017.

[9] Kosara R, Mackinlay J. Storytelling: The next step for visualization. Computer. 2013 May;46(5):44-50.

[10] Heer J, Mackinlay J, Stolte C, Agrawala M. Graphical histories for visualization: Supporting analysis, communication, and evaluation. IEEE transactions on visualization and computer graphics. 2008 Nov;14(6).

PRIMENA SATELITSKIH SISTEMA U ŠUMARSTVU, POLJOPRIVREDI I ZAŠTITI ŽIVOTNE SREDINE

APPLICATION OF SATELLITE SYSTEMS IN FORESTRY, AGRICULTURE AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

Dejan Pavlović, dipl.inž.el.[1]
JP „Nacionalni park Đerdap“ [1]
dejanpav@yahoo.com

Sadržaj *– Klimatske promene u današnje vreme predstavljaju jedan od značajnijih faktora u procesu upravljanja prirodnim resursima. Upravljanje šumskim, vodnim i drugim prirodnim bogatstvima zahteva precizne i blagovremene informacije neophodne u procesu odlučivanja i sprovođenja aktivnosti na terenu. Upravo takve informacije, dobijene pomoću odgovarajućih satelitskih sistema omogućavaju upravljanje prirodim resursima na racionalan način kao i na umanjivanje negativnog uticaja usled delovanja elementarnih prirodnih nepogoda – požara, poplava i sl.*

Abstract *– Climate change represents one of the significant factors in the process of natural resources management nowadays. Management of forest, water and other natural resources requires precise and timely information necessary in the decision-making process and implementation of field activities. Just such information, obtained through appropriate satellite systems, that enables the management of natural resources in a rational manner as well as the reduction of negative impact due to the effects of natural disasters - fires, floods, etc.*

1. UVOD

Prema međunarodno usvojenoj definiciji, trajno tj. održivo gazdovanje šumama [1] „...podrazumeva upravljanje i korišćenje šuma i šumskog zemljišta na takav način i u takvom stepenu, da se očuva biodiverzitet, a produktivnost, obnavljanje, vitalnost i potencijal šuma da budu na nivou kojim bi se zadovoljile odgovarajuće ekološke, ekonomske i socijalne potrebe i današnje i budućih generacija kako na lokalnom tako i na nacionalnom nivou, a da se pri tom ne ugroze i oštete neki drugi ekosistemi (MCPFE, Helsinki, 1993)“. Informacije dobijene pomoću satelitskih i drugih sistema mogu u značajnoj meri da doprinesu realizaciji pomenute definicije. Takođe, poslednjih godina smo svedoci i učestalih klimatskih promena širom sveta. Ove klimatske promene utiču i na klimatske promene u našoj zemlji. Česte suše imaju direktan uticaj na poljoprivrednu proizvodnju kao i na opšte stanje šuma, a takođe su i jedan od glavnih uzroka nastanka šumskih požara. Sa druge strane, obilne padavine prouzrokuju velike poplave koje kao i požari stvaraju veliku materijalnu štetu.

Satelitski snimci površine zemlje nastali korišćenjem multispektralnih senzorskih sistema i radarskih sistema imaju veliku primenu u mnogim oblastima - šumarstvu, poljoprivredi, građevinarstvu, vodoprivredi i sl. Danas postoji veći broj web servisa [2] gde se multispektralnim satelitskim slikama površine zemlje može besplatno pristupati online ili se mogu besplatno preuzimati. Neki od servisa jedino zahtevaju registraciju za besplatno preuzimanje multispektralnih slika.

Nastavak rada organizovan je na sledeći način – u drugom poglavlju biće dat kratak pregled *Sentinel* satelitskih misija u okviru *Copernicus* programa [3] kao i spektralnih opsega koje ovi sateliti koriste. Ovaj Program je značajan za monitoring, jer pruža aktuelne informacije o stanju tla, vodnim površinama, klimatskim karakteristikama i opštem stanju šumske i poljoprivredne biomase. U trećem poglavlju biće objašnjena primena pojedinih spektralnih opsega kao i njihova primena u šumarstvu, poljoprivredi i zaštiti životne sredine. U četvrtom poglavlju biće objašnjeni pasivni i aktivni tipovi senzora satelitskih sistema kao i princip rada SAR [4] (Synthetic Aperture Radar) sistema. Peto poglavlje posvećeno je besplatnim web servisima za pristup multispektralnim satelitskim slikama, i korišćenju nekih od servisa na praktičnim primerima. U šestom poglavlju dat je zaključak. Na kraju rada nalazi se spisak korišćene literature.

2. SENTINEL SATELITSKE MISIJE U OKVIRU COPERNICUS PROGRAMA

Copernicus program je jedan od najambiciozinijih i najuspešnijih Programa Evropske komisije koji se odnosi na opservaciju planete Zemlje. U okviru ovog Programa naročito su značajne *Sentinel* satelitske misije [3]. Svaka od misija ima specifican zadatak, pri čemu je oprema za svaku od njih prilagođena ispunjenju ciljeva misije. *Sentinel-1* misija obezbeđuje radarske snimke površine zemlje i okeana danju i noću i u svim vremenskim uslovima. Ovi radarski snimci imaju primenu u donošenju odluka tokom vanrednih situacija. *Sentinel-2* misija obezbeđuje multispektralne optičke snimke visoke rezolucije i ima primenu u raznim oblastima (poljoprivredi, šumarstvu, vodoprivredi, praćenju klimatskih promena i sl.). *Sentinel-3* misija pruža optičke, radarske i altimetrijske podatke visoke tačnosti. Ima naročitu primenu u monitoringu površine tla i velikih vodenih površina. *Sentinel-4* misija će od 2023. godine pružati podatke u cilju nadgledanja atmosfereskog sastava. *Sentinel-5* misija će takođe od 2021. godine biti posvećena nadgledanju atmosferskog sastava. *Sentinel-5P* misija ima za cilj da obezbedi informacije o kvalitetu vazduha do početka *Sentinel-5* misije. *Sentinel-6* misija će

obezbediti altimetriju visoke tačnosti za merenje globalne visine površine mora, prvenstveno za praćenje porasta nivoa mora, zatim za operativnu okeanografiju kao i studije o klimatskim promenama.

Sentinel-2 misija sastoji se od dva „satelita blizanca“, *Sentinel-2A* i *Sentinel-2B* [5]. Ovi sateliti nalaze se u istoj orbiti i fazno su pomereni za 180°, obezbeđujući slike jedne iste tačke površine zemlje na svakih pet dana. Sateliti su opremljeni optičkim instrumentima za 13 spektralnih opsega, pri čemu su četiri opsega prostorne rezolucije od 10 metara, šest opsega od 20 metara, dok su preostala tri opsega prostorne rezolucije od 60 metara. Prostorne rezolucije i centralne talasne dužine spektralnih opsega [6] Sentinel-2 satelita date su tabelom 1.

Tabela 1. Sentinel-2 (Specifikacije spektralnih opsega)

Sentinel-2 misija (Opsezi)	Centralna talasna dužina (µm)	Prostorna rezolucija (m)
B1 – Priobalni aerosol	0,443	60
B2 – Plavi	0,490	10
B3 – Zeleni	0,560	10
B4 – Crveni	0,665	10
B5 – Vegetacija (granica crvenog)	0,705	20
B6 – Vegetacija (granica crvenog)	0,740	20
B7 – Vegetacija (granica crvenog)	0,783	20
B8 – NIR (granica infracrvenog)	0,842	10
B8a – Vegetacija (granica crvenog)	0,865	20
B9 – Vodena para	0,945	60
B10 – SWIR (kratkotalasni infracrveni) - Oblaci	1,375	60
B11 – SWIR (kratkotalasni infracrveni)	1,610	20
B12 – SWIR (kratkotalasni infracrveni)	2,190	20

3. PRAKTIČNA PRIMENA SPEKTRALNIH OPSEGA I KOMBINACIJE OPSEGA U ŠUMARSTVU, POLJOPRIVREDI I ZAŠTITI ŽIVOTNE SREDINE

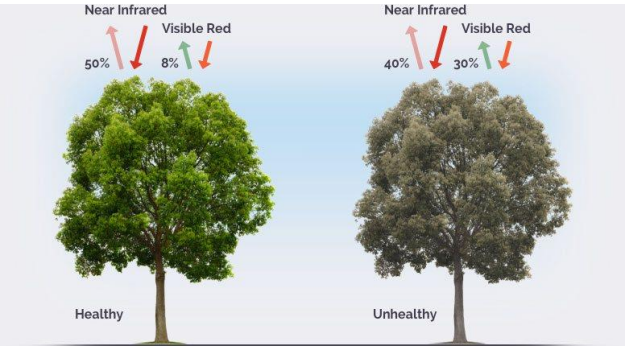
U zavisnosti od namene, pojedini spektralni opsezi ili njihova kombinacija koriste se za dobijanje što preciznijih slika nadgledanih oblasti. U tabeli 1. može se uočiti da korišćenje pojedinih spektralnih opsega daje najbolje rezultate za određenu primenu. Tako na primer, opsezi 5,6,7 i 8A se najčešće koriste za nadgledanje vegetacije, opseg 10 za detekciju oblaka itd. Takođe, u upotrebi su i kombinacije opsega koji su naročito korisni za nadgledanje šumske vegetacije, nadgledanje i upravljanje poljoprivrednom proizvodnjom, geološka istraživanja, praćenje klimatskih promena i mnoge druge primene. U nastavku poglavlja će biti opisani opsezi [7] koji se najčešće koriste u šumarstvu i poljoprivredi.

Za detekciju vegetacije najčešće se koristi infracrveni opseg tj. spektar ili spektar koji se nalazi na granici crvenog, obzirom da se vegetacija najbolje detektuje u infracrvenom delu spektra, pri čemu zdravija vegetacija izgleda „živahnije“ korišćenjem ovog dela spektra [8]. Lakše je utvrditi raznolikost vegetacije korišćenjem infracrvenog spektra nego korišćenjem prirodnog – vidljivog dela spektra. Vrlo često se za daljinsko nadgledanje (monitoring) vegetacije, useva ili močvarnih predela koristi kombinacija B8 (NIR), B4 (RED) i B3 (GREEN) opsega. Vegetacija deluje sjajnije jer zelena vegetacija lako reflektuje svetlost infracrvenog dela spektra. Korišćenjem ove kombinacije opsega vegetacija se prikazuje nijansama crvene boje. Tlo (zemljište) varira od tamne do svetlosmeđe boje, dok su urbana područja prikazana nijansama plave boje, pri čemu se ponekad mogu pojaviti i u žutoj ili sivoj boji u zavisnosti od strukture. Oblaci, sneg i led su svetloplave ili bele boje. Drveće lišćara prikazano je svetlocrvenom bojom za razliku od četinara. Bistra voda prikazana je tamnoplavom bojom, dok je prljava tj. mutna voda prikazana svetloplavom bojom. Može se reći da je ovo jedna od popularnijih kombinacija spektra u upotrebi za proučavanje vegetacije, nadgledanje drenaže tokom različitih faza rasta useva kao i za obradu tla.

Širom sveta često korišćen NDVI indeks (Normalized Difference Vegetation Index) [9], namenjen za globalnu analizu vegetacije, predikciju poljoprivredne proizvodnje, praćenje suše, predikciju zona koje mogu biti zahvaćene šumskim požarom i sl., predstavljen je jedačinom (1), pri čemu NIR predstavlja spektar na granici infracrvenog, a RED crveni spektar.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

Ovaj indeks kreće se u opsegu od -1 do +1. Negativne vrednosti indeksa potiču od oblaka, vode i snega, dok se vrednosti u blizini nule formiraju na osnovu prisustva stena i golog tla. Veoma male vrednosti indeksa (0,1 ili manje) odgovaraju pustim oblastima sačinjenim od stena, peska ili snega. Umerene vrednosti indeksa (od 0,2 do 0,3) upućuju na nisko rastinje i livade, dok velike vrednosti (od 0,6 do 0,8) ukazuju na umerene i tropske šume. Slikom 1. [9] prikazana je procentualna vrednost reflektovane svetlosti crvenog B4 (RED) spektra kao i reflektovane svetlosti B8 (NIR) spektra od zdrave i biljke koja nije u najboljem zdravstvenom stanju.



Slika 1. Refleksija B4 (RED) i B8 (NIR) spektra

Korišćenjem kombinacije B8 (NIR), B11 (SWIR) (kratkotalasnog infracrvenog) i B2 (BLUE) (plavog) spektra [10], vegetacija je visoko reflektabilna zbog postojanja hlorofila, dok NIR spektar definiše vegetaciju

u različitim nijansama. Tlo varira od svetlih do tamnosmeđih nijansi. Oblaci, sneg i led prikazani su svetlocijan bojom, dok su urbana područja prikazana plavocijan bojom. Četinari izgledaju tamnije od listopadnog drveća. Uobičajeno je da dublje nijanse boja ukazuju na zdraviju vegetaciju i/ili na širokolisno rastinje, dok svetlije nijanse ukazuju na ređu vegetaciju ili pak na travnjake. Zdrava vegetacija je prikazana nijansama crvene, narandžaste, žute i braon boje. Oblasti sive boje su oblasti sa čistom sečom, dok crvenkasta boja ukazuje na novi rast vegetacije i verovatno na retke travnjake. SWIR spektar značajno uvećava mogućnost identifikacije biljaka i koristan je prilikom izrade studije o vegetaciji. Vodene površine prikazane su kao veoma tamne zbog velike apsorpcije energije u kratkotalasnom infracrvenom opsegu. Korišćenjem ove kombinacije spektra detekcija zdrave vegetacije je laka, jer spektralna kriva refleksije zdrave zelene vegetacije ima značajno nisku refleksiju u vidljivom delu elektromagnetnog spektra koji dolazi od pigmenata biljke. Refleksija se intenzivno povećava u spektru bliskom infracrvenom. Suva ili retka vegetacija se takođe može identifikovati jer ima izrazito nisku refleksiju u oblasti infracrvenog spektra.

Kombinacija B12 (SWIR), B8 (NIR) i B4 (RED) spektra koristi se za detekciju i proučavanje vegetacije, nadgledanje useva, monitoring seče i gazdovanje šumama [11]. Usevi, listopadne i četinarske šume u sušnom regionu prikazane su nijansama tamnozelene boje, dok je navodnjavana i zdravija vegetacija prikazana svetlozelenom bojom. Tlo je prikazano plavom, tamnom i smeđom bojom. Spektralna kombinacija se takođe koristi za definisanje unutrašnjih vodnih površina kao i razgraničenja vode i kopna.

Kombinacija B11 (SWIR), B8 (NIR) i B2 (BLUE) spektra ima praktičnu primenu u poljoprivredi [12] i koristi se za nadgledanje useva koji su prikazani jarkom zelenom bojom. Omogućava se razlikovanje vegetacionih uslova i sorti biljaka. Travnjaci i oranice su prikazane svetlijim tonom zbog više refleksije nego oblasti pod šumom. Tlo bez rastinja prikazano je mađenta bojom, dok je rastinje prikazano prigušenom nijansom zelene boje.

Pojedini spektralni opsezi su korisni za monitoring atmosferskih i drugih klimatskih pojava. Imaju primenu tokom nadzora i praćenja šumskih požara, kod identifikacije poplavljenih područja i sl. Jedna od takvih spektralnih kombinacija je B8 (NIR), B11 (SWIR) i B4 (RED) [13]. Korisna je kada je neophodno razdvojiti vodu od zemlje. Led je predstavljen živopisnom mađenta bojom, voda nijansama plave a zemlja nijansama zelene i narandžaste boje. U opsezima bliskim infracrvenim i srednjim crvenim, veća apsorpcija svetlosti vode čini je tamnijom. Količina rastvorljivih neorganskih materija u vodi takođe utiče na refleksiju svetlosti a samim tim i na nijansu boje kojom je prikazana voda. Tlo, pesak i minerali su prikazani raznim bojama. Vrele površine kao što su oblasti pod šumskim požarima ili vulkanska grotla zasićuju srednji infracrveni opseg i pojavljuju se u nijansama braon ili žute boje, a posebna primena ove kombinacije je identifikacija poplavljenih područja. Poplavljena područja u ovoj kombinaciji spektra izgledaju izrazito tamnoplavo u odnosu na kombinaciju prirodnog spektra B4 (RED), B3 (GREEN) i B2 (BLUE) [14] u kojima bi plitka poplavljena područja izgledala kao smeđa i teško bi se razlikovala.

NDWI indeks (Normalized Difference Water Index) predstavljen jednačinom (2), gde NIR predstavlja spektar na granici infracrvenog, a SWIR kratkotalasni infracrveni spektar, od 1996. godine koristi se za procenu rizika od požara utvrđivanjem prisustva vlage u vegetacijskom pokrivaču [15].

$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR} \quad (2)$$

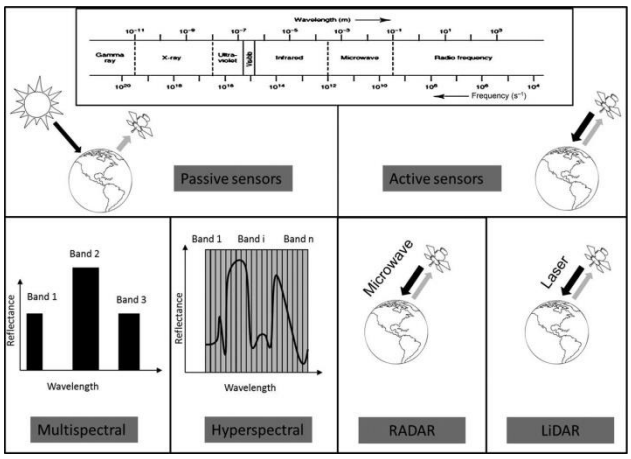
NDWI je bezdimenziona veličina i kreće se u rasponu od -1 do +1 u zavisnosti od sadržaja drveta, vrste vegetacije i vegetacionog pokrivača. Veće NDWI vrednosti ukazuju na dovoljnu količinu vlage, dok niže vrednosti ukazuju na stres biljke prouzrokovan nedostatkom vode.

Važno je napomenuti da su u upotrebi i termalni spektri [16,17,18] koji imaju nižu prostornu rezoluciju u odnosu na ostale spektre, ali predstavljaju važan alat za merenje površinske temperature. Ovi spektri se mogu koristiti za merenje toplotnog stresa biljaka, a takođe imaju potencijal za analizu tokom terenskih aktivnosti, bez stalne potrebe prikupljanja i skladištenja podataka. U geologiji se koriste za razlikovanje oblaka od tla, obzirom da su oblaci veoma hladni. Zemaljske opservatorije ih često koriste za detekciju područja zahvaćenih požarom ili za detekciju vulkanskih tokova (prikazani nijansama sive boje ili povremeno nijansama crne boje).

4. PASIVNI I AKTIVNI SENZORSKI SATELITSKI SISTEMI I PRINCIP RADA SAR (SYNTHETIC APERTURE RADAR) SISTEMA

Na satelitskim sistemima koriste se dva tipa senzorskih sistema – *pasivni* i *aktivni.* Ovi sistemi objašnjeni su slikom 2. [19]. *Pasivni* senzori mere prirodno zračenje emitovano ili reflektovano od Zemlje. Reflektovana sunčeva svetlost je najčešći izvor zračenja koja se meri ovim tipom senzora. Multispektralne slike su proizvod senzora koji mere reflektovanu energiju unutar nekoliko specifičnih opsega elektromagnetnog spektra. Hiperspektralni senzori pak mere energiju većeg broja užih spektralnih opsega što rezultuje u relativno neprekidnom merenju dela elektromagnetnog spektra. *Aktivni* senzori emituju elektromagnetne impulse i mere reflektovanu energiju. Senzori RADAR sistema koriste veće telasne dužine (mikrotalase) dok senzori LIDAR sistema emituju laserske impulse - uobičajeno na talasnoj dužini od 1064 nm. RADAR i LIDAR sistemi emituju sopstvene elektromagnetne impulse koji se nakon refleksije od željene površine analiziraju i koji su ključni za monitoring 3D strukture vegetacije iz svemira. Podaci prikupljeni radarskim senzorima koriste se kako za nadgledanje šumske seče i šumsku degradaciju, tako i za

nadgledanje ponovnog rasta šuma. LIDAR sistemi omogućavaju jedinstvenu sposobnost merenja vertikalne 3D strukture vegetacije, mada procena visine takođe može biti izvedena na osnovu radarskih podataka i korišćenjem raznih algoritama. Podaci dobijeni pomoću LIDAR i RADAR sistema mogu se kombinovati u cilju poboljšanja vertikalne i zapreminske strukture vegetacije.



Slika 2. Pasivni i aktivni senzori

SAR (Synthetic Aperture Radar) [20] je nova tehnologija za daljinsko sondiranje tj. nadgledanje terena. Sentinel-1 je opremljen ovim aktivnim tipom senzora. SAR tehnologija zasniva se na tehnologiji koju u prirodi koriste slepi miševi. Oni generišu zvukove različitih frekvencija koji se odbijaju od prepreka i vraćaju natrag. Na osnovu eho-a oni mogu da odrede rastojanje do prepreka. Na isti način, sateliti šalju mikrotalasne impulse ka zemlji. Impulsi se vraćaju natrag ka senzoru satelita i na osnovu toga (povratnog eho-a) generiše se slika terena koji se osmatra. Korišćenjem ovakvog tipa radara moguće je „videti“ noću, kroz oblake i dim, a takođe i kroz sve oblike meteoroloških prilika. Zapravo, korišćenjem većih talasnih dužina moguće je bolje „prodreti“ kroz oblake pa čak i kroz zemlju, npr. korišćenjem L-opsega (~24 cm), koji je veće talasne dužine nego C-opseg (~6 cm) ili X-opseg (~3 cm). Mikrotalasni impulsi SAR radara nisu direktno usmereni ka površini zemlje već bočno. Postoje tri osnovna mehanizma skeniranja terena ovakvim tipom radara, a to su: *spekularni*, *difuzni* i *dvostruko-odskočni* (*dvostruko-reflektivni*). Spekularna refleksija javlja se kod glatkih površina. Primeri glatkih površina su putevi i vodene površine. Prilikom skeniranja ovakvih površina veoma malo energije impulsa se vraća na senzor satelita (slično ogledalu). U ovom slučaju crni pikseli na slici imaju vrednost manju od -20dB. Difuzna refleksija javlja se kod grubljih površina. Signali se rasejavaju difuziono – u svim smerovima. Primeri takvih površina su vegetacija i poljoprivredni usevi. Tipična vrednost piksela na slici kod ovakvog tipa refleksije veća je od -20dB i sive je boje. Dvostruka refleksija javlja se kako u prirodi tako i od struktura koje je napravio čovek. Reflektovani mikrotalasni impuls pogađa drugu površinu i reflektuje se nazad do senzora na satelitu. Tipična vrednost piksela je manja od -10dB i bele je boje.

SAR sistemi imaju veliku praktičnu primenu. Najznačajnije primene su za potrebe vojske, za bezbednost, zaštitu životne sredine i mnoge druge oblasti. Jedna od primena ima istu skraćenicu - SAR (Search and Rescue). Za ovu primenu meteorološki uslovi često su veoma loši. U slučajevima šumskih požara, dim koji nastaje može u potpunosti blokirati vidljivost. Obzirom da takvi uslovi ne utiču na rad SAR sistema, spasilačke službe ga često koriste. Takođe imaju veliku primenu i za mapiranje oblasti zahvaćenih poplavama (površine prekrivene vodom su tamne boje), a koriste se i za procenu nagiba terena tj. za generisanje elevacionog modela korišćenjem *Space Shuttle Radar Topography Mission inSAR* [21] tehnologije.

5. BESPLATNI WEB SERVISI ZA PRISTUP MULTISPEKTRALNIM SATELITSKIM SLIKAMA

Danas je putem web-a moguće besplatno pristupiti većem broju servisa za pregled ili preuzimanje multispektralnih satelitskih snimaka. Neki od njih su [22]: USGS Earth Explorer, Sentinel Open Access Hub, NASA Earthdata Search, NOAA Data Access Viewer, EO Browser - Sentinel Hub i mnogi drugi. Pojedini servisi jedino zahtevaju besplatnu registraciju za preuzimanje snimaka.

EO Browser - Sentinel Hub [23,24] web servis sadrži kompletne arhive Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3, Sentinel-5P misija, zatim arhive ESA koje čine misije Landsat 5 i 7, arhivu i celokupnu pokrivenost misije Landsat 8 kao i arhive Envisat Meris, Proba-V, MODIS i GIBS.

Narednim slikama biće prikazani primeri korišćenja satelitskih multispektralnih opsega u šumarstvu, poljoprivredi i srodnim oblastima korišćenjem arhive Sentinel-2 misije i web servisa EO Browser - Sentinel Hub.

Slikom 3. prikazana je satelitska multispektralna slika okoline Donjeg Milanovca primenom NDVI indeksa (mart 2019. god.)

Slika 3. NDVI (mart 2019. god.)

Slikom 4. takođe je prikazana identična oblast korišćenjem istog indeksa (avgust 2019. god.). Primenom NDVI indeksa vegetacija je prikazana nijansama zelene boje. Ako se uporede slike 3. i 4. mogu se jasno uočiti razlike u nijansama zelene boje istih predela. Predeli pod šumom koji su u međuvremenu olistali su tamnije zelene

boje. Svetlijim nijansama prikazane su oblasti sa niskim rastinjem.

Slika 4. NDVI (avgust 2019. god.)

Na slici 5. vidimo identičnu oblast (avgust 2019. god.) korišćenjem B8 (NIR), B4 (RED) i B3 (GREEN) opsega.

Slika 5. B8 (NIR), B4 (RED) i B3 (GREEN) spektar

Vegetacija je prikazana nijansama crvene boje, pri čemu je zdrava vegetacija predstavljena jarkom crvenom bojom. Jarka crvena boja nastaje usled snažne refleksije svetlosti NIR spektra od zdrave zelene vegetacije.

Često korišćena spektralna kombinacija za određivanje zdravstvenog stanja vegetacije kao što je ranije rečeno je kombinacija B8 (NIR), B11 (SWIR), i B2 (BLUE) spektra. Prikazana je slikom 6. (avgust 2019. god.)

Slika 6. B8 (NIR), B11 (SWIR), i B2 (BLUE) spektar

Zdrava vegetacija prikazana je nijansama narandžaste boje. Voda izgleda veoma tamno zbog apsorpcije energije u kratkotalasnom infracrvenom spektru i spektru na granici infracrvenog. Tlo sa niskim rastinjem i livade prikazane su nijansama zelene boje.

Slikom 7. (avgust 2019. god.) prikazana je ista oblast kao i na prethodnim slikama ali korišćenjem spektralne kombinacije B12 (SWIR), B8 (NIR) i B4 (RED). Površine svetlozelene boje predstavljaju zdravu i navodnjavanu vegetaciju. Šume su predstavljene nijansama zelene boje.

Slika 7. B12 (SWIR), B8 (NIR) i B4 (RED) spektar

Slikom 8. (avgust 2019. god.) prikazana je multispektralna slika korišćenjem spektralne kombinacije B11 (SWIR), B8 (NIR) i B2 (BLUE). Ova kombinacija ima veliku primenu u poljoprivredi i služi za nadgledanje useva koji su prikazani živom zelenom bojom.

Slika 8. B11 (SWIR), B8 (NIR) i B2 (BLUE) spektar

6. ZAKLJUČAK

Savremeno šumarstvo i poljoprivreda bi danas bili nezamislivi bez upotrebe satelitskih sistema. Upotrebom multispektralnih senzorskih i radarskih sistema vrši se nadgledanje šumske vegetacije, upravljanje poljoprivrednom proizvodnjom, praćenje klimatskih promena, utvrđivanje geološkog sastava tla i sl. Takođe, ovi sistemi imaju veliku ulogu i za zaštitu životne sredine jer pružaju pravovremene informacije tokom upravljanja vanrednim situacijama u slučaju šumskih požara, poplava ili drugih prirodnih nepogoda uzrokovanih globalnim klimatskim promenama. Bez upotrebe ovih sistema bila bi mnogo teža predikcija i donošenje pravovremenih odluka bez obzira na oblast primene.

LITERATURA

[1] Medarević M., Banković S., Šljukić B. "Održivo upravljanje šumama u Srbiji – Stanje i mogućnosti", Glasnik šumarskog fakulteta, br. 97, str. 33-56, Beograd 2008.

[2] https://thewaternetwork.com/_/geographic-information-systems-gis/article-FfV/20-free-satellite-imagery-data-sources-zwPbhtw7UpYjy8HqXba2YQ (pristupljeno 15.12.2019. godine)

[3] https://www.copernicus.eu/sites/default/files/2018-10/History_Factsheet_vf.pdf (pristupljeno 05.01.2020. godine)

[4] https://asf.alaska.edu/information/sar-information/what-is-sar/ (pristupljeno 06.01.2020. godine)

[5] https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/overview (pristupljeno 06.01.2020. godine)

[6] https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/spatial (pristupljeno 06.01.2020. godine)

[7] https://eos.com/make-an-analyses/ (pristupljeno 07.01.2020. godine)

[8] https://eos.com/color-infrared/ (pristupljeno 07.01.2020. godine)

[9] https://eos.com/ndvi/ (pristupljeno 08.01.2020. godine)

[10] https://eos.com/healthy-vegetation/ (pristupljeno 09.01.2020. godine)

[11] https://eos.com/vegetation-analysis/ (pristupljeno 10.01.2020. godine)

[12] https://eos.com/agriculture-band/ (pristupljeno 10.01.2020. godine)

[13] https://eos.com/land-water/ (pristupljeno 12.01.2020. godine)

[14] https://eos.com/natural-color/ (pristupljeno 12.01.2020. godine)

[15] https://eos.com/ndwi/ (pristupljeno 13.01.2020. godine)

[16] https://eos.com/thermal/ (pristupljeno 14.01.2020. godine)

[17] https://eos.com/thermal-infrared-1/ (pristupljeno 14.01.2020. godine)

[18] https://eos.com/thermal-infrared-2/ (pristupljeno 14.01.2020. godine)

[19] Nathalie Pettorelli, William F. Laurance, Timothy G. O'Brien, Martin Wegmann, Harini Nagendra and Woody Turner „Satellite remote sensing for applied ecologists: opportunities and challenges", Journal of Applied Ecology 2014, 51, 839–848

[20] https://gisgeography.com/synthetic-aperture-radar-examples/ (pristupljeno 15.01.2020. godine)

[21] https://site.tre-altamira.com/insar/ (pristupljeno 17.01.2020. godine)

[22] https://gisgeography.com/free-satellite-imagery-data-list/ (pristupljeno 17.01.2020. godine)

[23] https://www.sentinel-hub.com/explore/eobrowser (pristupljeno 18.01.2020. godine)

[24] https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/ (pristupljeno 18.01.2020. godine)

BEŽIČNE MREŽE PETE GENERACIJE I *SMART* KONCEPT

FIFTH GENERATION OF WIRELESS NETWORKS AND SMART CONCEPT

Uglješa Urošević
Elektrotehnički fakultet, Univerzitet Crne Gore

Sadržaj – *Četvrta industrijska revolucija vodi ka nizu društvenih, političkih, kulturnih i ekonomskih transformacija koje će se odvijati u 21. vijeku. Oslanjajući se na široku dostupnost digitalnih tehnologija koje su bile rezultat treće odnosno digitalne revolucije, četvrta industrijska revolucija će biti vođena uglavnom konvergencijom digitalnih, bioloških i fizičkih inovacija. Tako vještačka inteligencija, proširena odnosno poboljšana stvarnost, robotika, autonomni sistemi, Internet of Things, taktilni internet, smart systems/building/home/grid itd. čine neke od ključnih osnova za smart city/world ili smart environment koncept. Neizostavan dio svih spomenutih tehnologija je komunikacioni segment, koji treba da omogući pouzdan prenos velike količine podataka, uz što manje kašnjenje. Imajući u vidu koje je performanse moguće ostvariti uz bežične mreže četvrte generacije, jasno je da se u smart konceptu mora preći na nove kominikacione tehnologije, odnosno petu generaciju. Glavne karakteristike bežičnih mreža pete generacije su 1-10Gb/s konekcije do krajnjih tačaka, 1 ms end-to-end round trip kašnjenje, 1000x propusni opseg po jedinici površine u odnosu na 4G, 10-100x veći broj konektovanih uređaja, 99.999% dostupnost, percepcija od 100% pokrivenosti, 90% manji energetski zahtjevi u mreži i do deset godina trajanje baterije za low power machine-type uređaje.*
U ovom radu će se dati uloga i neophodnost mreža pete generacije u smart city/systems/building konceptu.

Abstract - *The fifth generation of mobile networks should provide significantly higher data rates, more connections and connected devices, better spectral efficiency, greater energy efficiency, improved quality of service in terms of delay, capacity, reliability and security. Some of the key technologies that need to be enabled are massive MIMO (Multiple-Input Multiple Output) systems, the use of higher-frequency frequencies, in particular mmWave (millimeter-Wave) band, P2P (Peer-to-Peer) communications, heterogeneous networks (HetNet - Heterogeneous Networks), etc. Here is an analysis of the application of P2P communications in the conditions when network infrastructure is not in function due to natural disasters. The application of distributed MIMO techniques and the impact of the non-channel channel estimation on reliability of the transmission is considered.*

1. UVOD

Mobilne radio komunikacije su jedna od najbrže razvijajućih oblasti u telekomunikacijama. Njihov snažan razvoj započinje 1971. godine kada je Bell telephone Company predložila ćelijski (celularni) koncept mobilne radio-mreže. Sistemi prve i druge generacije celularnih mobilnih radio-komunikacionih sistema su prvenstveno bili namijenjeni za prenos signala govora. Mobilni radio-komunikacioni sistemi treće generacije su omogućili integraciju u prenosu govornog signala i signala podataka. To su prvi mobilni radio-komunikacioni sistemi koji nisu prvenstveno namijenjeni govornim komunikacijama. Sistemi četvrte generacije podrazumijevaju all IP (Internet Protocol) mreže odnosno isključivo paketsku komutaciju, značajno veću spektralnu efikasnost, pružanje širokopojasnih multimedijalnih servisa, tj. prenos signala veoma velikim brzinama, bez obzira na nivo mobilnosti korisnika. Sistemi pete generacije treba da omoguće 1000 puta veći kapacitet, 10 puta veću spektralnu i energetsku efikasnost, 25 puta veću propusnost ćelije, gušću heterogenu mrežu, u poređenju sa mrežama četvrte generacije, zatim brzinu prenosa podataka od 10 Gb/s za malu i 1 Gb/s za veliku mobilnost korisnika, [1]-[3].
Sa druge strane smart city koncept podrazumijeva velike količine podataka koje treba prenijeti i obraditi uz odgovarajući kvalitet servisa koje bežične mreže ranijih generacija generalno ne ispunjavaju. Jedan od generatora razvoja smart koncepta svakako predstavljaju nove komunikacione tehnologije, što se razmatra dalje u radu.

2. *SMART* KONCEPT I 5G

Četvrta indusrijska revolucija podrazumijeva *smart* kocept, odnosno *smart* zgrade, *smart* kuće, *smart* saobraćaj, *smart* proizvode, *smart* logistiku, *smart* mreže, poboljšanu realnost, vještačku inteligenciju, sajber fizičke sisteme, slika 1.

Slika 1. Neki od ključnih karakteristika četvrte industrijkse revolucije

Jedna od definicija za *Smart City* (*Boyd Cohen*) je: "Pametni gradovi koriste informaciono-komunikacine tehnologije da bi se inteligentnije i efikasnije koristili raspoloživi resursi, što rezultira uštedom troškova i energije, poboljšanim pružanjem usluga i kvalitetom života i smanjenim uticajem na okolinu - a sve to podržava inovacije i *low-carbon* ekonomiju."

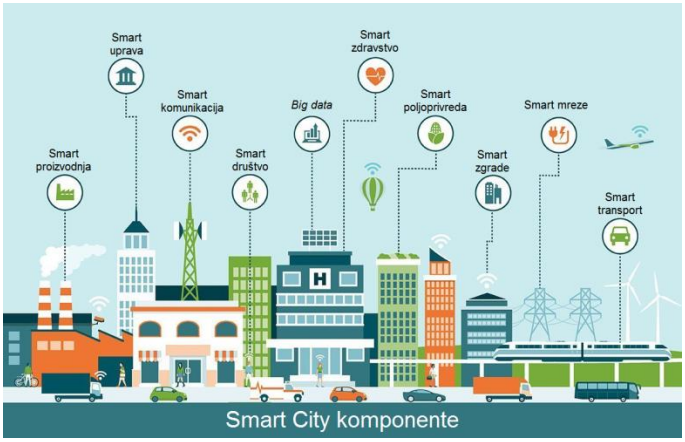
Koncept pametnih gradova nastao je u vrijeme kada se cijeli svijet suočio s jednom od najgorih ekonomskih kriza. 2008. god. IBM je započeo rad na konceptu 'pametnijih gradova' kao dio svoje inicijative za pametniju planetu. Početkom 2009. god. javljaju se inicijative evropskih gradova za pametnim i boljim javnim prevozom, davanje prednosti biciklizmu, stavlja se fokus na ekološku održivost i rješenja s niskim udjelom ugljenika.

Ubrzana urbanizacija, globalno zagrijavanje i klimatske promjene, povećanje broja stanovnika i potrošnja resursa, dovode do potrebe za rješavanjem problema globalnog okruženja, odnosno do *smart* elementa u svakom segmentu života.

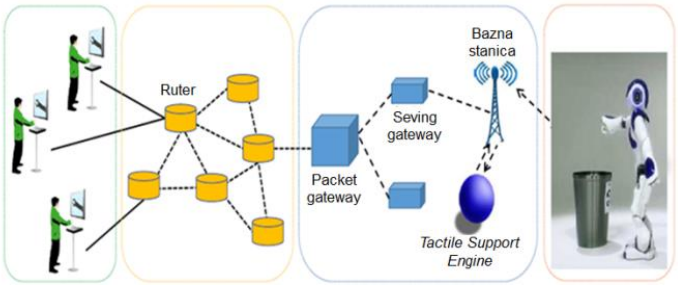
Tako se pod pojmom *smart city* podrazumijeva, [1]-[3]:

- Pametan stil života (*Smart Living*)
- Pametne zgrade i kuće (*Smart Building & Home*)
- Pametni transport (*Smart Transportation*)
- Pametno korišćenje energetskih resursa (*Smart Energy, Renewable generation & storage*, AMI,PQM,PLM,OMS)
- Pametno upravljanje vodenim resursima (*Smart Water Management*)
- Pametno upravljanje otpadom (*Smart Waste Management, Recycling of waste, residual management, Recovery of waste organics & Energy*)
- Pametno obrazovanje (*Smart Education, e-Education*)
- Pametna uprava (*Smart Governance, e-governance*)
- Pametno lliječenje (*Smart Medical Facility, e-Medical*)
- Pametne komunikacije (*Smart Communications*)
- Pametne mreže (*Smart Networks*)
- Pametan odnos prema životnoj sredini (*Environmental Awarenes*)

Ilustrativni primjeri *smart* koncepta i aplikacija su dat na slikama 2, 3 i 4.



Slika 2. Primjer *smart* koncepta



Slika 3. Primjer *smart* koncepta, *tactile* internet

Slika 4. Primjer *smart* koncepta, telehirurgija

Lako se može zaključiti da *smart* koncept podrazumijeva velike količine podataka koje treba prenijeti u određenim situacijama sa ekstremnom pouzdanošću, ekstremno malim kašnjenjem, odnosno ekstremno velikim brzinama prenosa podataka.

Na primjer, u segmentu *smart* transporta, prilikom kretanja vozila od 100km/h, kašnjenje u prenosu podataka od više desetina ms ili od 1ms, između senzora, sistema za odlučivanje i aktuatora, znači razliku u mjestu kočenja od više metara. Što nekad može predstavljati granicu između tragičnog ishoda i izbjegavanja udesa. O nepouzdanom prenosu podataka i na osnovu toga pogrešno donijetih odluka u sistemu odlučivanja ne treba ni govoriti.

Dakle, bežične mreže pete generacije, zbog kvaliteta servisa kojeg omogućavaju, postaju neizostavan dio velikog broja *smart city* aplikacija i servisa, kritičnih po pitanju pouzdanosti, kašnjenja i količine podataka.

Mreže pete generacije se odlikuju time što treba da omoguće širokopojasni *broadband* pristup, masivni *Internet of Things* (IoT) i kontrolne servise sa kritičnim elementima. Dakle, ekstremni kapaciteti od 10Tb/s/km^2, ekstremne brzine prenosa podataka od više Gb/s, ekstremnu mobilnost korisnika, ultra malo kašnjenje manje od 1ms, ultra veliku pozdanost maksimalno 1 od 100 miliona paketa se gubi, moćnu sigurnost (vlade, finansije, medicinske ustanove...), *deep* pokrivenost za teške i izazovne lokacije, ultra dugo trajanje baterija više od 10 godina, velika gustina milion mrežnih čvorišta/ km^2, *deep awareness* odnosno otkrivanje i samo optimizacija, [4]-[9]. Ključni servisi i karakteristike su dati na slikama 5, 6 i 7.

Slika 5. 5G i unaprijeđeni širokopojasni *broadband*

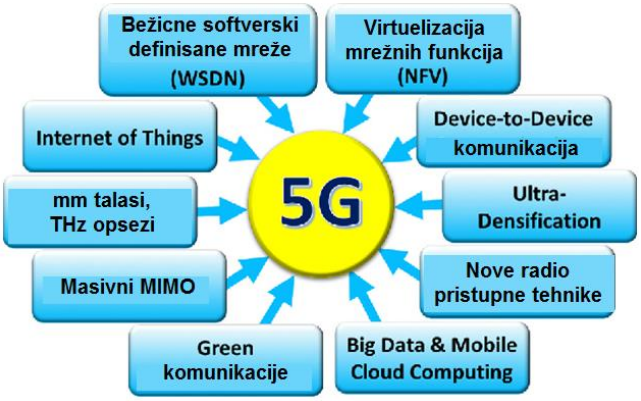
Ključne tehnologije koje koje treba da omoguće date aplikacije i karakteristike 5G mreža su masivni MIMO sistemi, *device-to-device* (D2D) komunikacija, mm talasi, *green* komunikacije, kognitivni radio, bežične softverski definisane mreže, masivni *Internet of Things*, virtuelizacije mrežnih funkcija, *big data* i *cloud computing* itd. slika 8 i 9.

Klasični MIMO sistemi omogućavaju da se uz korišćenje istih vremensko-frekvencijksih-energetskih resursa poveća pouzdanost prenosa, kapacitet i energetska efikasnost. Odnosno savršeno se uklapaju u *smart* koncept.

Masivni MIMO sistemi podrazumijevaju još veći broj predajnih i prijemnih antenna u odnosu na klasične MIMO sisteme, pri čemu se planira korišćenje frekvencijskih opsega na više desetina i stotina GHz. Na taj način se omogućava praktična realizacija velikog broja antena, imajuću u vidu neophodnu prostornu separaciju između njih koja iznosi minimum pola od talasne dužine.

Slika 6. 5G i masivni IoT

Slika 7. 5G i kritični servisi



Slika 8. Ključne 5G tehnologije

Slika 9. Ključne 5G tehnologije

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisana suština četvrte indusrijske revolucije koja podrazumijeva smart kocept, odnosno smart zgrade, smart kuće, smart saobraćaj, smart proizvode, smart logistiku, smart mreže, poboljšanu realnost, vještačku inteligenciju, sajber fizičke sistemeneophodnost bežičnih mreža pete generacije u tom konceptu, kao i njihove karakteristike i tehnologije.

LITERATURA

[1] Z. Sang, K. Li, " ITU-T standardisation activities on smart sustainable cities," IET Smart Cities, vol. 1, no. 1, pp. 3 - 9, August 2019.

[2] P. Wilson, " State of smart cities in UK and beyond," IET Smart Cities, vol. 1, no. 1, pp. 19 - 22, August 2019.

[3] Ş. Kolozali, M. Bermudez-Edo, " Observing the Pulse of a City: A Smart City Framework for Real-Time Discovery, Federation, and Aggregation of Data Streams," IEEE Internet of Things Journal, vol. 6, no. 2, pp. 2651 - 2668, September 2018.

[4] J. Guey, P. Liao, Y. Chen, A. Hsu, C. Hwang, G. Lin, "On 5G Radio Access Architecture and Technology," IEEE Wireless Communication, vol. 22, no. 5, pp. 2 – 5, October 2015.

[5] E. Hossain, M. Hasan, "5G Cellular: Key Enabling Technologies and Research Challenges," IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, vol. 18, no. 3, pp. 11 – 21, June 2015.

[6] D. Soldani, A. Manzalini, "Horizon 2020 and Beyond: On the 5G Operating System for a True Digital Society," IEEE Vehicular Technology Magazine, vol. 10, no. 1, pp. 32 - 42, March 2015.

[7] S. Sun, B. Rong, R. Qingyang Hu, Y. Qian, "Spatial Domain Management and Massive MIMO Coordination in 5G SDN," IEEE Access, vol. 3, pp. 2238 - 2251, November 2015.

[8] [H. Qilong, L. Shuang, Z. Hongli, "Mobile cloud sensing, big data, and 5G networks make an intelligent and smart world," IEEE Network, vol. 29, no. 2, pp. 40-45, April 2015.

[9] S. Schwarz, M. Rupp, "Exploring Coordinated Multipoint Beamforming Strategies for 5G Cellular," IEEE Access, vol. 2, pp. 930 - 946, August 2014.

VoLTE arhitektura i merenja parametara kvaliteta u mobilnim mrežama
VoLTE architecture and measurement key indicators in mobile networks

Nenad Radosavljević
Regulatorna agencija za elektronske komunikacije i poštanske usluge (RATEL)

Sadržaj *– Implementacija 4G tehnologije u mrežama mobilnih operatora omogućila je ostvarivanje velikih brzina prenosa podataka u poređenju sa brzinama koje su pružale prethodne tehhnologije. To je imalo za posledicu pružanja različitih vrsta servisa koji su svoju primenu imali u tehnološkom smislu u svim industrijskim vertikalama. Sa druge strane, razvoj govorne usluge kasnio je u poređenju sa uslugom prenosa podataka, ali svakako nakon prelaska na all IP concept svoja unapređenja i poboljšanja bila su evidentna i u govornoj usluzi. Koncept, arhitektura, sistema i praktični rezultati u prvim merenjima у Републици Србији govorne usluge realizovane putem LTE mreže (Voice over LTE - VoLTE) opisani su u ovom radu.*

Abstract *- The implementation of 4G technology in mobile networks has enabled high data rates to be achieved compared to the speeds provided by previous technologies. This has resulted in the provision of various types of services that have been technologically applied in all industrial verticals. On the other hand, the development of voice service was late compared to the data service, but certainly after the transition to the all IP concept, its improvements and improvements were evident in the voice service as well. The concept, architecture, systems and practical results of the first measurements of voice service in Serbia implemented through the LTE network (Voice over LTE - VoLTE) are described in this paper.*

1. INTRODUCTION

The Third-Generation Partnership Project (3GPP) has developed a new technology called Long Term Evolution (LTE) in Release 8 (R8) Technical specification. 3GPP LTE aims to improve the Third-Generation (3G) Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) technology to meet requirements determined by the International Telecommunication Union (ITU). Some of the agreed features of LTE are a significant increase in data rates with up to 300 Mbps downlink (DL) and 75 Mbps uplink (UL) with possibility of usage a scalable bandwidth of 1.4, 3, 5, 10, 15 and 20 MHz with benefit also to reduced latency . The changes in this design were significant, with a flat all-IP Evolved Packet Core network (EPC) only supporting Packet Switched (PS) services [1]. The EPC lacks native Circuit Switched (CS) services support, including voice, which is considered as the main revenue for Mobile Service Providers (MSPs). This is different from most of the legacy UTRAN/GERAN wireless networks such as UMTS, which support both CS and PS services. A user always expects voice as a basic service provided by the network operator and this raises the question of how to provide a voice call service to LTE users. The Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) is the radio wireless access for LTE and LTE-A and its architecture is simpler and flatter than Radio Access Network (RAN) in the 3G mobile networks as shown in Figure 1. 3GPP presented the technical specifications for the E-UTRAN based networks (LTE and LTE-Advanced) in Release 8, 9 and 10.

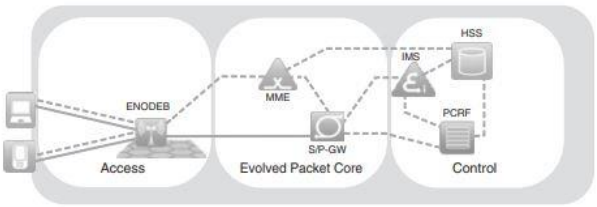


Figure 1. VoLTE architecture

In this work, firstly was introduced VoLTE architecture, then main functionalities. Also, in paper are presented first benchmarking campaign results for VoLTE measurement from October and November of 2019, and measurement with RATEL equipment on sample in Belgrade, analysis of results and finally conclusion.

2. VoLTE SYSTEM ARCHITECTURE

VoLTE system architecture is divided into three domains: access, evolved packet core (EPC) and control. Figure 1 shows that access contains only one network element, so-called evolved NodeB (eNodeB or eNB). In previous third generation partnership project (3GPP) radio architectures were defined two networks elements: in UMTS terrestrial radio access network (UTRAN) those are NodeB and radio network controller (RNC),while in GSM/EDGE radio access network (GERAN) those elements are base transceiver station (BTS) and base station controller (BSC). The main reasons for this simplified architecture were reducing complexity, latency and costs while increasing data throughput.

The EPC consists basically of three functional elements. The first one is the mobility management entity (MME) that resides in the control plane of EPC. The MME presents an evolution of the serving GPRS support node (SGSN) control plane function in the general packet radio system (GPRS). The serving gateway (S-GW) correlates with the SGSN user plane function in GPRS. All user plane packets in uplink and downlink are traversing the S-GW and the S-GW also acts as a local mobility anchor that is able to forward packets during handover. The PDN gateway (P-GW) finally is the global Internet protocol (IP) mobility anchor point comparable to the gateway GPRS support node (GGSN) in GPRS. It allocates IP addresses to user equipments (UEs) and provides the interface towards packet data networks (PDNs) like the IP multimedia subsystem (IMS) and Internet [2]. The P-GW contains also

the policy and charging enforcement function (PCEF) for the detection of service data flows, policy enforcement (e.g. discarding of packets) and flow-based charging.
The control domain contains three building blocks: (i) IMS, (ii) home subscriber server (HSS) and (iii) policy and charging rules function (PCRF). IMS further contains number of functional elements which are required to control voice sessions. The HSS is the main data storage for all subscriber and service-related data of the IMS, EPC and access. The PCRF acts as a bridge between IMS and EPC domains, for example setting up required EPC bearer for a new voice session.
The classical controller-based architecture has evolved to the 'all in BTS' radio architecture, which was also introduced as an alternative architecture in HSPA. The key driver was to enable easy scalability of the network as traffic increases, coupled with the separate handling of control and user data in the core network side. The use of flat architecture also enables short latency and fast signaling exchange since all radio level signaling is only between the UE and eNodeB. In the LTE architecture in order to facilitate radio resource management and especially mobility, there is an X2 interface between the eNodeBs. This interface carries the necessary signaling to enable to exchange information on the radio resource usage between the base station, to provide handover command when user is moving or to handle the data forwarding when user is moving to another eNodeB.

The LTE protocol architecture shows that all radio related protocols terminate in the eNodeB, that is responsible for all radio resource related signalling and decisions.

3. VoLTE FUNCTIONALITY

The main radio functionalities that are needed to carry high quality voice traffic efficiently in LTE radio include packet scheduling and mobility solutions inside LTE and from LTE to 2G and 3G radios. The radio features are summarized in Figure 2.

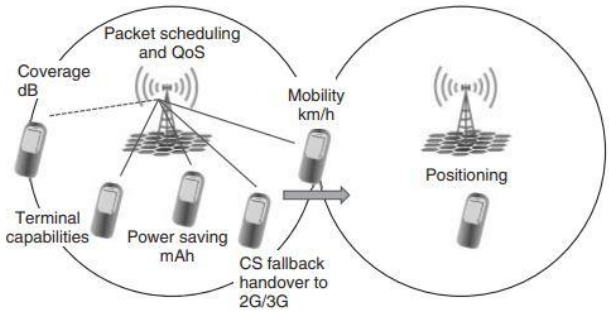


Figure 2. Main radio functionalities for voice support in LTE

The packet scheduling for voice can use fully dynamic scheduling or semi-persistent scheduling. The dynamic solution schedules every single voice packet that arrives with 20 ms periods. The dynamic scheduling has the benefit that it gives the full freedom to select optimal radio resources for each transmission depending on the radio conditions and load conditions. The drawback is that every packet needs physical downlink control channel capacity which can be the limiting factor for high traffic cases. Another approach is semi-persistent scheduling where the evolved NodeB preallocates resources for a voice packet every 20 ms. Semi-persistent scheduling does not require control channel capacity Figure (3).

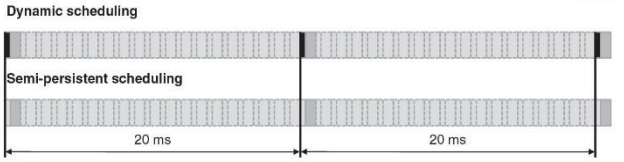


Figure 3. Dynamic and semi-persistent scheduling for voice

LTE system is designed to support seamless mobility within LTE system and between LTE and 2G and 3G networks. The intra-frequency mobility solution in LTE is slightly different from the mobility in 2G and 3G networks because of LTE flat architecture. 2G and 3G networks use a base station controller (BSC) and radio network controller (RNC) to manage the mobility while LTE radio network uses only eNode (Base station) in the radio network architecture. The mobility management is controlled by eNodeB based on the measurements provided by the terminals.
LTE inter-frequency and inter-system handovers have a few differences compared to an intra-frequency handover. LTE UE can make inter-frequency and inter-system measurements only when the network has allocated measurement gaps. The activation of measurement gaps can be trigged by the UE measurements, for example indicating low signal power when running out of LTE coverage. The measurements can also be activated when there is a need to make CSFB or SR-VCC handover to 2G or 3G.

4. RATEL BENCHMARKING PROJECT

Benchmarking projects in Serbia were done during September, October and November in 2017, 2018 and 2019 [3]. For first time in 2019 time project include also VoLTE measurement. Measuring equipment used for this purpose consists of a central control system, as well as measuring phones which are responsible for collecting all the data necessary for analyzing the quality of the parameters of the mobile networks.
The commissioning of VoLTE service in Serbia requires a lot of activity which is responsibility of mobile operators. But also, for measurement campaign, RATEL also needs to perform lot of pre-test activity in order to adequately measure the relevant voice parameters. A series of activities need to be performed in order that measurements to be successfully implemented. The terminals where the VoLTE service was available and the corresponding firmware that was installed on them were defined. Terminals on which VoLTE service was commercially available were made by Samsung and for this purpose is used model S10. That means that one central measuring system used two phones per each operator for voice test whether we perform test for legacy voice call or for VoLTE measurements. For RATEL benchmarking campaign measurements are performed according to this measurement scenario:

- For measurements in big cities, 2 measurement systems are used and calls are made between them;
- In small cities, on the roads and for the walk test measurements, calls are made within the same measuring system.

In 2019, when VoLTE was first time introduced in voice services, measurement included 50 cities with 6000 voice tests and 3500 of every data service tests were performed for each mobile network operator.

In this year, the operators have achieved extraordinary results, especially considering the results achieved through the implementation of the VoLTE service. The fact that the results achieved in the project and measurement in 2019 for all operators are as good as the results of the leading operators in Europe, shows how significant the result was achieved.

In accordance with that, the results achieved through the implementation of VoLTE service significantly contributed to the overall score and the final results achieved. What is the impact of VoLTE technology is best illustrated by the fact that the results can be compared with the previous year and measurements from 2018 when VoLTE technology was not implemented.

The following is a summary of the comparative results for the most significant voice service parameters when VoLTE technology was not implemented in 2018 and now in 2019 when operators commercially enabled VoLTE technology in their networks.

All measurement parameters required for a comprehensive analysis are defined in accordance with ETSI TS 102 250 [4]. For example, the first voice service parameter considered is Call Success Rate.

Operators have achieved almost equal results in Call Success Rate parameter in comparison between 2018 and 2019, Figure 4.

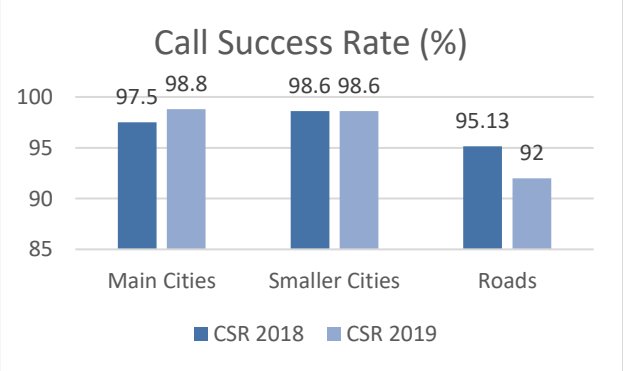


Figure 4. Comparison in CSR between 2018 and 2019

All results shown on chart represent averaged values for all operators for each year and according to methodology categorization on main cities, small cities and roads.

Next parameter is Call Setup Time. Comparing results for this parameter in previous year when VoLTE was not implemented and now in 2019 when VoLTE was commercially available the big difference in the results achieved is noticeable. This difference was observed in all categories and it is completely evident that the implementation of the VoLTE technology shortened the Call Setup Time to only 2 seconds in average, Figure 5.

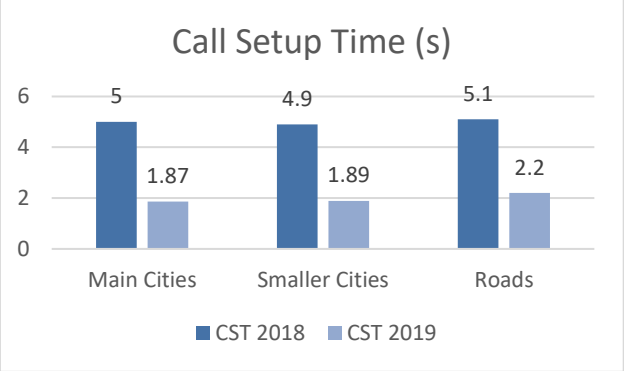


Figure 5. Comparison in CST between 2018 and 2019

Also, a parameter that significantly shows the impact of the implementation of VoLTE in 2019 in mobile networks is Mean Opinion Score (MOS), which indicates quality of the voice service, Figure 6.

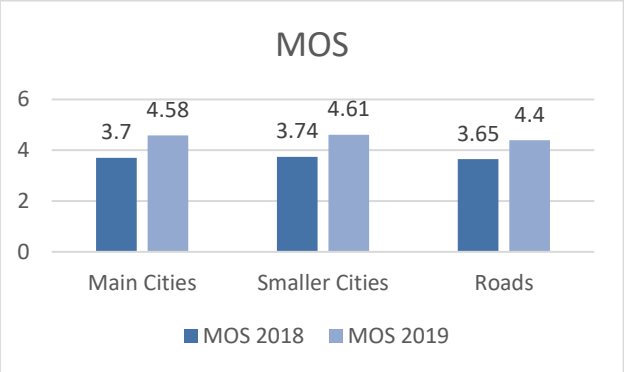


Figure 6. Comparison in MOS between 2018 and 2019

Based on the results achieved, there has been an improvement in the quality of operator's mobile network. In 2019, the improvement of the network was mostly related to the voice service and it affected the most important parameters for end users which are Call Setup Time and quality of voice services.

5. RATEL VoLTE MEASUREMENT

In addition to the project of comparative analysis of quality parameters in mobile networks in Republic of Serbia, RATEL conducts as part of its daily activities and measurements at micro locations using its own equipment. Those micro locations are small or big cities, tourist resorts, or locations with poor mobile coverage.

For this purpose, RATEL use two measurement systems from reputable manufacturers: Rohde & Schwarz Freerider III backpack with 6 measurement terminals [5] and Keysight Technologies Anite Nemo Outdoor backpack with 9 measurement terminals.

Anite Nemo system equipped to measure parameters from all current mobile technology and also backpack owns license for VoLTE service.

For the measurements conducted in Belgrade, the following results, where VoLTE was included, were obtained using Anite Nemo Outdoor backpack.

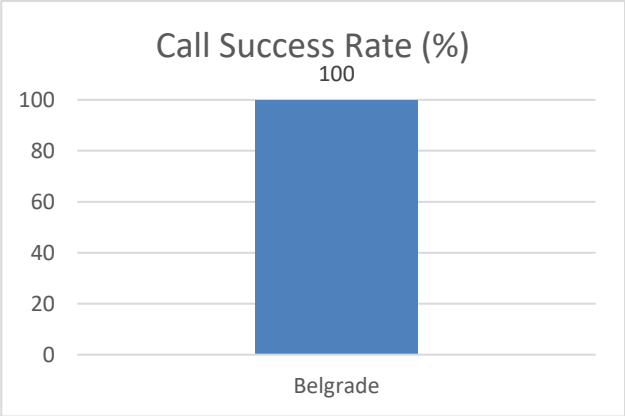


Figure 7. Call Success Rate

In the observed sample, the ideal results are shown for all operators. Since this is a limited sample, it is therefore to be expected that the value for this parameter may have a maximum value, Figure 7.

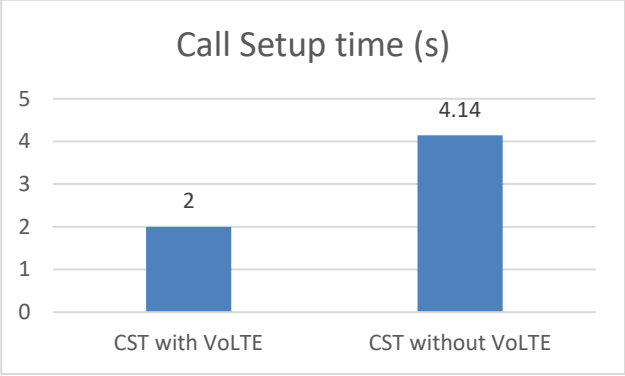


Figure 8. Call Setup Time

As expected, the usage of VoLTE technology indicates significantly shorter Call Setup Time, Figure 8.

Last parameter, Mean Opinion Score also shown influence of VoLTE in results. Achieved results correspond to use of technologies and codecs. Operators with VoLTE use EVS codec for most of the samples while for legacy calls AMR WB is mainly used, Figure 9.

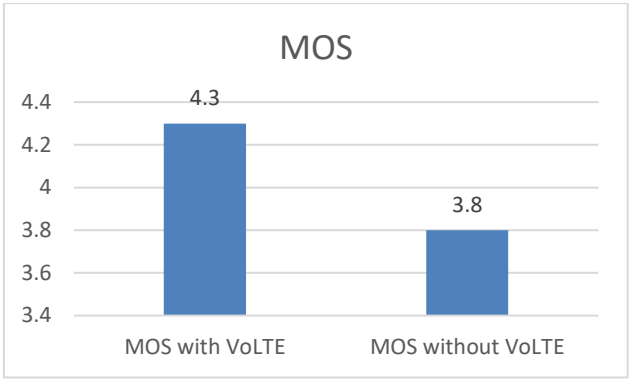


Figure 9. Mean Opinion Score

The results achieved in this measurement are similar to results which are obtained from Benchmarking project for its corresponding categorization.

6. CONCLUSION

VoLTE is a standard technology that is required to support packet voice calls over a purely Packet-Switched (PS) LTE mobile networks. It provides better QoS, which results in better end-user experience.

Through real measurements in the field, the results have shown a significant contribution of implementation of VoLTE in operator's mobile network. This has had multiple benefits for both, operators from one side and for end users from another side. By achieving market competition, Ratel with this project and measurement has achieved great success, through market competition it had the influence that modern voice services are available on Serbian telecommunication market.

REFERENCES

[1] ETSI TS 136.300, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (EUTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access (EUTRAN);

[2] 3GPP TS 23.228, "Technical specification Group Services and System Aspects;

[3] http://benchmark.ratel.rs/

[4] ETSI TS 102 250-1 V1.6.2 (2008-09), "Speech Processing, Transmission and Quality Aspects (STQ);

[5] https://www.rohde-schwarz.com/products/test-and-measurement/mobile-network-testing/mobile-network-testing_229193.html

Razvoj web aplikacija pomoću ASP.NET Core
Building web applications using ASP.NET Core

Lazar Stevanović[1], Ana Andrić[1], Lazar Djordjević[2]
Centar za komandno informacione sisteme i informatičku podršku, Vojska Srbije[1]
4.Brigada kopnene vojske, Vojska Srbije [2]

Sadržaj *– U radu je objašnjena Microsoft-ova najnovija tehnologija za razvoj web-aplikacija. Date su sve prednosti i mane ASP.NET Core okvira, tehnologija i alata za programiranje serverskog i klijentskog dela aplikacije, način realizacije perzistentnosti podataka, kao i analiza ispunjenja funkcionalnih i nefunkcionalnih zahteva moderne web aplikacije.*

Abstract *- This paper describes Microsoft's newest technology for building web-applications. Here are presented all the benefits and disadvantages of ASP.NET Core Framework, technologies and tools for programming server and client side of the application, the implementation of persistence of data and analyses of functional and non-functional requirements of modern web application.*

1. UVOD

Juna 2016. godine Microsoft je objavio svoj najnoviji okvir .NET Core 1.0. Glavna razlika u novom izdanju je mogućnost razvoja aplikacija svih vrsta - za uređaje, cloud i IoT aplikacije koje su više-platformske (cross-platform) što znači da aplikacije pisane u ovom okviru mogu da se hostuju na Windows-u, Linux-u i Mac-u [1].
.NET Core je open-source i u potpunosti je redizajn .NET Framework-a. Okvir je prošao kroz 3 velike verzije, 1.0, 2.0, i trenutna 3.0
Trenutna verzija ovog okvira je .NET Core 3.1.1. izbačena januara 2020. godine. Ova verzija je označena kao LTS (Long Term Support) što znači da će podrška za ovaj okvir biti dugotrajna i neće biti značajnih funkcionalnih nadogradnji, nego samo onih manjih vezanih za bezbednost. [2]

2. NOVINE U ASP.NET CORE

Glavna prednost ASP.NET Core je ta što konačno mogu da se pišu web aplikacije koje mogu da se hostuju na više operativnih sistema (Mac, Linux). Pored ove, postoje i druge bitne karakteristike [3]:

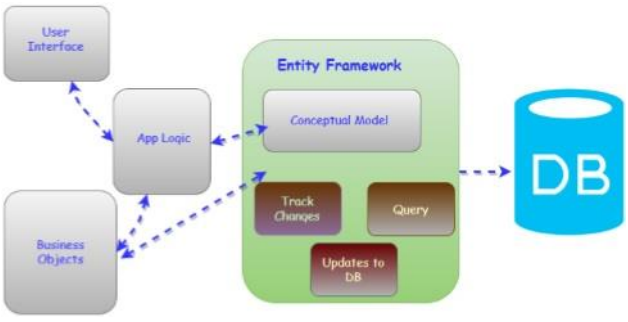
- Open-source, kod je dostupan na Github-u
- Ugradjen dependency-injection
- Mogućnost integracije aplikacije pisane u C# sa modernim tehnologijama za razvoj korisničkog interfejsa (React, Angular)
- Mogućnost programiranja klijentske strane aplikacije korišćenjem samo C# (Blazor framework)
- Konfiguracioni sistem zasnovan na razvojnom okruženju
- Značajno povećanje performansi, obzirom na to da su predefinisane sve metode iz starog okvira da bi podržale asinhrono programiranje
- Mogućnost hostovanja aplikacije na svim modernim serverima:
  - IIS
  - Kestrel
  - Nginx
  - Apache
  - HTTP.sys
  - Docker
- Mnogobrojni alati koji olakšavaju razvoj aplikacija

3. PERZISTENTNOST PODATAKA

Sa ASP.NET Core došla je i nova verzija alata za mapiranje između objekata programa i zapisa u bazi, to je Entity Framework Core (slika 1), koji je zamenio Entity Framework 6. Zadržani su bitni koncepti iz EF6 (DbContext, DbSet, LINQ upiti, migracije..)
EF Core omogućava rad sa sledećim bazama:

- SQL Server
- MySQL
- PostgreSQL
- SQLLite
- SQL Compact
- In-memory

Language-Integrated Query (LINQ), je skup tehnologija koji omogućava pisanje upita nad raznovrsnim izvorima podataka koristeći C#. Mogu se pretraživati objekti programa, XML dokumenti, SQL zapisi poznavanjem samo C# i korišćenjem metoda koje su definisane nad objektima u programu.
Mane i nedostaci EF Core u odnosu na EF6 je ta što nema EDMX fajla (grafičkog prikaza modela iz baze), nema Entity Data Model Wizarda i automatskih migracija. [5]



Slika 1. Mesto Entity Framework-a u aplikaciji

4. KONFIGURISANJE APS.NET CORE WEB APLIKACIJA

Promene su i u načinu konfigurisanja web aplikacije. Sada se web applikacija može konfigurisati iz više izvora:

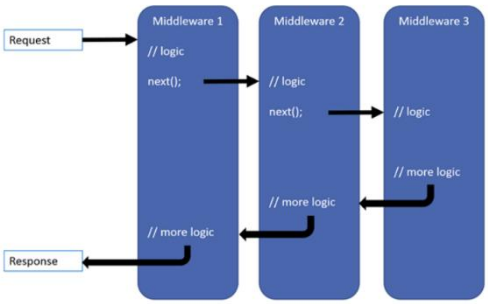
- Fajlova (appsettings, launchsettings..)
- Tajni korisnika (eng.user secrets)

- Promenljivih okruženja
- Argumenata iz komandne linije

Stari konfiguracioni fajl web-config više ne postoji, a tu su 3 nova fajla, Program.cs, Startup.cs i appsettings.json

1. **Program.cs:** Svaka ASP.NET Core web aplikacija je zapravo konzolna aplikacija koje kreće iz main metode fajla Program.cs. U metodi main se zatim poziva metoda CreateWebHostBuilder, koja je zadužena za konfiguraciju servera i uspostavljanje HTTP request cevi (eng. pipeline). Postoji mogućnost da se ovde konfiguriše i logovanje, dependency-injection itd.
2. **Startup.cs:** ovaj fajl sadrži dve metode, Configure i Configure Services.
   Configure se koristi za podešavanje HTTP request pipeline, pisanjem middleware, bilo svojih ili onih predefinisanih u okviru.
   Configure Services se koristi za registraciju servisa aplikacije. Servis je komponenta koja može da se koristi na više mesta u aplikaciji. U aplikaciji se koriste pomoću dependency-injection sistema. Servis može biti registrovan pomoću tri metode, addSingleton, addScoped i addTransient.
3. **AppSettings.json:** u ovom fajlu se mogu čuvati podaci zasnovani na paru ključ-vrednost. Fajl koristi JSON notaciju. Vrednostima podataka u programu pristupa se preko interfejsa IConfiguration koji se prethodno mora uneti u klasu pomoću konstruktora.

Middleware (slika 2) – predstavlja sekvencu delegata koji se pozivaju jedan za drugim. Svaki HTTP zahtev mora da prodje kroz svaki middleware, isto kao i svaki HTTP odgovor.(slika 1). Svaki od ovih middleware, može da prosledi zahtev sledećem middleware-u ali i takodje da generiše HTTP odgovor klijentu, ukoliko se to desi, ne poziva se sledeći middleware.



Slika 2. Middleware

5. MODEL-VIEW-CONTROLLER (MVC)

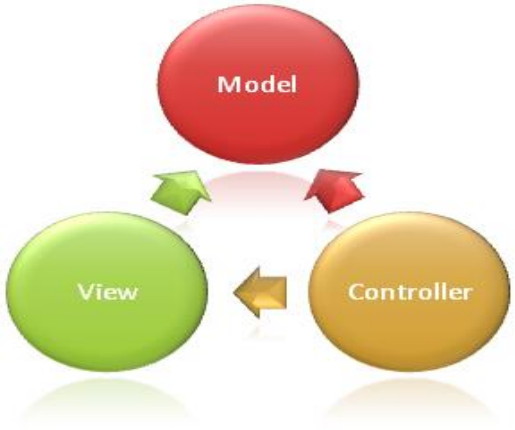
ASP.NET Core MVC je brz, open source okvir sa mogućnošću lakog testiranja, optimizovan za korišćenje sa ASP.NET Core.

Ovaj okvir deli aplikaciju u 3 glavna dela (slika 3):

- Model
- View
- Controller

Izvršena je podela zadataka tako da svaki od ova 3 dela aplikacije ima svoju ulogu.

Svaki korisnički zahtev prvo dolazi do kontrolera, koji je odgovoran za rad sa modelom, da bi izvršio akciju korisnika, ili vratio korisniku rezultate nekog upita. Kontroler bira koji će View prikazati korisniku i omogućava model podataka koji je zahtevan u View-u.



Slika 3. Model, View, Controller

1. **Zadaci modela:** Model predstavlja deo aplikacije koji sadrži poslovnu logiku (domenske klase i sistemske operacije). View sadrži najčešće ViewModel tip koji sadrži podatke koji su potrebni View-u. Kontroler pravi i popunjava polja ViewModela-a i, a potom ga prosleđuje View-u.
2. **Zadaci view-a:** View ili pogled, je zadužen za predstavljanje sadržaja aplikacije kroz korisnički interfejs. Ovde treba da bude što manje programske logike. U ASP.NET Core je omogućena Razor sintaksa, koja omogućava da se serverski kod umetne u HTML.
3. **Zadaci kontrolera:** Kontroler je deo aplikacije koji vrši interakciju sa korisnikom, radi sa modelima i bira View koji će se prikazati. Kontroler je ulazna tačka u svaki HTTP zahtev. Sama reč kontroler govori da kontroliše kako aplikacija odgovara na svaki HTTP zahtev).

6. BEZBEDNOST U ASP.NET CORE APLIKACIJAMA

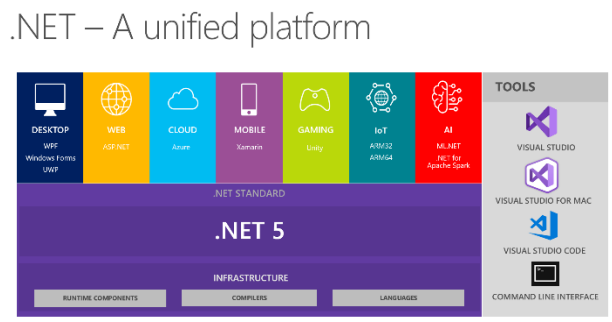
Okvir omogućava programerima da lako konfigurišu i upravljaju bezbednošću svojih aplikacija. Postoje alati za upravljanje autentikacijom, autorizacijom, zaštitom podataka, upravljanjem korisničkih tajni itd. Okvir sadrži alate koji onemogućavaju bezbedonosne propuste i uspešno izbegavaju najčešće napade na web aplikacije:

- Cross-site scripting napad
- SQL injekcija
- Cross-site request Forgery (CSRS)
- Open-redirect napade

ASP.NET Core sadrži ugradjen identity provajder, ali mogu se lako u aplikaciju i integrisati i drugi provajderi kao što su Facebook, Twitter, Gmail, LinkedIn, Instagram, Github itd [5].

7. BUDUĆNOST ASP.NET CORE

Sledeća verzija .NET Core neće sadržati u sebi naziv Core, zvaće se samo .NET 5 i imaće mogućnost da se pišu aplikacije za Windows, Linux, macOS, iOS, Android, tvOS, watchOS. Biće to univerzalna platforma, najavljena je za novembar 2020. godine. Biće je moguće koristiti samo uz najnoviju verziju Visual Studia (2019).



.NET 5, budućnost .NET Core-a

ZAKLJUČAK

U dokumentu su izložene najnovije tehnologije, karakteristike, alati i metode za razvoj web aplikacije korišćenjem Microsoft-ove tehnologije. Microsoft mnogo ulaže u svoje proizvode da bi ostao konkurentan i za sada imaju poverenje miliona web developera.

LITERATURA

[1] Christian Nagel, C#7 and .NET Core, 2018.

[2] Adam Freeman, Pro ASP.NET Core MVC 2, 2017

[3] Miroslav Popović, Šta je novo u .NET Core 3.0, Sinergija2019, 2019

[4] https://www.tutorialspoint.com/entity_framework

[5] https://docs.microsoft.com/enus/aspnet/core/mvc/overview?view=aspnetcore-3.1

ANALIZA INDEKSA I FAKTORA INTERNET FINANSIJSKOG IZVEŠTAVANJA BANAKA U SRBIJI
ANALYSIS OF INDEX AND INTERNET FINANCIAL REPORTING FACTORS OF BANKS IN SERBIA

Kristina Mijić[1]
Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet u Subotici[1]

Sadržaj – *U radu su prezentovni rezultati analize indeksa i faktora internet finansijskog izveštavanja 26 banaka u Republici Srbiji u 2019. godini. Indeks internet finansijskog izveštavanja ukazuje na kvalitet i obim prezentovanja finansijskih i nefinansijskih informacija o poslovanju banka na sopstvenom veb sajtu. Analiza indeksa internet finansijskog izveštavanja banaka provedena je na osnovu analize četiri komponente indeksa i to: indeksa sadržaja istorijskih informacija, indeksa sadržaja aktuelnih informacija, indeksa primenjene tehnologije i indeksa podrške korisnicima. Analiza indeksa internet finansijskog izveštavanja banka ukazuje na relativno dobru prosečnu ocenu, odnosno kvalitet, obzirom da vrednost indeksa iznosi 0,70. Kao značajni nedostaci u pogledu kvaliteta internet finansijskog izveštavanja banaka ističe se nedostatak mulitmedijalnog sadržaja, alata za analizu podataka i prezentovanje finansijskih i nefinansijskih informacija pre svega u PDF formatu. U cilju istraživanja faktora koji utiču na kvalitet, odnosno indeks internet finansijskog izveštavanja banaka u Republici Srbiji sprovedena je regresiona analiza. Zavisna varijabla predstavljena je kroz indeks internet finansijskog izveštavanja, dok su kao nezavisne varijable definisane veličina banke, zaduženost, profitabilnst i godine na berzi. Rezultati analize ukazuju da na indeks internet finansijskog izveštavanja bankarskog sektora u Republici Srbiji pozitivno utiču profitabilnost i godine poslovanja na berzi.*

Ključne reči: *internet finansijsko izveštavanje, banke, internet stranice.*

Introduction - *This paper presents the results of the analysis of index and factors of internet financial reporting of 26 banks in the Republic of Serbia during 2019. The Internet financial reporting index indicates the quality and volume of the presentation of financial and non-financial information of banks on its own website. The analysis of banks' Internet financial reporting indices was conducted on the basis of the analysis of four components of the index: the index of contents of historical information, the index of the content of current information, the index of applied technology and the index of customer support. Analysis of the Internet financial reporting index of banks indicates a relatively good quality, since the index value is 0.70. As significant gaps in term of internet financial reporting of banks are the lack of multimedia content, tools for analyzing data and presenting financial and non-financial information primarily in PDF format. In order to investigate the factors affecting the quality of Internet financial reporting of banks in the Republic of Serbia, a regression analysis was conducted. The dependent variable is presented through the Internet financial reporting index, while bank size, profitability, leverage and years on the stock market are defined as independent variables. The results of the analysis indicate that the Internet financial reporting index of the banking sector in the Republic of Serbia is positively influenced by profitability and years of operations on the stock market.*

Keywords – *Internet financial reporting, banks, web site.*

1. UVOD

Finansijski izveštaji prezentuju informacije o stanju, uspehu poslovanja organizacije, novčanim tokovima i promenama na kapitalu. Na bazi finansijskih izveštaja veliki broj pre svega eksternih korisnika, ali u određenom domenu i internih korisnika, donosi poslovne odluke različitog karaktera. Bez obzira da li je reč o korisnicima kao što su npr. potencijalni ili sadašnji investitori, potencijalni klijenti, kreditori, državni organi, menadžment i drugi, svaka njihova poslovna odluka teži ostvarenju buduće ekonomske koristi. Finansijsko izveštavanje bankarskog sektora u Republici Srbiji ima dodatne zahteve u pogledu obima i vremena objavljivanja finansijskih informacija u odnosu na realni sektor. Prema članu 61. Zakon o bankama u Republici Srbiji banke pored sastavljanja redovnog godišnjeg finansijskog izveštaja, u obavezi su da podnesu Narodnoj banci Srbije i izveštaj nezavisnog revizora u roku od 120 dana od dana završetka poslovne godine. Takođe, na internet stranici banke prezentuju tromesečne nerevidirane finansijske izveštaje, kao i imena članova upravnog i izvršnog odbora banke i lica koja imaju učešće u banci ili bankarskom holdingu i podatke o ovim licima, kao i organizacionu strukturu i spisak organizacionih jedinica te banke [14].

Pored navedenih zahteva banke na prezentovanjem finansijskih i nefinansijskih informacija na internet stranici banke blagovremeno pružaju veći obim informacija potrebnih za poslovno odlučivanje što može dovesti do povećanja broj potencijalnih klijenata, saradnje sa kreditorima i sl. Internet finansijsko izveštavanje predstavlja obelodanjivanje finansijskih i nefinansijskih informacija o poslovanju kompanije na internet stranici uobičajeno koristeći formate HTML, PDF i multimedialni sadržaj. Obelodanjivanje finansijskih i nefinansijskih informacija na internet stranici organizacije ima brojnih prednosti kao što su niski troškovi prezentovanja, izveštavanje u realnom vremenu i isključenje faktora geografske dislociranosti korisnika izveštaja [3]. Proces internet finansijskog izveštavanja nije kratkoročne prirode i nije proces koji ima početnu i krajnju aktivnost definisanu. Razvoj internet stranice i prezentacija informacija treba da bude kontinuirani proces za

kompaniju [12]. Dakle kroz blagovremeno prezentovanje informacija, kao i prezentovanje što više korisnih informacija za poslovno odlučivanje, banke stvaraju mogućnost privlaćenja investitora, klijenata i drugih zainteresovanih strana, a sve u cilju unapređenja performansi poslovanja.

U radu sprovedena analiza kvaliteta internet finansijskog izveštavanja banaka u Republici Srbiji na bazi indeksa internet finansijskog izveštavanja. Dalje, u radu je sprovedena regresiona analiza u cilju identifikovanja ključnih faktora koji utiču na kvalitet internet finansijskog izveštavanja banaka. Istraživanjem je obuhvaćeno 26 banaka koje posluju u Republici Srbiji. Cilj rada jeste u prvom redu da se oceni kvalitet internet finansijskog izveštavanja banaka, kao i da se identifikuju faktori koji unapređuju ili umanjuju kvalitet internet finansijskog izveštavanja.

2. INDEKS I FAKTORI INTERNET FINANSIJSKOG IZVEŠTAVANJA

Kvalitet internet finansijskog izveštavanja banaka meri se primenom indeksa internet finansijskog izveštavanja. Indeks internet finansijskog izveštavanja banaka može se raščlaniti na četiri komponente [10]:

- indeksa sadržaja istorijskih informacija – obuhvata pitanja u vezi obelodanjivanja pojedinih elemenata finansijskog izveštavaja, revizorskog izveštaja, informacije o članovima upravnog i izvršnog odbora, godišnji izveštaj o poslovanju i sl.
- indeksa sadržaj aktuelnih informacija – obuhvata obelodanjivanje nerevidiranih tromesečnih finansijskih izveštaja, informacija o viziji, izjave za štampu, kretanje cena akcija i sl.
- indeksa primenjene tehnologije – odnosi se na mogućnost preuzimanja sadržaja, primene multimedijalnih sadržaja, primene HTML, PDF formata.
- indeksa podrške korisnicima – obuhvata pitanja u vezi postojanja pomoći i često postavljanih pitanja, linka za povrat na početnu stranicu, linka za povrat na vrh stranice, mogućnost pretrage na sajtu banke, broj klika potrebnih da se preuzmu finansijski izveštaji i sl.

Obzirom na različiti obim pitanja koja se proveravaju za svaki pojedinačni indeks krajnji indeks internet finansijskog izveštavanja se izračunava prema sledećoj opštoj formuli.

$$IFRindeks = IFRi + IFRa + IFRt + IFRp$$

Gde je:

IFRindeks – indeks internet finansijskog izveštavanja
IFRs – indeks sadržaja istorijskih informacija
IFRa – indeks sadržaja aktuelnih informacija
IFRt – indeks tehnologije
IFRp – indeks podrške korisnicima

Svaki pojedinačni indeks sadrži određeni broj elemenata čije postojanje na internet stranici banke se provera. Ukoliko element postoji onda se dodeljuje vrednost 1, u obrnutom slučaju vrednost 0. *IFRindeks* prema tome se kreće u rasponu od 0 do 1. Broj elemenata koji se uključuje u svaki pojedinačni indeks zavisi pre svega od regulatorne osnove obaveznog internet finansijskog izveštavanja kako na međunarodnom tako i na nacionalnom nivou. Tako npr. analiza indeksa internet finansijskog izveštavanja bankarskog i nebankarskog sektora u Indoneziji sprovedeno na bazi ukupno 32 elementa [11]. Finansijsko izveštavanje kompanija u Austriji uključujući i finansijski sektor sprovedeno je na bazi 38 elemenata [9].

IFRindeks se obično kalkuliše u ponderu 40% za indeks sadržaja istorijskih informacija i po 20% za indeks sadržaja aktuelnih informacija, indeks tehnologija i indeks podrške korisnicima [6]. Prema tome, *IFRindeks* se kalkuliše na sledeći način:

$$IFRindex = \frac{\sum_{i=1}^{n} Xi}{n} \text{ x } 0.4 + \frac{\sum_{i=1}^{m} Yi}{m} \text{ x}0.2 + \frac{\sum_{i=1}^{o} Zi}{o} \text{ x } 0.2 + \frac{\sum_{i=1}^{p} Vi}{p} \text{ x } 0.2$$

Gde je

Xi – elementi sadržaja istorijskih informacija
Yi – elementi sadržaja aktuelnih informacija
Zi – elementi tehnologije
Vi – elementi podrške korisnicima

Na kvalitet internet finansijskog izveštavanja utiču brojni pre svega interni faktori. Među značajnim faktorima ističu se veličina banke, zaduženost, profitabilnost, godine listiranja na berzi. Veličina banke može pozitivno da utiče na indeks internet finansijskog izveštavanja. Veće banke imaju veći broj proizvoda i usluga koje nude, na tržištu su prepoznatljive u odnosu na manje banke i pružaju korisnicima veći stepen sigurnosti. Veće banke imaju i više sredstva na raspolaganju za unapređenje internet finansijskog izveštavanja. Veličina banke se može može meriti kao prirodni logaritam od imovine. Velike kompanije trebale bi objaviti informacije na internet stranici kako bi smanjili agencijske troškove zbog problema asimetrije informacije između učesnika na tržištu odnosno zainteresovanih strana mjestu kako bi smanjile troškove agencije zbog asimetrije informacija između učesnika na tržištu [2]. Profitabilnost predstavlja zarađivačku moć organizacije. Postoje različiti pokazatelji profitabilnosti kao što su npr. odnos neto rezultata i ukupne imovine, odnos neto rezultata i kapitala i sl [13]. Profitabilne banke teže obelodanjivanju većeg obima informacija na internet stranici [5]. Profitabilnost obezbeđuje mogućnost bankama da unaprede kvalitet internet finansijskog izveštavanja. Zaduženost predstavlja strukturu izvora finansiranja banke i izračunava se kao

odnos obaveza i imovine [13]. Banke koje su prezadužene, odnosno koje se u značajnom delu finansiraju iz obaveza imaju problem sa kvalitetnim internet finansijskim izveštavanjem obzirom da za internet finansijsko izveštavanje potrebno resursa što podrazumeva dodatno zaduživanje [6]. Godine listiranja na berzi mogu pozitivno uticati na kvalitet internet finansijskog izveštavanja. Banke koje su duže vreme prisutne na berzi imaju više iskustva u predstavljanju potencijalnim investitorima i prezentovanju većeg obima informacija [1].

3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Cilj rada je sprovođenje analize kvaliteta i faktora internet finansijskog izveštavanja banaka u Republici Srbiji. Kvalitet internet finansijskog izveštavanja meren je na osnovu indeksa internet finansijskog izveštavanja. Obzirom na regulativu finansijskog izveštavanja i metodologiju analize indeksa internet finansijskog izveštavanja korišćena je sledeća formula:

$$IFRindeks = \frac{\sum_{i=1}^{12} Xi}{12} \text{ x } 0.4 + \frac{\sum_{i=1}^{4} Yi}{4} \text{ x } 0.2 + \frac{\sum_{i=1}^{5} Zi}{5} \text{ x } 0.2 + \frac{\sum_{i=1}^{6} Vi}{6} \text{ x } 0.2$$

Ukupan broj posmatranih elemenata indeksa finansijskog izveštavanja banaka iznosi 27. U narednoj tabeli prezentovani su pojedini elementi indeksa internet finansijskog izveštavanja.

Tabela 1. Elementi indeksa internet finansijskog izveštavanja

Elementi sadržaja istorijskih informacija:	**Elementi sadržaja aktuelnih informacija:**
1. Bilans stanja 2. Bilans uspeha 3. Izveštaj o promenama na kapitalu 4. Izveštaj o novčanim tokovima	1. Izjave za štampu 2. Nerevidirani kvartalni izveštaji 3. Vizija 4. Kotacije akcija
5. Napomene uz finansijski izveštaj 6. Informacije o članovima uprave i drugih odbora 7. Izveštaji uprave 8. Izveštaj revizora 9. Informacije zainteresovanim stranama 10. Korporativne informacije 11. Društvena odgovornost 12. Finansijski izveštaj za prethodnu godinu	**Elementi tehnologije:** 1. Preuzimanje sadržaja 2. Multimedijalni sadržaj 3. Alati za analiz izveštaja 4. PDF 5. HTML
	Elementi podrške korisnicima: 1. Pomoć i često postavljana pitanja 2. Link za početnu stranicu 3. Link za vrh stranice 4. Mapa sajta
	5. Broj klika do finansijskih izveštaja 6. On line podrška korisnicima

U cilju istraživanja faktora internet finansijskog izveštavanja banka postavljena je sledeća hipoteza:

H_0: Interni faktori banke (veličina, profitabilnost, zaduženost i godine listiranja na berzi) imaju značajan utican na kvalitet internet finansijskog izveštavanja banaka u Republici Srbiji. .

Kako bi se testirala postavljena hipoteza sprovešće se regresiona analiza primenom statističkog softvera SPSS 22.0 [4]. Prema tome, formiran je sledeći regresioni model. according to the following:

$$IFRindeks = \beta_0 + \beta_1 VEL + \beta_2 PRO + \beta_3 ZAD + \beta_4 GOD + \varepsilon_i$$

U narednoj tabeli prezentovan je opis i metodologija zavisne i nezavisnih varijabli regresionog modela.

Tabela 2. Opis i metodologija kalkulacije zavisne i nezavisnih varijabli

Simbol	**Varijabla**	**Opis**
Zavisna varijabla		
IFR*indeks*	Indeks internet finansijskog izveštavanja	Od 0 do 1
Nezavisne varijable		
VEL	Veličina banke	Prirodni logaritam od ukupne imovine
PRO	Profitabilnost	Neto rezultata / kapital
ZAD	Zaduženost	Obaveze / Imovina
GOD	Godine listiranja na berzi	0 – do 10 godina 1 – preko 10 godina

Uzorak za potrebu istraživanja čini ukupno 26 banaka u Republici Srbiji. Obzirom na dostupnost sa aspekta sadržaja istorijskih informacija analizirani su finansijski izveštaji na dan 31.12.2018. godine, dok su internet stranice analizirane u periodu 2019. godine. Finansijski izveštaji banaka preuzeti su sa javno dostupnog sajta Narodne banke Srbije [8].

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja ukazuju na prosečnu vrednost indeksa internet finansijskog izveštavanja u iznosu od 0,70. Prema tome banke u proseku 70% posmatranih elemenata, odnosno obeležja, prezentuju ili pružaju kroz sopstvene internet stranice. Minimalna vrednost indeksa internet finansijskog izveštavanja iznosi 0,30 dok maksimalna vrednost iznosi 0,85.

Posmatrajući pojedine indekse internet finansijskog izveštavanja kao najbolje parcijalno ocenjen indeks ističe se podrška korisnicima. Naime, indeks podrške korisnicima u proseku na nivou banke iznosi 0,89, a kreće se u rasponu od 0,67 do 1,00. Prema tome, postoje banke koje u potpunosti navedene elemente imaju na svojim internet stranicama. Jedan od problema koji može nastati prilikom pretraživanja finansijskih izveštaja jeste veliki broj koraka koji mora da se na sajtu napravi kako se pristupilo samim obrascima finansijskih izveštaja. Na internet sajtovima banaka u Republici Srbiji kod svega 5 od 26 banaka je potrebno više od koraka da se finansijski izveštaji preuzmu.

Sa druge strane kao indeks najlošijeg kvaliteta ističe se indeks tehnologije. Prosečna vrednost indeksa tehnologije iznosi 0,45. Sa aspekta navedenog indeksa kao najveći problem ističe se nedostatak prezentovanja finansijskih i nefinansijskih informacija putem multimedijalnog sadržaja, kao i nedostatak alata za analizu izveštaja. Takođe, banke pre svega obelodanjuju informacije u PDF formatu.

Na drugom mestu kao najslabiji ispunjen zahtev jeste obelodanjivanje aktuelnih informacija, obzirom da se u proseku 56% zahteva na nivou banke obelodanjuje. Indeks sadržaja istorijskih informacija u proseku iznosi 0,70. Prema tome, banka u proseku 70% posmatranih obeležja obelodanjuje na internet stranici. (tabela 3).

Tabela 3. Rezultati indeksa internet finansijskog izveštavanja

Indeks	**Minimalna vrednost**	**Maksimalna vrednost**	**Prosečna vrednost**
Internet finansijsko izveštavanja	0,30	0,85	0,70
Sadržaj istorijskih informacija	0,17	1,00	0,70
Sadržaj aktuelnih informacija	0,25	0,75	0,56
Tehnologija	0,25	0,50	0,45
Podrška korisnicima	0,67	1,00	0,89

Kako bi se ispitalo koji faktori imaju uticaj na kvalitet internet finansijskog izveštavanja banaka sprovedena je regresiona analiza. U narednoj tabeli prezentovani su rezultati F statistike.

Tabela 4. F-statistika

Model		**Suma kvadrata**	**Broj steepens**	**Kvadrat sredine**	**F**	**Značajnost *p***
1	Regresioni model	0,511	4	0,128	9,670	0,000
	Rezidual	0,278	21	0,013		
	Total	0,789	25			

Rezultati F statistike ukazuju da je model statistički značajan (F=9,670, *p*=0,00*)*. Prema tome, može se odbaciti pretpostavka da su svi regresijski koeficijenti jednaki nuli [4].

Vrednost koeficijenta korelacije R iznosi 0,805. To znači da je korelacija između zavisne varijable prezentovane kroz indeks internet finansijskog izveštavanja i nezavisnih varijabli (veličina, profitabilnost, zaduženost, godine) umerena. Prilagođen R koeficijent od 0,581 ukazuje da nezavisne varijable objašnjavaju 58,1% varijanse zavisne varijable odnosno indeksa internet finansijskog izveštavanja banaka.

Tabela 5: Rezultati R koeficijenata

R	**R kvadrat**	**Prilagođen R kvadrat**	**St. greška procene**
0,805[a]	0,648	0,581	0,115
a. Prediktori: (Konstanta), VEL, PRO, ZAD, GOD.			

U tabeli 6 prezentovani su rezultati identifikovanih veza između zavisne i nezavisih varijabli.

Tabela 6. Rezultati regresionog modela

Model	**Nestandardizovani Koeficijenti**		**Standardizovani koeficijenti**	**t**	**Značajnost**
	B	**St. greška**	**Beta**		
(Konstanta)	0,100	0,386		0,260	0,798
VEL	0,016	0,022	0,126	0,729	0,474
PRO	0,515	0,212	0,451	2,525	**0,024**
ZAD	0,129	0,188	0,122	0,685	0,501
GOD	0,195	0,060	0,517	3,240	**0,004**
a. Zavisna Varijabla: *IFRindeks*					

Na osnovu rezultata regresione analize može se zaključiti da je hipoteza H_0 delimično potvrđena. Rezultati ukazuju da postoji pozitivna i statistički značajna veza između indeksa internet finansijskog izveštavanja i nezavisnih varijabli kao što su profitabilnost i godine listiranja na berzi. Prema tome, banke koje imaju bolju profitabilnost imaju i bolji kvalitet internet finansijskog izveštavanja. Takođe, banke koje se duži vremenski period kotiraju na berzi imaju veću vrednost indeksa internet finansijskog izveštavanja. Sa druge strane veličina banke i zaduženost nemaju značajan uticaj na kvalitet internet finansijskog izveštavanja banaka.

5. ZAKLJUČAK

U radu su prezentovani rezultati istraživanja internet finansijskog izveštavanja banaka u Republici Srbiji sa aspekta kvaliteta i faktora koji utiču na njega. Prema prosečnoj vrednosti indeksa internet finansijskog izveštavanja može se zaključiti da je kvalitet na zadovoljavajućem nivou. Prosečna vrednost indeksa internet finansijskog izveštavanja iznosi 0,70 što znači da na internet stranici banke u proseku se nalazi 70% posmatranih elemenata internet finansijskog izveštavanja. Bankarski sektor u Indoneziji npr. ima prosečnu vrednost indeksa internet finansijskog izveštavanja nešto više od 0,50 [11]. Takođe, kvalitet internet finansijskog izveštavanja banaka u Republici Srbiji je na višem nivou od kvaliteta internet finansijskog izveštavanja entiteta javnog sektora koji iznosi na nivou gradova 0,68 za elemente sadržaja i 0,60 za elemente dostupnosti, dok je internet finansijsko izveštavanje opština na još nižem nivou [7]. Značajno veći broj zainteresovanih strana za poslovanje banaka kao i značajno veća sredstva koja se izdvajaju na nivou banke u odnosu na javni sektor po pitanju internet finansijskog izveštavanja objašnjavaju navedene razlike.

Kao najbolje ocenjen pojedinačni indeks ističe se indeks podrške korisnicima. Naime, prosečna vrednost indeksa podrške korisnicima iznosi 0,89, dok čak 1/2 banaka ispunjava sve zahteve ovog indeksa na svojoj internet stranici. Međutim, nedostatak prikaza multimedijalnog sadržaja, nedostatak alata za analizu podataka, kao i prikaz sadržaja prvenstveno u PDF formatu utiče na činjenicu da na pojedinačnom nivou indeks tehnologije bude ocenjen sa najnižom ocenom.

Rezultati regresione analize ukazuju da nezavisne varijable objašnjavaju 58,1% varijanse zavisne varijable, odnosno vrednosti indeksa internet finansijskog izveštavanja. Dalje, rezultati analize ukazuju da profitabilnost i godine listiranja na berzi imaju pozitivan i značajan uticaj na kvalietet internet finansijskog izveštavanja banaka. Prema tome, banke koje ostvaruju bolju profitabilnost i koje duži vremenski period se kotiraju na berzi imaju i bolji kvalitet internet finansijskog izveštavanja. Ostali faktori, kao što su veličina banke i zaduženost nemaju značajan uticaj na internet finansijsko izveštavanja.

Istraživanje ukazuje na neophodne pravce daljeg unapređenja internet finansijskog izveštavanja banaka u Republici Srbiji. Elementi koji se značajno moraju unaprediti jesu elementi sa aspekta tehnologije i sadržaja aktuelnih informacija. Proces internet finansijskog izveštavanja i njegovo unapređenje mora se shvatiti kao nužnost i kao proces kontinuirane prirode koji je usmeren kao ostvarivanju boljih performansi poslovanja.

LITERATURA

[1] Almilia, L. S., Budisusetyo, S. „Corporate Internet Reporting of Banking Reporting of Banking Industri and LQ 45 Firms: An Indonesian Example“ Proceeding The 1st Parahyangan International Accounting & Business Conference 2008 Bandung, pp. 1-26, 2008.

[2] Basuony, M. and Mohamed, E. “Determinants of Internet Financial Disclosure in GCC Countries“, Asian Journal of Finance & Accounting, Vol. 6, No. 1, pp 70-89, 2014.

[3] Dolinšek, T., Tominc, P. and Skerbinjek, A. L. “The determinants of internet financial reporting in Slovenia“, Online Information Review, Vol. 38, No. 7, pp 842-860, 2014.

[4] Field, A., Discovering statistics using SPSS, England: Sage Publication, 2009.

[5] Khan, A. and Ismail, A. “A Review of E-Financial Reporting Research“, Journal of Internet and e-business Studies, Vol. 2012, No. 2, pp 1-16, 2012.

[6] Maulana, I. R., Almila, L. S. „Factors Affecting the Internet Financial Reporting (IFR) in Banking Sector Companies Listed on the Indonesia Stock Exchange (IDX)“, The Indonesian Accounting Review, Vol. 8, No. 2, pp. 175-187, 2018.

[7] Mijić, K. „Obelodanjivanje finansijskih informacija javnog sektora na Internetu“, Zbornik radova, YUINFO2018, Kopaonik, str. 69-73, 2018

[8] Narodna Banka Srbije. „Bankarski sistem – bilans stanja/bilans uspeha“ preuzeto sa https://www.nbs.rs/internet/cirilica/50/50_5.html, 2019.

[9] Pirchegger, B. and Wagenhofer, A. “Financial information on the internet: a survey of the homepages of Austrians companies“, The European Accounting Review, Vol. 8, No. 2, pp 383-395, 1999.

[10] Pernamasari, R. „Analysis of Index Internet Financial Reporting: Studies in Banking Companies in Indonesia, Malaysia and Singapore“, International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences, Vol. 9, No. 1, pp. 150-159, 2019.

[11] Pertiwi, A. D., Hermana, B. „Comparing Internet Financial Reporting Index Between Bank and Non Bank in Indonesia“, Journal of Internet Banking and Commerce, Vol. 18, No. 2, pp. 1-14, 2013.

[12] Prtenjak, M. “Modeli internet marketinga u poslovanju izdavačkih kuća“, Zbornik radova, YUINFO2016, Kopaonik, str. 11-16, 2016.

[13] Rodić, J., Vukelić, G., Andrić, M., „Teorija politika i analiza bilansa“ Beograd: Beoknjiga, 2007.

[14] Sl. glasnik RS, br. 107/2005, 91/2010 i 14/2015, „Zakon o bankama“, Beograd.

DIGITALNI MARKETING DANAS

DIGITAL MARKETING TODAY

Komlen Lalović[1], Jelena Lalović[2]
ITS- Visoka škola strukovnih studija za Informacione tehnologije Beograd[1]
Golden Mind LLC – ICT Consulting[2]

Sadržaj – *U ovom radu će biti predstavljeni opšti aspekti digitalnog marketinga u uvodnom delu, dok će u nastavku biti prikazani adekvatni koraci koji mogu biti preduzeti kako bi ovaj, danas najefektniji kanal marketinga dao najbolje rezultate i postigao najbolje efekte onima koji ga koriste. Poseban aspekt su društvene mreže i optimizacija sadržaja za prikazivanje na njima, kako tekstualnog tako i multimedijalnog.*

Abstract – *In this work we will present common aspects of digital marketing in introductions while further in the article will be presented steps needed to be taken to provide this marketing channel to make best results and effects to those who use it. Special aspect are social networks and optimisation for presenting content both, text and multimedia.*

1. INTRODUCTION

Neverovatnim razvojem informacionih tehnologija, Interneta pa i same računarske tehnike koja je svojim niskim cenama danas postala dostupna širokim narodnim masama, bez obzira kom društvenom sloju pripadaju, otvoren je jedan ogroman prostor za napredovanje jednog novog kanala distribucije marketinga – digitalni marketing. Toliko je ova strana postala masovna i velika da danas sa sigurnošću možemo reći da je postao jedan od glavnih grana marketinga, ako ne i najbitniji.

Analizirajući podatak dobijen raznim *big data minning* u ovoj oblasti da je broj elektronskih uređaja na svetu prebacio cifru od 10 milijardi, poredeći je sa 7 i nešto milijardi ljudi na planeti, dolazimo do veoma bitne informacije u kom pravcu se kreće razvoj tehnike i tehnologije i samim tim šta je najbitniji kanal distribucije, kako ostalih oblasti, tako i marketinga. To je svakako digitalni marketing. [1]

Popularno ime [1]*Socials* danas je sinonim za sve relevante i postojeće društvene mreže. Među najvažnijima od njih su svakako: *Facebook*, *LinkedIn*, *Instagram*, *Twitter*. Oni sa svojom brojnošću korisnika, koja se ogleda u desetinama i stotinama miliona korisnika, pokazuju ozbiljnost efekata koje digitalni marketing može doneti prikazujući sadržaj u okviru njih, dok svojim besplatnim korišćenjem (ne naplaćujući članarine) obezbeđuju masovnost i dugotrajnost korišćenja, jer danas nažalost ili na sreću kod 90% stanovništva vlada parola: „ako je nešto besplatno najbolje je za mene“, ili „ja biram to!“

Svi ovi preduslovi stvorili su mogućnost da digitalni marketing, posebno onaj deo za društvene mreže, postane najjači i najmasovniji kanal distribucije marketinga, toliko veliki da se svi ostali mogu smatrati nižim nivoom marketinga danas.

2. KAKO SMO DOŠLI DO SVEGA OVOGA DANAS?

Danas sa sigurnošću možemo reći da su tri bitna spekta doprinela ovako neslućeno velikom razvoju digitalnog marketinga, a to su:

- Internet
- tehnološki razvoj
- masovnost korišćenja

Internet je svakako bio glavni preduslov razvoj mnogih elektronskih servisa, pa u delu marketinga naravno i digitalnog marketinga. Glavna poenta je da u realnom vremenu (čak i u milisekundama) možete obezbediti prikazivanje vašeg komercijalnog sadržaja stotinama miliona korisnika, targetirati kampanje, upravljati u potpunosti njima radi najboljeg mogućeg efekta i to sve zahvaljujući Internetu kakav danas postoji.

Naravno sve prateće komponente i njihov razvoj doprinose sve većoj brzini i boljoj pouzdanosti u korišćenje i stabilnosti prikazivanja komercijalnog sadržaja.

Tehnološki razvoj samih IT uređaja, pa i tehnologija u softverskom smislu obezbedili su neslućeno velike brzine u protoku i kvalitetu, razvoj i prelazak na optiku – prenos podataka putem optičkih vlakana je svakako najbitniji u tome. Dalje, *smart* uređaji i vrhunski mrežni uređaji koji preuzimaju rutiranje adresa na sebe, DNS serveri sa ogromnim brzinama i velikim bazama koje koriste u realnom vremenu su naravno bili drugi preduslov razvoju digitalnog marketinga i elektronskih komunikacija kakve danas poznajemo.

[1] **Socials** – *social networks* – društvene mreže koje broje stotine miliona korisnika poput *Facebook*, *Instagram*, *LinkedIn*, *Twitter*. e.g. www.Facebook.com

Slika 1 je simboličan prikaz sinergije balansiranog razvoja i rasta kako servisa tako i broja korisnika. [2]

Slika 1 – Internet feat. digitalni marketing

I naravno kao treća komponenta ali svakako ne i manje bitan preduslov za enormni uspeh digitalnog marketinga danas u svetu je masovnost korišćenja Interneta i njegovih servisa, onih koji funkcionišu zahvaljujući njemu.

Sam podatak da je direktnih / indirektnih korisnika najmasovnije društvene mreže danas skoro dve milijarde je jedan veoma bitan podatak i naravno signal marketinškim stručnjacima kom kanalu distribucije marketinga preba da se posvete.

Jednostavno direktni marketing ne može ni na koji način parirati digitalnom jer ne postoje resursi koji će moći posetiti dve milijarde ljudi čak ni na nivou jedne godine, a ne za par sati / dana. Iz svega ovoga lako je zaključiti čemu se posvetiti i tu ljudi iz marketinga nemaju dilemu. Ljudi iz sve IT nisu toliko svesni kojim resursima upravljaju i kako bi mogli razviti svoje poslovanje i svoj *know-how* kako bi kanalisati i koristili ljude iz sveta marketinga, već je često u praksi suprotno, ljudi iz marketinga jako dobro koriste usluge ljudi iz sveta IT.

3. DVE MILIJARDE KORISNIKA

DVE MILIJARDE KORISNIKA – je jednostavno san svakom marketinškog stručnjaka kada čuje da može dohvatiti taj opseg i prikazati im svoju reklamu.

Slika 2 – *Facebook social network*

Naravno ovih dve milijarde korisnika se odnosi na ubedljivo najveću društvenu mrežu današnjice – *Facebook*. [3]

Dve milijarde korisnika je jednostavno fenomen sam po sebi koji bi poželeo svaki marketinški stručnjak. Bolje rečeno, koje sanja svaki čovek iz marketinga. [5]

4. SOCIAL NETWORKS

Social networks ili prevedeno na srpski društvene mreže je pojam koji označava sve relevantne mreže danas. Relevantne postaju jednostvano brojem svojih koriniska. Dakle, najrelevantnija *Facebook*, kao što smo više puta naveli ima skoro dve milijarde korinika. Ostale broje nekoliko desetina ili stotina miliona korisnika i predstavljaju ozbiljan resusrs za digitalni marketing, za oblast komercijalnih reklama koje je potrebno prikazati potencijalnim korisnicima.

Potrebno je angažovati stručnjake i za digitalni marketing i stručnjake iz sveta informacionih tehnologija kako bi vaša reklama bila uspešna. Dva su razloga za to: prvi je doći do resursa – ljudi kojima će biti prikazana i stručno odraditi targetiranje publike. Banalan primer bi bio da vam *smart* kartice traže reklamu u većim gradoviam koji podržavaju smart plaćanja danas ili [2]NFC recimo, dok vam je manje bitno da li će tu reklamu videti neko iz ruralnog područja gde se verovatno koristi samo keš i to samo 1 dan u mesecu.

Slika 3 – Digitalne strategije u marketingu

Jednostavno ukoliko se bavite digitalnim marketingom morate znati cifre i publiku na duštvenim mrežama. Morate znati da *LinkedIn* koji je prvenstveno poslovna mreža i da su tu malo „uspešniji“ ljudi od običnih korisnika, ima pola milijarde korinika. Da, pola milijarde.

Veoma je bitno da znate da *Instagram* propagira manje teksta / više slika, jer to je koncepcija, pa prema tome pripremite se na vizuleni sadržaj i tu stavite svoj fokus. Analizom *Big data* opet doći ćete do 800 miliona korisnika Instagrama koji danas postoje.

[2] **NFC** – *Near Field Communication* – set komunikacionih protokola koji omogućavaju dva elektronska uređaja.[4]

Potrebno je voditi računa da se sadržaj ne duplira I prikazuje u istoj formi na svim drutvenim mrežama, već da se stručno pristupi izradi marketing strategije. Potrebno je znati i neke osnove o funkcionisanju drustvenih mreža danas, kao i ko su publika – korisnici na njima. Pa nakon analize i stručne pripreme sadržaja krenuti u oglašavanje reklama.

Nakon toga stupaju na scenu ljudi iz sveta IT i obezbeđuju da se sadržaj prikaže onako kako ljudi iz sveta marketinga žele, kao i da se taj sadržaj prilagodi različitim platformama. Vrlo je bitno znati format slike koji zahteva LinkedIn, koji zahteva Instagram ili Facebook kako bi je prikazao na pravi način.

5. ZAKLJUČAK

Iz svega navedenog ne treba biti nešto pretarano stručan da se zaključi ono što će dati sjajne rezultate u oblasti digitalnog marketinga.

Sinergija ljudi iz sveta marketinga i sveta informacionih tehnologija je pun pogodak za optimizaciju i najbolje efekte kod digitalnog marketinga jer ljudi iz marketinga znaju sta treba prikazati, kada i kome dok ljudi iz sveta IT znaju kako to da prikažu i to jednostavno implicira na njihovu saradnju. Oni menadžeri u svetu digitalnog marketinga koji ovo razumeju sigurno su na putu ka uspehu, ako već nisu i uspeli.

LITERATURA

[1] http://www.mef.edu.rs/sr/master_studije/informacione_tehnologije

[2] https://billetdebanque.panorabanques.com/epargne/livret/epargne-comment-se-fabrique-le-taux-dinteret/

[3] www.Facebook.com

[4] http://www.techradar.com/news/what-is-nfc

[5] www.telegraph.co.uk/Technology

[6] Digitalni Marketing i postizanje vrhunskih rezultata u ovoj oblasti, YU INFO 2019, 11. Mart 2019, Kopaonik

NOVA KONVENCIJA OUN ZA SARADNJU U BORBI PROTIV SAJBER KRIMINALA

NEW UN CONVENTION FOR COOPERATION AGAINST CYBER CRIME

dr Milan Miljković[1], Katarina Miljković[2]
[1]*Univerzitet odbrane Ministarstva odbrane Republike Srbije*
[2]*Vojska Srbije*

Sadržaj – Trenutni napori međunarodne zajednice na suzbijanju sajber kriminala ocenjuju se kao nedovoljni. Svet se suočava s velikim rastom ovog oblika kriminala i štete koju on nanosi ocenjuje se na oko tri biliona američkih dolara godišnje. U tom je kontekstu, apsolutno je jasno da je međunarodnoj zajednici potreban efikasniji pravni mehanizam u oblasti međunarodne informacione bezbednosti, a posebno za borbu protiv sajber kriminala.

Abstract - Current efforts by the international community to combat cybercrime are being considered insufficient. The world is facing a massive increase in saber-criminal activity and the damage it does is estimated at about $ 3 trillion a year. In this context, it is absolutely clear that the international community needs a more effective legal mechanism in the field of international information security, and in particular to combat cybercrime.

1. UVOD

Trenutni napori međunarodne zajednice na suzbijanju sajber kriminala ocenjuju se kao nedovoljni. Prema procenama koje je generalni sekretar OUN-a Antonio Gutereš predstavio na 27. zasedanju Komisije OUN-a za sprečavanje kriminala i krivično pravosuđe, u Beču maja 2019. godine, šteta od sajber kriminala za 2018. godinu iznosila je 1,5 bilion američkih dolara, a prognoza za 2019. godinu iznosila je oko 2,5 biliona dolara [1].

Nijedna zemlja sveta, bez obzira na nivo tehničkog razvoja, ne može se sama izboriti sa navedenim pretnjama, posebno imajući u obzir činjenicu da je sajber kriminal transnacionalna pojava koja ima prekograničnu prirodu. Takođe, mnoge regionalne inicijative nisu bile dovoljne da se suprotstave ovoj bezbednodnosnoj pretnji. Uprkos obimu problema, globalna zajednica još nema opšte prihvaćenu i punopravnu međunarodnu pravnu osnovu za saradnju ili barem zajednički jezik i terminologiju po tom pitanju.

2. INICIJATIVE RUSKE FEDERACIJE I KINE ZA DONOŠENJE KONVENCIJE OUN ZA SARADNJU U BORBI PROTIV SAJBER KRIMINALA

U tom je kontekstu, apsolutno je jasno da je međunarodnoj zajednici potreban univerzalni međunarodni pravni mehanizam u oblasti međunarodne informacione bezbednosti, a posebno za borbu protiv sajber kriminala. Medjutim, u toj oblasti postoje suprotni politički i geostrateški interesi SAD sa jedne strane i Ruske Federacije i Kine sa druge strane, što je uticalo na to da se globalne inicijative u igradnji medjunarodnih standarda u borbi protiv sajber kriminala, vode kroz dve inicijative koje su konkurentne.

U konkurenciji između ove dve vizije, Sjedinjene Države su tokom 2018. godine izgubile u ovom nadmetanju, imajući u vidu da je na predlog Ruske Federacije i Kine usvojena Rezolucija u Generalnoj Skupštini UN iz decembra 2018., pod nazivom „Suprotstavljanje korištenju informacionih i komunikacionih tehnologija u kriminalne svrhe“[2], kojom su zemlje članice OUN bile obavezne da pripreme izveštaje i svoje poglede o izazovima sa kojima se suočavaju u suzbijanju upotrebe informaciono komunikacionih tehnologija u kriminalne svrhe. Ovaj izveštaj država, izmedju ostalih i Srbije je predstavlen u julu 2019. godine [3]. Takođe, SAD su se neuspešno usprotivile uspostavljanju „Otvorene radne grupe za raspravu o normama u sajber prostoru“, u kontekstu medjunarodne informacione bezbednosti, koja je takođe osnovana 2018. godine pod okriljem Generalne skupštine, isto na predlog Ruske Federacije i Kine. [4]

Ono što Kina i Ruska Fedracija nameravaju da urade u tom smeru je donošenje konvencije o suzbijanju sajber kriminala koja bi bila pripremljena pod okriljem Orgnizacije UN-a. Ideja za razradu takvog dokumenta prvo je artikulisana u završnoj deklaraciji 12. Kongresa Organizacije UN-a za sprečavanje kriminala i krivično pravosuđe, koji je održan u Brazilu 2010. godine [5].

Eksperti ove dve zemlje ukazuju da takva konvencija treba da objašnjava globalnu realnost i situaciju na ovom planu kod svih zemalja bez izuzetka, da se zasniva na principima suverene jednakosti strana i ne mešanja u unutrašnje stvari država, da bude lišena nedostataka koji su karakteristični za druge međunarodne pravne akte, gde se pre svega ukazuju na nedostatke koje poseduje Konvencija o sajber kriminalu Saveta Evrope doneta u Budimpešti 2001. godine, kao i da razmatra moderne trendove u cilju osiguranja brže i efikasnije borbe protiv ove vrste kriminala.

Ideja zemalja koje zastupaju ovaj predlog, pre svega Ruske Federacije i Kine, je da se za uspostavljanje univezalnog alata za borbu protiv sajber kriminala

iskoriste već uspostavljeni mehanizmi i modeli koji funkcionišu pod okriljem OUN, konkretno za pitanja borbe protiv korupcije i borbe protiv transnacionalnog kriminala.

Slično tome, univerzalne alate za borbe protiv sajber kriminala na međunarodnom nivou, razvili bi specijalizovani odbori OUN-a koji bi bili formirani u te svrhe. Ovaj način izgradnje međunarodnih alata je verifikovana metoda koja je dostupna svima i koja omogućava uvažavanje mišljenja svih država članica UN, njihovu stručnost, pravnu osnovu i nacionalne i regionalne specifičnosti.

3. NACRT REZOLUCIJE RUSKE FEDERACIJE O KONVENCIJI OUN ZA SARADNJU U BORBI PROTIV SAJBER KRIMINALA.

Generalna skupština Ujedinjenih nacija usvojila je krajem 2019. godine, na predlog Ruske Federacije, Rezoluciju za početak razvoja međunarodne konvencije o borbi protiv sajber kriminala [6] .

Rezoluciju koju je predložila Ruska Federacija sponzorisalo je 47 zemalja, među kojima su Kina, Kuba, Severna Koreja, Nikaragva, Sirija i Venecuela. Oko 30 zemalja bilo je koautor nacrta rezolucije koju je predložila Ruska Federacija, što ukazuje da postoji sve veći međunarodni interes za konvencijom koja bi trebalo da bude univerzalna i dostupna svakoj zemlji. Na žalost, pitanja suzbijanja sajber kriminala uvek su bila visoko politizovana. Zbog toga je rešenje da se dijalog OUN-a o ovom pitanju prenese u čisto praktičnu dimenziju, koja je u ovom slučaju oblast krivičnog prava.

Najvažnija odredba usvojene rezolucije je da će u 2020 godini biti osnovan poseban međuvladin stručni odbor koji bi predstavljao sve regione sveta kako bi razvio sveobuhvatnu međunarodnu konvenciju i praktične alate za borbu protiv upotrebe informacionih i komunikacionih tehnologija za kriminalne svrhe. Prvi sastanak ovog tela zakazan je za avgust 2020 godine u Njujorku.

Predlog je da platforma za međunarodnu saradnju po ovom pitanju bude zasnova na već testiranim rešenjima, kao što su alati koji se primenjuju za Konvenciju OUN-a za borbu protiv korupcije (The UN Convention against Corruption - UNCC) i Konvenciju OUN protiv transnacionalnog organizovanog kriminala (The UN Convention against Transnational Organized Crime - UNCTOC).
Da bi se definisali modaliteti rada ove platforme, predlog predstavnika Ruske Federacije da se delegacije članica OUN okupe 2020. godine u Njujorku, a da bi rad na tekstu Konvencije mogao da počne u 2021. godini, nakon što istekne mandat Međuvladine stručne grupe OUN za sajber kriminal (The UN Intergovernmental Expert on Cybercrime - GGE), koja treba da 2020 godine u Beču usvoji konačne preporuke, koje bi se ugradile i u nacrt ove nove međunarodne konvencije.

Dakle, mandat specijalizovanog odbora OUN bio bi ograničen na razradu univerzalnog skupa alata, a koji bi se zasnivali na instrumentima i najboljim praksama u borbi protiv sajber kriminala koji su se pokazali efikasnim. Ova inicijativa nikako ne bi stvarala prepreke za primenu već postojećih regionalnih sporazuma, uključujući Budimpeštansku konvenciju, a i nacionalno zakonodavstvo u oblasti borbe protiv visokotehnološkog kriminala.

U izradi konvencije biće uključeni svi dosadašnji napori, pravna i ekspetska rešenja na nacionalnom i međunarodnom nivou u borbi protiv upotrebe informacionih i komunikacionih tehnologija u nezakonite svrhe.

4. MANJKAVOSTI KONVENCIJE SAVETA EVROPE O SAJBER KRIMINALU

U krivično pravnoj oblasti u vezi sa sajber kriminalom, uslovi za kreiranje pravila koja regulišu način na koji se države bave sajber-kriminalom do sada su bili postavljeni Konvenciojom Saveta Evrope koja je poznata kao Budimpeštanska konvencija, koja je sastavljena uz snažnu podršku Sjedinjenih Država i evropskih zemalja, članica EU. Konvencija je, po zapadnim ekspertima jedini pravno obavezujući međunarodni ugovor koji postavlja zajedničke standarde o istragama sajber kriminala i ima za cilj da u ovim slučajevima pojača saradnju između krivično-pravnih tela širom sveta.

Konvencija o sajber kriminalu se sastoji iz četiri dela. Prvi deo Konvencije se sastoji u objašnjenju osnovnih pojmova. Drugi deo Konvencije definiše mere koje treba da se preduzmu na nacionalnom nivou, kao što su krivična dela protiv tajnosti, celovitosti i dostupnosti računarskih podataka i mreža (neovlašćen pristup, oštećenje podataka, mreža, itd.), kompjuterska krivična dela (neovlašćeno unošenje, brisanje podataka, računarska prevara, krivična dela vezana za dečju pornografiju, krivična dela protiv povrede autorskih i srodnih prava, sporedne odgovornosti i sankcije (pokušaj, pomaganje, podstrekavanje), odgovornost pravnih lica, sankcijama, procesnom pravu, zaštiti ljudskih prava, oduzimanje sredstava izvršenja krivičnog dela, prikupljanje računarskih podataka u realnom vremenu, itd).

U trećem delu se definiše međunarodna saradnja u okviru sprovođenja konvencije: opšta načela, izručenje, uzajamna pomoć, informacije, postupci, tajnost i ograničenja korišćenja, hitno otkrivanje zaštićenih podataka, uzajamna pomoć u pogledu pristupanju podacima, itd.

Četvrti deo Konvencije obuhvata završne odredbe potpisavanja i stupanja na snagu (pristupanje, teritorijalna primena, izjave, rezerve, rešavanje sporova, otkaz, itd.).
Ovu konvenciju je ratifikovalo 64 država 2001. godine. Sa druge strane, Rusija i Kina su odbile da se pridruže Budimpeštanskoj konvenciji zbog nedostataka u vezi zaštite ljudskih prava i zaštite suvereniteta zemalja. Glavni razlog za to je što stav 32 Konvencije Saveta

Evrope dozvoljava prekogranični pristup pohranjenim računarskim podacima tokom istraga sajber kriminala od strane specijalnih službi različitih država.

Tako se u članu 32 konvencije navodi da strana ugovornica (država) može, bez dozvole druge strane ugovornice (druge države):

a) da pristupi sačuvanim računarskim podacima koji su dostupni javnosti, bez obzira gde se podaci geografski nalaze, ili
b) da pristupi ili primi, preko računarskog sistema na svojoj teritoriji, sačuvane računarske podatke koji se nalaze u drugoj Strani ugovornici, ukoliko pribavi zakonsku i dobrovoljnu saglasnost od lica koje ima zakonsko ovlašćenje da joj razotkrije podatke preko tog računarskog sistema [7].

Priroda savremene komunikacije je takva da su podaci sve „nestabilniji i raspršeniji po više jurisdikcija (država). Mogućnost brzog pristupa podacima u drugim jurisdikcijama je stoga važan aspekt moderne kriminalističke istrage. Iako se podacima u drugoj jurisdikciji može pristupiti na više tradicionalnih načina, uključujući uzajamnu pomoć, sama tehnologija pruža agencijama za sprovođenje zakona mogućnost da vrše prekogranične pretrage, to jest, „jednostrano da pristupe računarskim podacima pohranjenim u drugoj Strani bez traženja međusobne pomoći. Pošto se računarski podaci mogu čuvati bilo gde u svetu, jednostavno pristup veb stranici ili nalogu e-pošte može uključivati pristup podacima pohranjenim u drugoj zemlji. Međutim, činjenica da službe za sprovođenje zakona imaju sposobnost da sprovedu takve pretrage, to ne čini da su takve pretrage zakonite. Obično bi se to smatralo kršenjem teritorijalnog suvereniteta da službe za sprovođenje zakona iz jedne zemlje sprovode istrage u inostranstvu bez odobrenja druge zemlje. Ovaj princip međunarodnog prava kaže da nijedna država ne može da primenjuje svoju nadležnost na teritoriji druge suverene države. Prema tome, država ne može da sprovodi svoje zakone, sprovodi istrage ili uhapsi osobu na teritoriji druge države, bez jasnih zakonskih ovlašćenja da to učini tako. Takvo ponašanje takođe preti da ugrozi zaštitu građana zemlje u kojoj se vrši prekogranična istraga.

Stoga je legitimitet takvog ponašanja pitanje od velikog značaja. Pitanje prekograničnog pristupa elektronskim dokazima prepoznato je od 1980-ih, mada se u to vreme pitanje nije činilo „ previše hitnim “. Međutim, promene tehnologije uticale su da je pitanje brzo postalo hitnije i o njemu se raspravljalo, između ostalog, u Evropskom komitetu za probleme kriminala, u G8 i Savetu Evrope. Iako su autori teksta Konvencije detaljno raspravljali o ovom pitanju, sporazum nije mogao da se postigne drugačije, osim u vezi sa dva posebna slučaja koja su navedena u članu 32 Konvencije. Znači, u tom članu se prvo kaže da neka strana može, bez odobrenja druge strane, da pristupi javno dostupnim (otvorenim izvorima) pohranjenim računarskim podacima, bez obzira na to gde se podaci geografski nalaze. Ovo jednostavno priznaje da službe za sprovođenje zakona mogu pristupiti podacima na isti način kao i bilo koji član javnosti, bez obzira na to gde se taj dokaz nalazi. Drugi i sporniji aspekt sadržan je u članu 32 (b). On omogućava jednoj strani (državi) da putem računarskog sistema na svojoj teritoriji pristupi ili primi pohranjene računarske podatke koji se nalaze u drugoj ugovornoj strani (državi), ako stranka dobije zakonitu i dobrovoljnu saglasnost osobe koja ima zakonsko ovlašćenje da ih objavi, kroz taj računarski sistem. Neke zemlje, posebno Rusija, prigovorile su ovoj odredbi na osnovu toga što ova odredba „ može da naštetiti suverenitetu i bezbednosti zemalja članica i njihovih prava građana. [8]

Takođe, za razliku od Budimpeštanske konvencije iz 2001. godine koja navodi samo devet vrsta sajber kriminala, danas sajber eksperti navode da sada postoji više od 30 vrsta sajber kriminala. Štaviše, Budimpeštanska konvencija ne tretira pitanje sajber terorizma, što je veoma važno imajući u obzir aktuelne bezbednosne pretnje i oblike ispoljavanja terorizma u savremenom informacionom dobu, kao i njegovo krivično-pravno gonjenje.

5. NAJVAŽNIJE ODBREDBE PREDLOGA REZOLUCIJE RUSKE FEDERACIJE

Novom Konvencijom, koju predlaže Ruska federacija, i koja je dostupna na sajtu diplomatskih predstavništva Ruske federacije u inostranstvu, ne želi da se umanji značaj već postojeće Budimpeštanske konvencije o sajber kriminalu, već da se unaprediti i dograditi postojeći međunarodni okvir koji je nedovoljan [9].

U Preambuli predloga Rezolucije, navedeni su osnovni razlozi za donošenje ovakvog dokumenta, iz čega se izdvaja ocena o tehnološkoj nejednakosti zemalja kao važnoj prepreci u borbi protiv sajber kriminala, kao i mišljenje da bi se tehnološki nivoi informacionih i telekomunikacionih sistema država trebalo uskladiti pružanjem tehničke pomoći koja ima važnu ulogu u jačanju kapaciteta država u oblasti efikasnog sprečavanja zločina i podizanju nivoa informacione bezbednosti.

Takođe, u preambuli se izdvaja stav da svaka država ima suverenitet da vrši nadležnost u pogledu informacionog okruženja nad svojom teritorijom u skladu sa svojim nacionalnim zakonom, što potencira važnost suvereniteta država nad svojom informacionom sferom i poštovanje principa ne mešanja u unutrašnje stvari drugih država.

U prvom poglavlju Predloga rezolucije, navedeno je da je namena Rezolucije da poboljša efikasnost borbe protiv sajber kriminala i razvije međunarodnu saradnju na ovom polju, uključujući obuku i pružanja tehničke pomoći nerazvijenim zemljama u sprečavanju i suzbijanju IKT zločina.

U vezi sa tim, ponovo je potencirana važnost zaštite suvereniteta država, pojašnjavajući da će države potpisnice izvršavati i svoje obaveze prema ovoj Konvenciji u skladu s principima državnog suvereniteta, suverene jednakosti država i ne mešanja u unutrašnje

stvari drugih država. Takođe je potencirano da ova Konvencija ne daje pravo državi ugovornici da vrši na teritoriji druge države nadležnost i funkcije koje su u skladu sa njenim domaćim zakonodavstvom rezervisane isključivo za vlasti te druge države.

U prvom poglavlju su dati termini i definicije u vezi sa kriminalnim aktima u sajber prostoru, pa je tako definisano šta predstavaju, za potrebe ove Konvencije, „kritični infrastrukturni objekti“, šta su „zlonamerni softveni“, šta se klasifikuje pod “organizovanu kriminalna grupu“ i itd.

Takođe, za razliku od Budimpeštanske konvencije koja navodi samo devet vrsta sajber kriminala, lista krivičnih dela sadržana u nacrtu konvencije Ruske fedracije uključuje nezakonito presretanje i promenu podataka, ometanje rada računarskih mreža, stvaranje virusa i zlonamernog softvera, kao i jednostavnu krađu upotrebom računarske tehnologije, kršenje zakona o autorskim pravima, distribuciju dečije pornografija i druge.

Iz drugog poglavlja treba istaći odredbe o zaštiti ljudskih prava prilikom borbe protiv sajber kriminala, gde se u članu 22 navodi da svaka država potpisnica osigurava da uspostavljanje i primena ovlašćenja i krivično pravnih postupaka predviđenih podležu uslovima i garancijama predviđenim u njenom domaćem zakonodavstvu, koji obezbeđuju odgovarajuću zaštitu ljudskih prava i sloboda, uključujući prava koja proizilaze iz obaveza koje je država potpisnica preuzela prema Međunarodnom konvenciji Ujedinjenih nacija o građanskim i političkim pravima iz 1966. i drugim važećim međunarodnim instrumentima o ljudskim pravima.

U trećem poglavlju se ističu stavovi o važnosti uloge države u podizanja svesti javnosti o sprečavanju sajber kriminala, u smislu iniciranja aktivnog učešća pojedinaca i grupa, uključujući nevladine i javne organizacije, u sprečavanju krivičnih dela i drugih nezakonitih radnji u oblast upotrebe IKT-a i radi podizanja svesti javnosti o tim prekršajima, njihovim uzrocima i ozbiljnosti, kao i pretnjama koje predstavljaju.

Četvrto poglavlje usmereno je na međunarodnu saradnju, i tu se ističu odredbe da država može da odbije zahtev za saradnju, ako smatra da će izvršenje zahteva druge države narušiti njegov suverenitet, bezbednost, javni red ili druge vitalne interese. Takođe, navedeno je da zamoljena država potpisnica može odložiti preduzimanje mera po zahtevu druge države, ako se takve mere mešaju u krivičnu istragu ili sudske postupke koje vode njene vlasti.

U cilju unapređenje brzine reagovanja i međunarodne saradnje, Konvencija podrazumeva da svaka država potpisnica odrediti kontaktnu tačku koja će biti dostupna dvadeset i četiri sata, sedam dana u nedelji odnosno formiranje mreže 24/7, kako bi se osigurala neposredna pomoć u istragama, krivičnom gonjenju ili sudskim postupcima koji se odnose na krivična dela vezana za računarske sistemime i podatke ili za elektronsko prikupljanje dokaza o krivičnim delima.

U ovom poglavlju je razmotreno i pitanje tehničke pomoći i obuke. U tom smislu, države potpisnice će, prema svom kapacitetu, razmotriti pružanje jedna drugoj najšire mere tehničke pomoći, posebno u korist zemalja u razvoju. To bi uključivalo materijalnu podršku i obuku, međusobnu razmenu relevantnih iskustava i ekspertize, u vršenju evaluacija, studija i istraživanja u vezi sa vrstama, uzrocima i posledicama krivičnih dela IKT počinjenih u njihovim zemljama. U ovim aktivnostima bi učestvovali nadležni državni organi, civilna društva i privatni sektor, koji bi izrađivali strategiju i akcione planove za borbu protiv ove vrste krivičnih dela, što bi olakšalo međunarodnu saradnju država ugovornica na izručivanju i uzajamnoj pravnoj pomoći.

Dokument takođe opisuje moguće scenarije međunarodne saradnje u borbi protiv kompjuterskog kriminala - kao što su zajedničke istrage, razmena informacija o kriminalnim aktivnostima i predaja osumnjičenih.

Peto poglavlje bavi se mehanizmima za primenu Konvencije, i u tom smislu predlaže se osnivanje Konferencija država potpisnica Konvencije radi poboljšanja kapaciteta i saradnje država potpisnica radi postizanja ciljeva utvrđenih ovom konvencijom i promovisanja i revizije primene ove konvencije.

Predviđa se i da Konferencija država uspostaviti Međunarodnu tehničku komisiju za borbu protiv kriminala u IKT-u (ITC) da bi pomogla državama u preispitivanju primene Konvencije. Međunarodna tehnička komisija bila bi stalno telo, koja bi se formirala na na principima mešovite zastupljenosti – dve trećine članova bi predstavljalo Konferenciju država stranaka, dok bi jednu trećinu predstavljali organi Međunarodne unije za telekomunikacije (ITU). Članovi Komisije bili bi stručnjaci sa značajnim iskustvom u diplomatiji, međunarodnom pravu, komunikacionim tehnologijama ili relevantnim istraživačkim dostignućima.

5. ZAPADNE KRITIKE PREDLOGA REZOLUCIJE RUSKE FEDERACIJE

Sa druge strane, zapadne zemlje predvođene SAD ocenjuju da će donošenje nove Konvencije, koju je predložila Ruska Federacije, dati veći uticaj Ruske Federacije na međunarodne sajber norme i dodatno usporiti napore za suzbijanje kriminala na Internetu, odnosno da Rusija i Kina žele da upostave UN pravila o sajber kriminalu, u skladu sa svojim interesima [10].

Takođe, mnoge prozapadne grupe za zaštitu ljudskih prava tvrde da je rezolucija zapravo napor Ruske Federacije da proširi svoj model državne kontrole na Internetu. Ove grupe navode da bi ova rezolucija mogla dovesti do kriminalizacije običnih mrežnih aktivnosti na koje se oslanjaju novinari, grupe za ljudska prava i drugi članovi civilnog društva, poput korišćenja kriptovanih

alata za komunikaciju preko interneta (Online Chat). Ocenjuju da bi rezolucija mogla „dati široka ovlašćenja vladama da blokiraju veb stranice za koje se smatra da su kritične za vlasti, ili čak čitave mreže, aplikacije i usluge koje olakšavaju internetsku razmenu i pristup informacijama“.

Najnoviji ruski predlog, po oceni zapadnih eksperata, takođe je usklađen sa nedavno donesenim ruskim zakonom o „suverenom internetu“, koji će, u teoriji, omogućiti Ruskoj Federaciji da isključi internet od ostatka sveta. Zakon, takođe podstiče ISP-ove da instaliraju softver koji omogućava vladi da prati i filtrira internet saobraćaj, izazivajući zabrinutost među grupama za ljudska prava da će doprineti kontroli ruske vlade nad Internetom i sposobnosti da blokiraju i ukinu nepoželjne poruke na mreži.

Rezolucija je, po zapadnim ocenama, najnoviji ruski napor da umanji američki uticaj na globalne norme ponašanja u sajber prostoru. Sjedinjene Države su se prošle godine usprotivile uspostavljanju „otvorene radne grupe“, koju su predložile Rusija i Kina i koja bi trebala da donese norme za ponašanje u sajber prostoru. Međutim, ova rusko-kineska radna grupa, posmatrana kao suprotnost dugogodišnjoj “američkoj grupi” za kibernetičke norme, prošla je Generalnu skupštinu. Predstavnici Ruske Federacije su više puta tvrdili da paralelne grupe vide kao komplementarne, međutim, drugi vide taj napor kao rusku kampanju za usporavanje rada grupe za sajber norme koju predvodi SAD i koja je takođe oformljena pod okvirom Generalne skupštine UN.

ZAKLJUČAK

U vezi sa pitanjem izgradnje međunarodnih normi u borbi protiv sajber kriminala i pozicije velikih sila u vezi sa ovim pitanjem, Sjedinjene Države rizikuju da izgube vodeću ulogu, imajući u vidu da su Ruska Federacija i Kina, izdejstvovale usvajanje važnih rezolucija u UN i formiranje novih međunarodnih tela u vezi sa regulisanjem medjunarodne saradnje u suprotstavljanju korištenja informacionih i komunikacionih tehnologija u kriminalne svrhe. Drugim rečima, pitanje medjunarodne informacione bezbednosti polako prestaje da bude monol samo jedne globalne sile, što treba da dorinese umanjenju političko-vojne konfrontacije unutar globalnog informacionog prostora.

Kada su u pitanju interesi malih zemalja i onih sa neizgradjenim kapacitetima za borbu protiv sajber kriminala, nacrt rezolucije koju je Ruska federacije distribuirala omogućio bi im da učvrste kontrolu nad informacionom i komunikacijskom tehnologijom unutar svojih granica, odnosno nacionalni suverenitet nad nacionalnim informacionim prostorom.

Pružanje tehničke pomoći u razvoju tehničkih kapaciteta za otkrivanje sajber kriminala ojačalo bi sposobnosti nerazvijenih država u oblasti efikasnog sprečavanja zločina i podiglo nivo informacione bezbednosti.

LITERATURA

[1] Statement by representative of the Russian Federation Maria Zabolotskaya at the Third Committee of the UN General Assembly at presentation of Russian draft resolution "Countering Use of Information and Communication Technologies for Criminal Purposes", https://russiaun.ru/en/news/3com3071119

[2] Resolution adopted by the General Assembly on 17 December 2018 [on the report of the Third Committee (A/73/590)] 73/187. Countering the use of information and communications technologies for criminal purposes, https://undocs.org/pdf?symbol=en/A/RES/73/187

[3] Countering the use of information and communications technologies for criminal purposes, Report of the Secretary-General, https://www.unodc.org/documents/Cybercrime/SG_report/V1908182_E.pdf

[4] UN GA Resolution on establishment of OEWG (A-RES-73 27).pdf https://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/73/27

[5] Twelfth United Nations Congress on Crime Prevention and Criminal Justice Salvador, Brazil, 12-19 April 2010, https://www.un.org/en/conf/crimecongress2010/

[6] Countering the use of information and communications technologies for criminal purposes, https://assets.documentcloud.org/documents/6552366/UNGA-Russian-Cybercrime-Proposal.pdf

[7] Konvencija o sajber kriminalu, Budimpesta, 23. novembar 2001, https://web.archive.org/web/20160304142407/http://www.entel.rs/info/software/sajber%20kriminal-konvencija%20EZ.pdf

[8] Jonathan Clough, „A world of difference: the Budapest convention on cybercrime and the e challenges of harmonisation“, *International Serious and Organised Crime Conference*, Brisbane, 29–30 July 2013 https://www.monash.edu/__data/assets/pdf_file/0019/232525/clough.pdf

[9] Draft United Nations convention on cooperation in combating information crimes, https://www.rusemb.org.uk/fnapr/6393

[10] The U.N. passed a resolution that gives Russia greater influence over internet norms, https://www.cyberscoop.com/un-resolution-internet-cybercrime-global-norms/

ODRŽIVA DIGITALNA TRANSFORMACIJA U LANCU VREDNOSTI GLOBALNE INDUSTRIJE TEKSTILA I ODEĆE

SUSTAINABLE DIGITAL TRANSFORMATION IN GLOBAL TEXTILE AND CLOTHES VALUE CHAIN

Verica Bulović[1], Marija Pasuljević[2] and Zlatko Čović[3]

Visoka tehnička škola strukovnih studija Subotica[1,3], BIC International[2]

Sadržaj *– Nove digitalne tehnologije u globalnoj tekstilnoj i modnoj industriji omogućile su inovativnim brandovima brzu vizuelizaciju materijala, automatizovan unos podataka i poboljšale su komunikaciju između dobavljača materijala, brendova i proizvođača. Digitalnom transformacijom sa ciljem održivog razvoja proizvođači teže ka većoj produktivnosti, smanjenju troškova rada i očuvanja životne sredine, među ostalim poslovnim poboljšanjima, katalizirajući potražnju za automatizovanijom i više povezanom industrijom. Ovaj rad ima za cilj da pokaže na koji način digitalna transformacija čini (modnu) maloprodajnu industriju usredsređenom i povezanom, pomažući poboljšanju procesa komunikacije između brendova, dobavljača materijala i proizvođača.*

Abstract *- New digital technologies in global textile and fashion industry have enabled innovative brands to make the rapid visualization of materials, automate data input and improves communication between material suppliers, brands and manufacturers. With this digital transformation, manufacturers are seeking higher productivity, reduced labor costs and environmental sustainability, among other business improvements, catalyzing the demand for a more automated and connected industry. Aim of this study is to investigate how digital transformation makes the (fashion) retail industry more centered and connected, in helping to improve the communication process between retail brands, material suppliers and manufacturers.*

1. UVOD

U poslednjim decenijama, modna industrija je bila motor za globalno kretanje i razvoj. Modna industrija sastoji se od nekih elemenata poput industrije tekstila, odeće i obuće. Međutim, termin moda može se smatrati šire i obuhvata mnogo veći asortiman robe poput hrane, smeštaja, muzike, parfimerije i kozmetičkih proizvoda (Hines, Bruce, 2011). Moderni način života oslanja se na modu i na njega utiču modni trendovi. Najnoviji podaci pokazuju da je vrednost globalnog tržišta tekstila u 2016. iznosila 748,1 milijardi dolara (oko 83,7% su bile tkanine, a 16,3% pređe), što je 3,5% više u odnosu na godinu ranije. Godišnja stopa rasta tržišta bila je 4,4% između 2013. i 2017. (Lu, 2018.).

Kao jedna od svetski najvećih industrija široke potrošnje, ujedno je i jedan od najvećih zagađivača životne sredine. Sa trenutnom putanjom rasta proizvodnje i potrošnje, pritisci da se učini nešto povodom održivog razvoja će se pojačati do 2030. Kada se procenjuje da bi svetska populacija mogla da naraste do 8.5 milijardi ljudi. Da bi nastavila putanju rasta, modna industrija mora rešiti pitanja zaštite životne sredine, smanjenja potrošnje energije i socijalna pitanja zaposlenih.

Zahvaljujući novim tehnologijama i potražnji potrošača za ekološki prihvatljivijim postupcima proizvodnje, to se počinje menjati. Pojavljuje se nove industrije koje proizvode odeću i obuću od recikliranog materijala, uz manju potrošnju energije u lancu vrednosti, društveno odgovorne kompanije koje vode računa o životnoj sredini i svojim zaposlenima. Takođe, veliki prodajni lanci poput Nike, Zare, H&M imaju linije proizvoda od recikliranih materijala i nastoje da u budućnosti proširuju svoje aktivnosti u tom pravcu. Njihova ekološka i društvena svest suprotstavljaju se rastućim troškovima proizvodnja odeće i obuće. Oni će povući svoje konkurente inovativnim načinima poslovanja i efikasnim proizvodnim tehnikama koje minimaliziraju upotrebu vode i energije, kao i opasnih hemikalija. Ove inicijative će poboljšati sveukupni puls industrije, podižući prosek i utemeljujući put za manje proizvođače koji od njih treba da uče.

Koncept održivosti dolazi do izražaja kao jedno od najvažnijih pitanja današnjice. Održivi razvoj tekstila i obuće obuhvata procese dizajna, razvoja, proizvodnje, distribucije i prodaje koji minimaliziraju negativne uticaje na životnu sredinu, štede energiju i prirodne resurse, sigurni su za zaposlene, društvenu zajednicu i potrošače i ekonomski su ispravni. Pokret održivosti unutar modne industrije potvrda je pomaka u svijesti koji doživljavamo na toliko nivoa (Caniato, Caridi, Crippa, Moretto, 2012). FDRA (Footwear Distributors and Retailers of America) definiše održivost proizvodnje tekstila i obuće kao procese dizajna, razvoja, proizvodnje, distribucije i prodaje koji minimiziraju negativne utjecaje na okoliš, štede energiju i prirodne resurse, sigurni su za zaposlenike, zajednice i potrošače i ekonomski su ispravni.

Očekuje se da će se tekstilna i modna industrija budućnosti fokusirati na fleksibilniju proizvodnju, upotpunjenu razvijenim lancem nabavke koji zadovoljava potrebe potrošača za održivom, personalizovanom i funkcionalnom odećom. Pitanje je na koji način će se stići do toga? Nove digitalne tehnologije i platforma digitalnih baza podataka za razmenu materijala omogućile su inovativnim brandovima brzu vizuelizaciju materijala koji se koriste u proizvodnji, automatizovale unos podataka i poboljšale komunikaciju između dobavljača materijala, brendova i proizvođača. Digitalna platforma za razmenu materijala ima brojne prednosti u smanjenju troškova i održivom razvoju s pozitivnim uticajem na životnu sredinu.

Uporedo sa promenama na strani proizvođača, dešavaju se promene i u ponašanju i stavovima potrošača. Kupci više nisu voljni da igraju po pravilima koje je postavila modna industrija. Postaju svesniji da im ne treba toliko odeće lošeg kvaliteta, garderoberi su im preplavljeni jeftinom odećom lošeg kvaliteta. Počinju da kupuju manje, ali kupuju pametno. A kada potrošač promeni svoje vrednosti, industrija će morati da ih sledi. „Cirkularnost“ zamjenjuje „održivost“ kao novu reč u modnoj industriji. Vreme je da modne kompanije preispitaju materijale i energiju koja se koristi za proizvodnju njihove odeće; takođe bi trebalo da preuzmu odgovornost za ceo životni ciklus proizvoda.

Potencijal digitalizacijskih procesa u modnoj industriji dolazi iz svih grupa novih tehnologija. Implementacija industrije 4.0 uključuje stvaranje nove arhitekture celokupnog ekosistema kompanije, gde se svi podaci i informacije prikupljaju i razmenjuju na bilo kom nivou organizacije (vertikalna hijerarhija) i u bilo kojoj fazi procesa tokom celog lanca vrednosti (horizontalna mreža), što omogućava stvaranje stvarnog umnožavanja cjelokupnog sistema u stvarnom vremenu (Schwab, 2017). Uporedo sa procesom digitalizacije u modnoj industriji dolazi i do promena među kupcima. Kupce sve više zanimaju ne samo opipljivi i nematerijalni atributi roba i usluga, već i dosledna i verodostojna naracija konteksta, ljudi i procesa na koje se oni odnose (Pine & Gilmore, 2007). Milenijci kao grupa potrošača između 16 i 34 godine, polako ulaze u svoje najbolje godine zarade i potrošnje (Barton et al., 2012). Potrošači obično više vremena provode u maloprodaji, dok se njihovi rashodi na modne proizvode povećavaju na godišnjoj osnovi (Ksu, 2007; Noble et al., 2008; Sullivan i Heitmeier, 2008). Zbog toga je ovo potrošačko tržište usmerilo pažnju trgovaca koji uviđaju da postoje važne razlike između ovog tržišta i starijeg tržišta u smislu iskustva kupovine, ponašanja u kupovini i stilova odlučivanja.

Digitalne mreže i interakcija mogu stvoriti integrisani sistem aktera, imovine i zainteresovanih strana gde se ne samo lanci snabdevanja mogu u stvarnom vremenu prilagoditi fabrikama, već i maloprodajni kanali, pa čak i proizvodi i krajnji kupci mogu komunicirati i razmenjivati podatke unutar sistema (AA.VV., 2018). Moda se istorijski zasnivala na „dizajnerskim“ poslovnim modelima, gde su mnoge organizacije stvorene na mrežnim resursima. Zapravo, tradicionalni modni model često je polazio od dizajnerske vizije usmerene na dizajn, gde su dizajner i menadžer mogli da kreiraju svoj brend i integrišu postojeće proizvodne sisteme, koji su lokalno zasnovani (Saviolo i Testa 2003, Bertola i Colombi 2014).

Danas se može čuti kako maloprodaja umire, ali da je to samo transformacija u kreativnije iskustvo. Internet uništava način na koji trgovci, ili neki od njih, razumeju fizičku kupovinu. Apokalipsa prodaje na malo ne znači da kupci više neće kupovati u fizičkim prodavnicama. Neke robne kuće i tržni centri izmišljaju prodajno mesto digitalizacijom, ali za druge je to prekasno i preskupo. Brendovi poput H&M, Ralph Lauren ili Michael Kors takođe zatvaraju prodavnice (Segura, 2018). One koje nisu uložile u „digitalno“ (tokom poslednjih 10 godina imaće problema da se suoče sa konkurencijom. Sa digitalnim tehnologijama koje se koriste u Fashion Retailing industriji kupovina će opet biti lako, zabavno i uzbudljivo iskustvo.

Digitalna transformacija u modnoj industriji donela je promene u postupcima kreiranja i dizajniranja proizvoda, sve više se oslanjajući na baze podataka digitalizovanih materijala. Korišćenje razmene materijala kao standardizovano industrijsko rešenje, skraćuje proces odabira materijala, smanjuje troškove uzorka, ubrzava proces kreiranja gotove odeće. S usvajanjem 3D dizajna kao više mainstream alata za stvaranje, sve je veća potražnja za boljim rešenjem za čuvanje i organizovanje digitalnih materijalnih dobara. Gledajući u budućnost, digitalna platforma za razmenu materijala postat će sastavni dio svakog poslovanja s odjećom i obućom.

U nastavku rada biće prikazano istraživanje koje smo sproveli među modnim brendovima, dobavljačima materijala i proizvođačima u kojoj meri ulažu u digitalnu transformaciju utiče na smanjenje utroška materijala i pruža veći uticaj na održivi razvoj prelaskom na proizvode koji koriste alternativne „reciklirane“ materijale.

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je sprovedeno među B2B globalnim proizvođačima u periodu od decembra 2019. do februara 2020. Ispitanici su popunjavali online upitnik koji im je poslat putem maila.

U osmišljavanju anketnog upitnika koji se koristio za anketno istraživanje namera je bila da se u potpunosti poštuju opšta pravila dizajna upitnika koja su definisali mnogi autori u ovoj oblasti. Da bi se dobio tačniji prikaz problema, korišćeni su i savremeni alati ko što je Google Forms i statistički program za obradu rezultata istraživanja SPSS 25 koji omogućava različite vrste statističkih analiza podataka i prezentaciju rezultata istraživanja.

Izabran je uzorak od 60 kompanija, vodeći se svetskom bazom podataka o razmeni materijala Material Echange, od čega je upitnik popunilo njih 46. U strukturi uzorka preovladavaju brendovi maloprodaje (52%), zatim proizvođači (34%) i dobavljači materijala (14%). Većina njih je iz Evrope (82,6%), Severne Amerike (5,8%) i Azije (11,6%).

Na pitanje kojoj generaciji pripadaju zaposleni u kompaniji koji su odgovorili na pitanja, najviše ih je iz generacije X (62%) i milenijci ili generacija Y (28%).

Od kompanija koje su u uzorku prisutne su većinom velike kompanije sa 500 mil eura godišnje (28,3%), 6-10 miliona godišnje (19,6%) i 26-50 miliona godišnje (10,9%).

Upitnik je bio struktuiran tako da je prilagodjen kompanijama koje su do sada ulagale u digitalnu transformaciju (67,4%) i onima koje nisu (32,6%).

Postavljena pitanja su se odnosila i na tehnologije koje se koriste u kompanijama i najviše njih koristi analizu podataka (76,1%), cloud (69,6%), proizvodne softvere (39%) i povezane uređaje (34%).

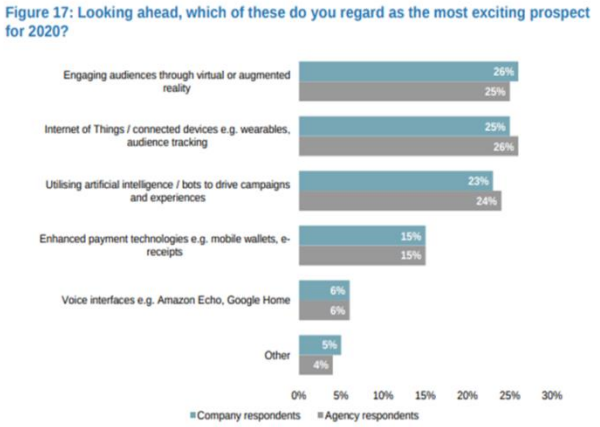
Za svrhu istraživanja je korišćen upitnik koji je imao 20 pitanja koja su struktuirana tako da se prvi deo upitnika odnosio na opšta pitanja iz koje industrije dolaze ispitanici, sa kog su kontinenta, veličina kompanije i pozicija u kompaniji. Drugi deo upitnika se sastojao od pitanja da li su kompanije iz kojih dolaze do sada uložile u digitalnu transformaciju, izazovima sa kojima se kompanija suočava prilikom digitalne transformacije i pitanjima održivog razvoja.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Da bismo dobili pregled rezultata istraživanja o upotrebi digitalnih tehnologija u svrhu održivog razvoja među proizvođačima i dobavljačima materijala u industriji odeće i obuće, primenjena je analiza frekvencija koja je prikazana u grafikonima.

Na grafikonu br 1 su prikazani odgovori koji se odnose na korišćenje najuzbudljivijih tehnologija u modnoj industriji. Među njima prednjače VR i AR tehnologije (26%), povezani uređaji (25%) i korišćenje veštačke inteligencije (23%).

Gledajući regionalne razlike unutar rezultata istraživanja, možemo videti da su evropski trgovci malo više uzbuđeni zbog AI / botova nego njihovi kolege iz Azije i Severne Amerike. Pored toga, APAC trgovci su malo više uzbuđeni zbog platnih tehnologija, što otkriće nije previše iznenađujuće s obzirom na rast i popularnost digitalnih plaćanja u regionu, posebno na mobilnim uređajima. Ulazeći dalje u našu analizu poređenja sektora, otkrivene su i neke razlike. Trećina ispitanika koji rade u sektoru finansijskih usluga uzbuđeni su korišćenjem veštačke inteligencije tokom narednih godina, u poređenju sa 24% trgovaca na malo. Potencijal AI za isplate, postupanje sa klijentima i otkrivanje prevara i unapredjenje znači da je ovo područje visoko na planu finansijskih usluga. Što se tiče VR i AR, trgovci na malo uopšte se osećaju više uzbuđeno zbog potencijala ovih tehnologija da transformišu i poboljšaju iskustvo kupovine u prodavnici (28%).



Grafik 1. Gledajući unapred, koji od navedenih trendova smatrate najuzbudljivijim

Glavna otkrića o najvažnijim digitalnim tehnologijama u B2B-u su sledeća:

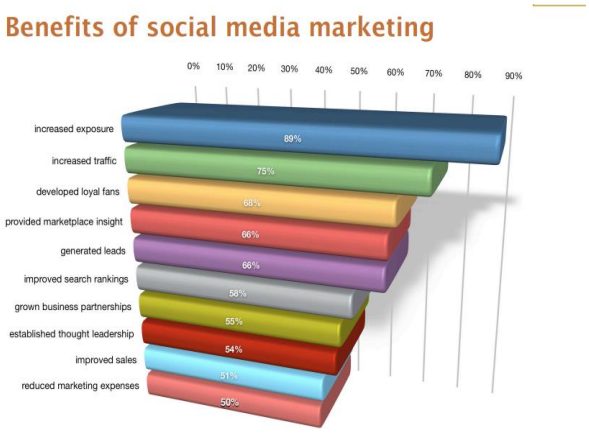
• **Video je postao bitan**: 60% ispitanika koristi video u svom marketingu, a 73% planira povećati upotrebu video zapisa.

• **Video uživo je sjajan (hot)**: značajnih 50% ispitanika planira koristiti video servise uživo poput Facebook Live-a i Periscope-a, a 50% želi da sazna više o video-snimkama uživo.

• **YouTube** drži prvo mesto za buduće planove

• **Facebook** je najvažnija društvena mreža za marketing

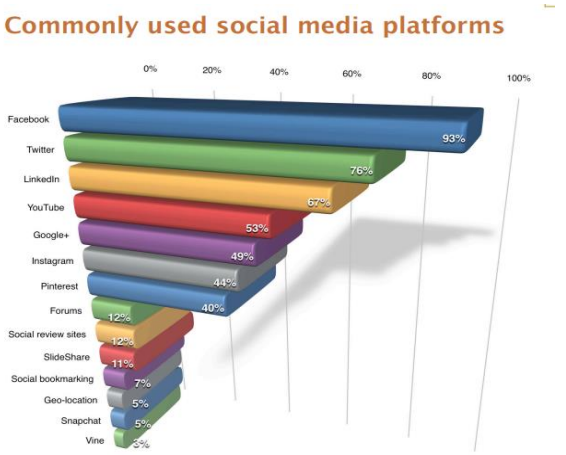
• **Taktika i angažman** su glavna područja koja trgovci žele savladati: najmanje 90% ispitanika želi da zna najefikasnije društvene taktike i najbolje načine za angažovanje svoje publike društvenim medijima.



Grafik 2. Koristi društvenih medija

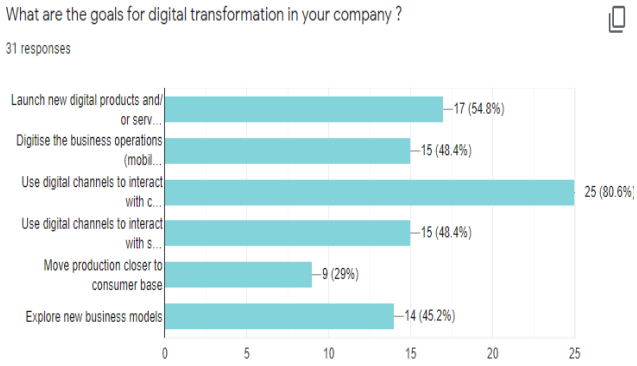
Što se tiče korišćenja društvenih medija, čak 63% ispitanika koristi društvene medije 6 sati ili više, a 39%

11 ili više sati sedmično. Zanimljivo je napomenuti da skoro 19% ispitanika svake sedmice provodi više od 20 sati na društvenim medijima. Postoji direktna veza između vremena koliko su ispitanici proveli na društvenim mrežama i njihovim nedeljnim angažovanjem.



Grafik 3.Najčešće korišćeni društveni mediji

Kao što prikazuje grafik 3 najčešće korišćeni društveni mediji su Facebook 93%, Twitter (76%) i LinkedIn (67%).

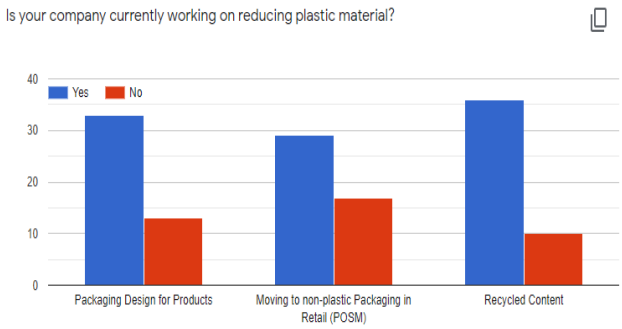


Grafik 4. Ciljevi digitalne transformacije

Na grafikonu 4 su prikazani ciljevi digitalne transformacije, a na to pitanje je odgovorilo 31 kompanija koje su ulagale u digitalne tehnologije. Većina kompanija je uložila prevshodno u digitalne kanale radi interakcije sa potrošačima (80,6%), pokretanje novih digitalnih kanala (54,8%), digitalizacija poslovnih operacija (48,4%) i proučavanje novih biznis modela (45,2%).

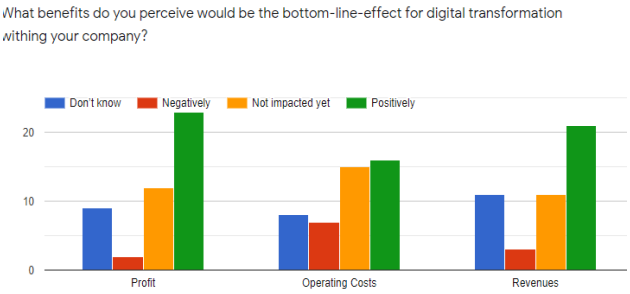
Drugi deo upitnika odnosio se na to da li kompanija ima nameru da ulaže u održivi razvoj. Najveći broj ispitanika (72%) je odgovorilo potvrdno.

Postavili smo aktuelno pitanje koje se odnosilo na smanjenje upotrebe plastičnih materijala i proizvodnji i najveći broj njih već koristi reciklirane materijale, ide ka smanjenju upotrebe plastike u dizajnu ili korišćenju ne-plastičnih materijala u pakovanju u trgovačkim lancima.



Grafik 4 – Smanjenje korišćenja ne-plastičnih materijala

Na pitanje koje će koisti doneti digitalna transformacija gledajući od gornje linije ka nižim nivoima kompanije, ispitanici su se većinom izjasnili da su to pozitivni efekti (grafikon 5).



Grafik 5– Efekti korišćenja digitalnih tehnologija

4. ZAKLJUČAK I BUDUĆE IMPLIKACIJE

Savremene uslove poslovanja u sektoru maloprodaje mode karakterišu intenzivne promene u poslovnom okruženju i potreba fleksibilnog i brzog prilagođavanja tržišnim uslovima i konkurentnoj strukturi. Najnovija tehnološka revolucija, pre svega u oblasti IT i telekomunikacija, dovela je do promena u načinu poslovanja, formiranja i definisanja poslovnih strategija, organizacionih struktura i obrazovanja svih učesnika poslovnih transakcija. Organizacije Fashion Retailng ocjenjuju rezultate i uspjeh svojih poslovnih aktivnosti na finansijskim tržištima, proizvodnim procesima i prodaji garderobe, gdje je osnovni parametar mjerenja kvalitetan i dugotrajan održiv odnos sa klijentima. Trgovina na malo se menja tempom tehnologije i digitalizacije. Kompanije poput Valmart, Amazon ili Nike stiču tehnološke startapove koji su specijalizovani za AI, VR, AR, blockchain, itd. Što se tiče modne prodaje, IBM se udružio sa Tommi Hilfiger-om i Institutom za tehnologiju mode (FIT) Infor Design i Tech Lab na projekat nazvan Reimagine Retail, kako bi pokazao kako AI može pomoći ubrzati i poboljšati proces dizajniranja. Veštačka inteligencija (AI) je inteligencija koju demonstriraju mašine, za razliku od prirodne inteligencije (NI) koju prikazuju ljudi i druge životinje. Koje su prednosti?

Algoritmi prate putovanja kupca i pomažu im da pronađu pravi proizvod. Ili komunikacija u realnom vremenu preko Chabota ili dodirnih ekrana.

Fashion Retailing i novi koncept upotrebe digitalnih tehnologija novi je oblik poslovanja bankarskih organizacija na svjetskom tržištu koji se zasniva na marketinškom pristupu okruženju i dio je e-trgovine. Mnogi modni maloprodajni brendovi investiraju u vodeće prodavaonice, ali zaboravljaju prodavnice drugog reda. Ponekad su ružne i prljave, gomila odeće je zasedena bilo gde, a nije lako pronaći ono što gledate. Zatim, red za garderobu i kada želite platiti. Internet kupovina će ubiti one prodavnice koje prodaju samo proizvode. A „dodir i osećaj“ ne bi trebao biti ekskluzivan za luksuzne modne prodavače, jer se iskustvo i pričanje priča nešto očekuje u bilo kojem segmentu modne piramide. Ako želimo da kupimo osnovni proizvod, koristićemo internet i izbeći loše iskustvo izvan mreže.

Uvođenje koncepta digitalnih marketinških tehnologija je u funkciji optimizacije upravljanja životnim ciklusom kupaca, povećanja profitabilnosti i profitabilnosti maloprodaje i zadovoljavanja potreba kupaca u cilju postizanja dugoročne lojalnosti. Ovaj koncept se takođe može definisati kao poslovanje i komunikacija sa potrošačem, koji igra značajnu ulogu u prikupljanju podataka, njegovom skladištenju, analiziranju i pretvaranju u informacije tokom svake pojedinačne transakcije.

LITERATURA

[1] Augello, M., Bertola, P., Colombi, C.; Iannilli V., Vacca, F. (2016), “Design Research and SenseMaking in Culture Intensive Industries: Driving Innovation through a Design Reading of Cultural Evolutions”, in The Design Journal, Vol. 19, Issue 02: 155-167.

[2] Caniato, F., Caridi M., Crippa, L., Moretto, A. (2012) Environmental sustainability in fashion supply chains: An exploratory case based research, International Journal of Production Economics, vol 135, Issue 2, 659-670.

[3] Carpenter, J., Moore, M., &Fairhurst, A. (2005) Consumer shopping value for retail brands. Journal of Fashion Marketing and Management 9, 43–53

[4] Clarke, D., Perry, P., & Denson, H. (2012) The sensory retail environment of small fashion boutiques. Journal of Fashion Marketing&Management 16, 492–510.

[5] Doshi, A., Smith, R.T., Thomas, B.H. and Bouras, C. (2017), “Use of projector based augmented reality to improve manual spot-welding precision and accuracy for automotive manufacturing”,The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 89 Nos 5-8, pp. 1279-1293.

[6] Khan, W.A., Raouf, A. and Cheng, K. (2011), “Augmented reality for manufacturing”, in Khan, W.A., Raouf, A. and Cheng, K. (Eds), Virtual Manufacturing, Springer, Heidelberg, pp. 1-56.

[7] Lu, Sh. (2018) Market Size of the Global Textile and Apparel Industry: 2016 to 2021/2022, MarketLine

[8] Schwab K. (2017), In The Fourth Industrial Revolution, Crown Businss, New York.

[9] Soars, B. (2009) Driving sales through shoppers’ sense of sound, sight, smell and touch. International Journal of Retail & Distribution Management 37, 286–292

[10] Ustundag, A. and Cevikcan, E. (2017), Industry 4.0: Managing the Digital Transformation, Springer, Heidelberg.

[11] Yew, A., Ong, S. and Nee, A. (2016), “Towards a Griddable distributed manufacturing system with augmented reality interfaces”, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Vol. 39 No. 1, pp. 43-55

MULTIBIOMETRIJSKI IDENTIFIKACIONI SISTEM

THE MULTIBIOMETRIC IDENTIFICATION SYSTEM

Neđeljko Lekić
Elektrotehnički fakultet, Univerzitet Crne Gore

Sadržaj – *U ovom radu predstavljen je jednostavni multi biometrijski identifikacioni sistem, koji u postupku prepoznavanja korisnika koristi biometrijske karakteristike lica i dužice oka. Kao skener lice i dužice u sistemu je upotrijebljana kamera VistaFA2 BioCam. Sistem omogućuje jednostavno upisivanje, identifikaciju i verifikaciju korisnika. Podaci o korisnicima i obavljenim prepoznavanjima čuvaju se unutar MySQL baze podataka. Upotrebom naprednih tehnologija multibiometrijske identifikacije postignuta je visoka pouzdanost sistema.*

Abstract *- This paper presents the simple multi-biometric identification system based on the use of biometric features of the user's face and iris. As biometric scanner VistaFA2 Biocam is used. The system provides easy users enrollment, identification as well as verification. The all system data are stored into MySQL database. Thanks to using advanced multi-biometric identification technologies, the system is characterized by high reliability.*

1. UVOD

Pouzdano utvrđivanje identiteta osobe je ključni zadatak u svakom identifikacionom sistemu. Danas postojeći načini identifikacije mogu se svrstati u tri grupe i to:

- identifikacija na osnovu nečega što osoba zna (npr. lozinka, matični broj, broj pasoša, itd),
- identifikacija na osnovu nečega što osoba nosi sa sobom (npr. identifikacioni privezak ili kartica i sl.) i
- identifikacija na osnovu nečega što osoba jeste (npr. lice, dužica, otisak prsta, glas, itd.).

Identifikatori, poput lozinki i ličnih karti, i dr., mogu se lako zamijeniti, dijeliti, zaboraviti, izgubiti ili biti ukradeni. Uz to, lozinke se mogu relativno lako otkriti, upotrebom različitih alata za te namjene [1]. Korisnici mogu pravdati eventualne zloupotrebe sistema tvrdeći da su im lozinku ukrali ili otkrili. Korisnici takođe, mogu sakriti svoj pravi identitet upotrebom krivotvorenih i/ili duplikata identifikacijskih dokumenata. Postaje sve očiglednije da mehanizmi utemeljeni na znanju i identifikatorima koje osoba nosi sa sobom nisu dovoljni za pouzdano utvrđivanje identiteta. Značajno unapređenje pouzdanosti može se postići uvođenjem biometrijske identifikacije.

Biometrijska identifikacija ili kraće biometrija nudi prirodno i pouzdano rešenje problema utvrđivanja identiteta osobe. Identitet se utvrđuje na osnovu onoga što ona jeste, a ne onoga što zna ili onoga što nosi sa sobom [2]. Biometrijski sistemi automatski određuju identitet osobe na osnovu njenih anatomskih i/ili karakteristika ponašanja. Neke od karakteristika koje se mogu upotrijebiti za biometrijsku identifikaciju su dužica oka, lice, otisak prsta, potpis, glas, hod, itd. (Slika 1)

Slika 1. Neke bimetrijske karakteristike.

Biometrijske karakteristike predstavljaju snažnu i trajnu vezu između osobe i njenog identiteta. Ove osobine ne mogu se lako izgubiti, zaboraviti, dijeliti ili falsifikovati. S obzirom da biometrijski sistemi zahtijevaju od korisnika da bude prisutan u vrijeme provjere identiteta, oni takođe mogu odvratiti i od lažnih tvrdnji o odbacivanju. Štoviše, samo biometrija može pružiti negativnu funkciju identifikacije, gdje je cilj utvrditi da li je određeni korisnik zaista upisan u sistem, iako to on moguće opovrgava.

Biometrijski sistemi se sve više usvajaju u brojnim vladinim i civilnim aplikacijama, kao zamjena ili kao dodatak postojećim identifikacionim sistemima, zasnovanim na znanju i/ili posjedovanju identifikatora. Neki od velikih, već razvijenih, biometrijskih sistema su: The Integrated Automated Fingerprint Identification System (IAFIS) FBI [3], US-VISIT IDENT program [4], Iris Recognition Border-crossing System u UAE [5], itd..

Obično se uzima da biometrijski sistem ima četiri gradivne komponente [6]. To su senzorski modul, modul za ekstrakciju karakteristika, modul za poređenje karakteristika i modul za donošenje odluka. Uzorak dobijen biometrijskim senzorom (npr. slika dužice oka) predstavlja ulaz u modul za ekstrakciju karakteristika.

Korišćenjem odgovarajuće metode digitalne obrade slike, modul za ekstrakciju karakteristika pretvara uzorak u set karakteristika, odnosno biometrijski obrazac korisnika. Modul za upoređivanje uzima dobijeni obrazac i upoređuje ga sa već postojećim obrascima, sačuvanim u bazi podataka. Rezultat upoređivanja se prosljeđuje modulu za donošenje odluka. Modul za donošenje odluka odlučuje da li obrazac odgovara nekom od uskladištenih obrazaca. Konačan ishod je odluka je li došlo do detekcije podudaranja ili ne.

Postoje dvije ključna stope grešaka u biometrijskim sistemima. To su stopa pogrešnog prihvatanja (FAR – False Accept Rate) i stopa pogrešnog odbacivanja (FRR – False Reject Rete). Stopa pogrešnog prihvatanja (FAR) je vjerovatnoća prevare biometrijskog sistema, odnosno vjerovatnoća slučaja da kao regularni korisnik sistema bude prihvaćena osoba koja to nije. Stopa pogrešnog odbacivanja (FRR) predstavlja vjerovatnoću da regularni korisnik bude odbačen od strane sistema. Kao generalna mjera tačnosti biometrijskog sistema često se uvodi i GAR (General Accept Rate) faktor, koja je jednak 1-FRR.

Većina biometrijskih sistema, koji su trenutno u upotrebi, koriste jednu biometrijsku karakteristiku za utvrđivanje identiteta. Takvi sistemi se mogu nazvati unibiometrijski sistemi. Neki od izazova sa kojima se unibiometriski sistemi često susrijeću su šum u podacima sa senzora, ograničenja tačnosti identifikacije, ne-univerzalnost odnosno nedostatak prepoznatljivosti u biometrijskim karakteristikama, kao i pokušaji prevare.

Biometrijski podaci koji se prezentuju sistemu mogu biti zahvaćeni šumom usljed nesavršenih uslova prikupljanja ili varijacija u samoj biometriji. Tako na primjer, ožiljak može da promijeni otisak prsta korisnika, prehlada može da izmijeni karakteristike njegovog glasa, dok uslovi osvjetljenja mogu značajno uticati na sliku lica i dužice korisnika. Šum u podacima može dovesti do pogrešnog odbacivanje regularnog korisnika i time povećanja FRR (False Reject Ratio) stope sistema.

Performanse unibiometrijskog sistema ne mogu se beskonačno poboljšavati usavršavanjem senzora, kao ni usavršavanjem algoritama za obradu podataka dobijenih sa senzora. Postoji implicitna gornja granica broja karakterističnih detalja koji se mogu pridodati obrascu biometrijske karakteristike. Kapacitet obrasca dodatno je ograničen varijacijama koje se javljaju u različitim rezultatima skeniranja biometrijskih karakteristika istog korisnika, kao i varijacijama razlika između različitih rezultata skeniranja biometrijskih karakteristika različitih korisnika.

U određenim slučajevima unibiometrijski sistem neće biti u mogućnosti da iz prezentiranih podataka kreira zadovoljavajući biometrijski obrazac. Na primer, prilikom prepoznavanje otiska prsta, usljed lošeg kvaliteta otiska kod pojedinih korisnika, sistem neće uspjeti da prepozna strukturu grebena i brazdi otiska. Slično tome, prilikom prepoznavanja dužice, kod osoba sa dugim trepavicama, spuštenim očnim kapcima, ili nekim drugim patološkim problemom, sistem neće moći izdvojiti dovoljno informacija za uspješno prepoznavanje.

Unibiometrijski identifikacioni sistemi mogu biti i ozbiljno ugroženi i pokušajima prevare. Biometrijske karakteristike poput glasa [7] i potpisa [8] mogu biti oponašene od strane osobe koja nije regularni korisnik. Biometrijske karakteristike kao što su otisci prstiju u pokušajima prevare mogu biti naneseni na sintetički materijal poput želatina ili silikonske oblande, i u tom obliku biti prezentirani sistemu [9]. Ovakvi i slični pokušaji prevare mogu ugroziti sigurnost unibiometrijskog sistema i dovesti u pitanje njegovu upotrebljivost [10].

Usljed navedenih problema, u stavrnoj primjeni, unibiometrijskim identifikacionim sistemima teško je postići željene performanse. To zapravo predstavlja i glavni motiv razvijanja multibiometrijskih sistema. Multibiometrijski identifikacioni sistemi u osnovi koriste više biometrijskih karakteristika ili njihovih modaliteta za utvrđivanje i verifikaciju identiteta korisnika. Multi-biometrijskim pristupom, primjenom različitih multibiometrijskih fuzionih algoritama, moguće je postići bolje performanse sistema. To su već potvrdili rezultati brojnih istraživanja u ovoj oblasti [11-16].

U ovom radu predstavljen je jednostavni multi biometrijski identifikacioni sistem koji za prepoznavanje korisnika koristi biometrijske karakteristike dužice oka i lica. Upotrebom naprednih algoritama multi biometrijske identifikacije u sistemu su postignute niske vrijednosti FAR i FRR stopa.

Ostatak rada organizovan je na sledeći način: Odeljak II opisuje predloženi multi biometrijski identifikacioni sistem. Završni odjeljak, Odjeljak III, predstavlja zaključak.

2. OPIS IDENTIFIKACIONOG SISTEMA

Osnovni sastavni djelovi predloženog multi biometrijskog identifikacionog sistema su:

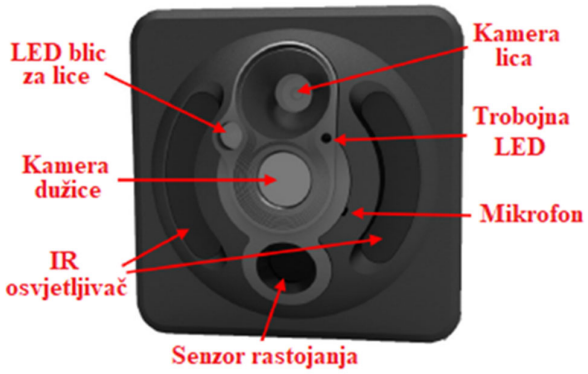
- VistaFA2 Biocam,
- aplikacioni softver i
- baza podataka na serveru.

Na Slici 2 prikazana je blok šema sistema.

Kao senzorski modul, u predloženom identifikacionom sistemu, upotrijebljena je VistaFA2 Biocam. VistaFA2 Biocam sadrži kameru za lice, LED blic uz kameru za lice, kameru za dužicu, ogledalo, infracrveni (IR) osvjetljivač, trobojnu signalizacionu LED (RGB LED), senzor rastojanja i mikrofon (Slika 7).

Kamera lica je smještena iznad kamere za dužicu oka. Kamera je rezolucije 3MP. Uz kameru za lice u uređaju je integrisan i LED blic. Nominalno rastojanje kamere od lica korisnika je oko 40cm.

Slika 2. Blok šema identifikacionog sistema



Slika 3. VistaFA2 Single Iris & Face kamera

Kamera dužice oka, smještena je iza hladnog ogledala, koje reflektuje vidljivu svjetlost a propušta infracrvenu [17]. Ogledalo pomaže korisniku da što lakše optimalno pozicionira svoje oko prema kameri dužice. Nominalno rastojanje korisnika od VistaFA2 uređaja je oko 25cm.

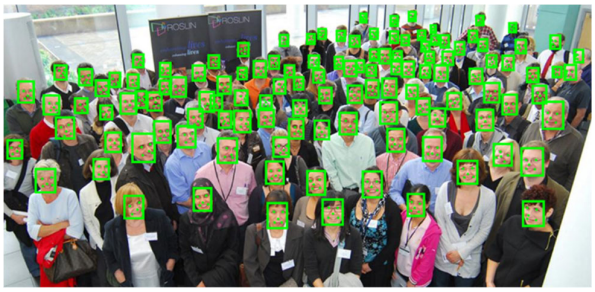
U cilju pomaganja korisniku prilikom pozicioniranja prema kameri dužice, uređaj sadrži akustični senzor rastojanja i RGB LED. Pomoću akustičnog senzora mjeri se udaljenost korisnika. Trobojna RGB LED signalizira korisniku na kojem je odstojanju od kamere. Plava boja označava da je predaleko, crvena da je preblizu, a zelena da je na pravom rastojanju. Ako je korisnik na pravom rastojanju od VistaFA2 uređaja ali se nije u mogućnosti dobiti slika dužice potrebnog kvaliteta, RGB LED će treperiti crveno i plavo.

Za povezivanje sa računarom ili drugim procesorskim uređajem VistaFA2 Biocam raspolaže standardnim USB 2.0 Female Type B priključkom.

Razvijena aplikacija u sebi objedinjuje modul za ekstrakciju karakteristika, modul za poređenje karakteristika i modul za donošenje odluka. U razvoju aplikacije, korišten je MegaMatcher 11.2 Software Development Kit (SDK), proizvod kompanije NEUROtechnology [18].

MegaMatcher SDK je tehnologija dizajnirana za razvoj velikih AFIS-a (Automated Fingerprint Identification Systems) i multi-biometrijskih sistema. Tehnologija obezbjeđuje visoku pouzdanost i brzinu biometrijskog identifikovanja, čak i kada se koriste velike baze podataka. MegaMatcher SDK podržava razvoj uni ili multi biometrijskih sistema zasnovanih na upotrebi otiska prsta, dužice, lica, glasa ili dlana. Može se koristiti u okviru Microsoft Windows, Linux, macOS, iOS i Android operativne platforme [18].

MegaMatcher SDK implementira napredne tehnike lokalizacije lica, ekstrakcije karakteristika lica i poređenje dobijenih obrazaca lica, koristeći robusne algoritme digitalne obrade slike zasnovane na neuronskim mrežama. MegaMatcher SDK omogućuje brzu i tačnu detekciju više lica iz slike kao i iz video zapisa uživo. Sva lica na slici bivaju detektovana u vremenu od 0.01 do 0.86 sekundi, u zavisnosti od odabranih vrijednosti za toleranciju pozicije lica prema kameri kao i zahtijevane tačnosti detekcije (Slika 4).

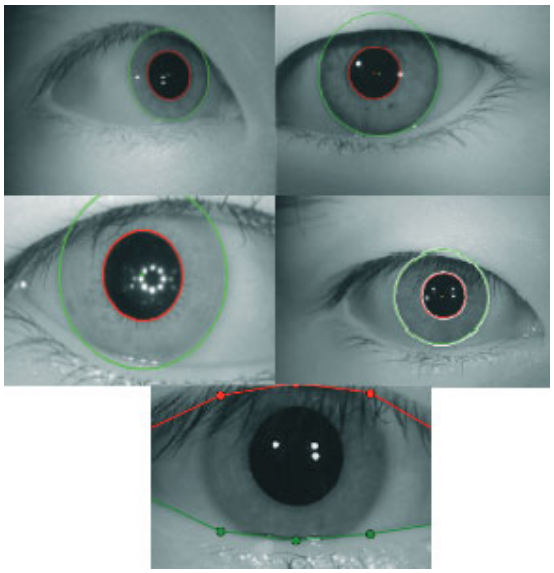


Slika 4. Detekcija više lica na slici.

Opciono, MegaMatcher SDK omogućuje i određivanje pola osoba detektovanih na slici. MegaMatcher SDK obezbjeđuje i tehnike za prepoznavanje da li je lice u video zapisu ″živo″ ili fotografija, omogućuje procjenu godina starosti, raspoloženja, itd. Brzina upoređivanje obrazaca lica može ići do 200000 lica u jednoj sekundi, na jednom

PC računaru. Veličina obrasca lica se kreće od 195 okteta do 464 okteta, u slučaju potrebe za visokom pouzdanošću prepoznavanja [18].

MegaMatcher SDK, upotrebom robusnih algoritama za digitalnu obradu slike (VeriEye algoritam [18]), implementira napredne tehnike detekcije dužice, segmentiranja, ekstrakcije karakteristika i upoređivanje obrazaca. Dužica se uspješno detektuje i u uslovima postojanja refleksije svjetlosti, djelimične prekrivenosti očnim kapcima i trepavicama, gledanja u stranu, različitim nivoima osvjetljenja i sličnih problema. (Slika 5).



Slika 5. Slike dužice oka sa nekim od navedenih problema.

MegaMatcher SDK je u stanju izvršiti ekstrakciju karakteristika i formirati obrazac dužice za vrijeme od 0.6 do 1.4 sekunde, dok brzina upoređivanja obrazaca dužice može ići do 200000 upoređivanja u jednoj sekundi, na PC računaru odgovarajućih karakteristika [18].

U cilju utvrđivanja pouzdanosti identifikacije izvršena su testiranja MegaMatcher 11.2 SDK i njegovog fuzionog algoritam. Testovi su urađeni korištenjem Neurotechnology interne multi biometrijske baze podataka sa 7.500 biometrijskih zapisa. Svaki zapis baze sadrži jedan obrazac lica, dva obrasca dužice i 10 obrazaca za otiske 10 prstiju osobe. 1500 osoba je predstavljeno u bazi podataka, po pet zapisa za svaku. Testovi su izvršeni na više biometrijskih obrazaca i njihovih kombinacija. Za predloženi sistem od posebnog značaja su testovi izvršeni na sljedećim biometrijskim obrascima:

- obrazac lica,
- obrazac dužice uzet iz slike lijevog oka i
- obrasci lica i lijevog oka uzeti od iste osobe.

Urađena su dva testa. Prvi u kojem su MegaMatcher SDK parametri podešeni za maksimalnu tačnost poređenja i drugi u kojem su MegaMatcher SDK parametri podešeni za maksimalnu brzinu poređenje. Dobijeni rezultati predstavljeni su u Tabeli 1 [18].

Tabela 1. Rezultati testiranja pouzdanosti MegaMatcher 11.2 SDK

Biometrijski obrasci	FRR za FAR=0.001%		FRR za FAR=0.0001%	
	Test 1	Test 2	Test 1	Test 2
lice	0.3677%	10.1000%	0.4467%	20.5200%
dužica	0.7233%	0.8533%	1.0230%	1.1400%
lice + dužica	0.0000%	0.0767%	0.0000%	0.1600%

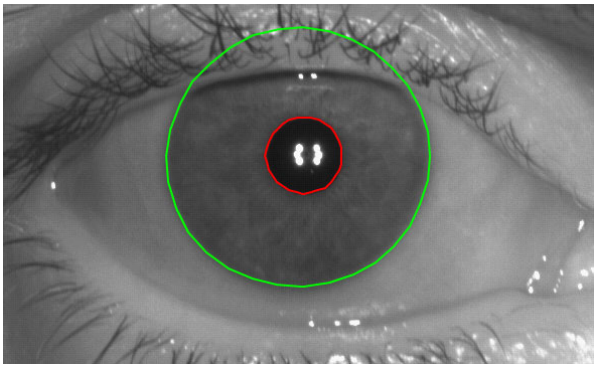
Rezultati iz Tabele 1 pokazuju da, u odnosu na slučaj korištenja samo jedne biometrijske karakteristike, pouzdanost prepoznavanja je bitno uvećana. Povećanje pouzdanosti je posebno veliko u poređenju sa slučajem korištenja samo biometrijskih karakteristika lica. To je razumljivo, obzirom da šaru dužice karakteriše veća jedinstvenost (sadrži veći broj karakterističnih detalja koji se mogu koristiti za formiranje obrasca) i nezavisna je od genetskog porijekla [19].

Razvijena aplikacija je pisana za Microsoft Windows platformu, korištenjem programskog jezika Visual Basic .NET. Aplikacija može da radi u dva režima i to:

- upisivanje korisnika i
- identifikacija

Prilikom upisivanja novih korisnika u sistem, osim osnovnih podataka, unose se slike korisnika, kao i njihovi biometrijski profili, dobijeni iz karakteristika lica i dužice. Podaci o korisnicima smještaju se u MySQL bazu podataka. Za smještanje slike korisnika, kao i biometrijskih profila, u tabeli baze korištene su kolone sa LONGBLOB tipom podataka.

Slike lica i dužice se u sistemu obezbjeđuju upotrebom VistaFA2 Biocam (Slike 7).



Slika 6. Slika dužice korisnika dobijena upotrebom VistaFA2 Biocam.

U režimu identifikacije, po dobijanju slika lica i dužice, ekstrakcije karakteristika i formiranja biometrijskih obrazaca korisnika, obavlja se upoređivanje dobijenih biometrijskih obrazaca sa biometrijskim obrascima iz baze podataka. Zahvaljujući visokim performansama upotrijebljenog MegaMatcher fuzionog algoritma, pouzdanost prepoznavanja u sistemu je visoka, sa jako niskim FAR i FRR stopama.

Osim funkcija upisivanja novih korisnika (brisanja postojećih) i identifikacije, aplikacija omogućuje dobijanje

različitih izvještaja. Za zadati vremenski period moguće je dobiti zbirne i pojedinačne izvještaje o izvršenim prepoznavanjima pojedinog ili grupe korisnika.

Aplikaciju i čitav sistem moguće je doraditi (skalirati) i prilagoditi nizu specifičnih primjena, kao što je kontrola pristupa zaštićenim prostorima, identifikacije za potrebe raznih civilnih i vojnih službi, itd.

3. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen jednostavan multibiometrijski identifikacioni sistem, koji za prepoznavanje korisnika upotrebljava biometrijske karakteristike njihovog lica i dužice oka.

Osim opisa samog sistema i njegovih sastavnih djelova, date su i osnovne informacija o postojećem stanju u oblasti identifikacionih sistema. Ukazano je na razloge koji su doveli do potrebe za multibiometrijskim pristupom.

Pokazano je da predloženi multibiometrijski sistem obezbjeđuje veći nivo pouzdanosti identifikacije, u odnosu na unibiometrijske koji bi koristili samo jednu biometrijsku karakteristiku.

Na kraju je ukazano da se predloženi sistem može doraditi i prilagoditi različitim primjenama.

LITERATURA

[1] K. D. Mitnick, W. L. Simon, and S. Wozniak, The Art of Deception: Controlling the Human Element of Security. Wiley, 2002.

[2] A. K. Jain, R. Bolle, and S. Pankanti, editors.Biometrics: Personal Identifi-cation in Networked Society. Kluwer Academic Publishers, 1999.

[3] Integrated Automated Fingerprint Identification System (IAFIS). Available at: www.fbi.gov.

[4] The Automated Biometric Identification System (IDENT). Available at: www.dhs.gov/obim

[5] Daugman, J. And Malhas, I., Iris recognition border-crossing system in the UAE, Reproduced from International Airport Review, Issue 2, 2004

[6] A. Ross and A. K. Jain, "Information Fusion in biometrics," Pattern Recognition Letters, vol. 24, no. 13, pp. 2115-2125, 2003.

[7] A. Eriksson and P. Wretling, "How Flexible is the Human Voice? A Case Study of Mimicry", In Proceedings of the European Conference on Speech Technology, pages 1043–1046, Rhodes, 1997.

[8] W. R. Harrison, Suspect Documents, their Scientific Examination, Nelson-Hall Publishers,1981.

[9] T. Matsumoto, H. Matsumoto, K. Yamada, and S. Hoshino, "Impact of Artificial Gummy Fingers on Fingerprint Systems. In Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques IV", Proceedings of SPIE, volume 4677, pages 275–289, San Jose, USA, January 2002.

[10] N. K. Ratha, J. H. Connell, and R. M. Bolle, "An Analysis of Minutiae Matching Strength", Proceedings of Third International Conference on Audio- and Video-Based Biometric Person Authentication (AVBPA), pages 223–228, Halmstad, Sweden, 2001.

[11] A. K. Jain, A. Ross, and S. Prabhakar, "An introduction to biometric recognition", IEE Transactions on Circuits and Systems for video technology, vol. 14, no. 1, 2004.

[12] A. Nagar, K. Nandakumar, and A.K. Jain, "Multibiometric cryptosystems based on feature-level fusion," IEEE Transactions on Information Forensics and Security, vol. 7, no. 1, pp. 255–268, 2012.

[13] A. Kumar and S. Shekhar, "Personal identification using multibiometric rank-level fusion," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics PART C: Applications and reviews, vol. 41, no. 5, pp. 743–752, 2011.

[14] Roy, K., O'Connor, B., Kamel, M. S., & Shelton, J., "Multibiometric system using fuzzy level set, and genetic and evolutionary feature extraction", IET Biometrics, 4(3), 151–161, 2015.

[15] Kabir, W., Ahmad, M. O., & Swamy, M. N. S., "Normalization and Weighting Techniques Based on Genuine-Impostor Score Fusion in Multi-Biometric Systems", IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 13(8), 2018.

[16] M. He, S.-J. Horng, P. Fan, R.-S. Run, R.-J. Chen, J.-L. Lai, M. K. Khan, and K. O. Sentosa, "Performance evaluation of score level fusion in multimodal biometric systems", Pattern Recognition, vol. 43, issue 5, pp. 1790-1800, May 2010.

[17] J. H. Apfel, "Phase retardance of periodic multilayer mirrors", Applied Optics 21, 733-738, 1982.

[18] www.neurotechnology.com

[19] N. Lekić, "Iris recognition identification system based on using VistaFA2 Biocam", Proceedings of the 24. conference and exhibition - YU Info 2018, pp. 89-94, 2018.

AKVIZICIJA I VIZUELIZACIJA MOŽDANIH TALASA KAO BIOMETRIJSKIH PODATAKA ZA AUTENTIFIKACIJU KORISNIKA
ACQUISITION AND VISUALIZATION OF BRAIN WAVES AS BIOMETRIC DATA FOR USER AUTHENTICATION

Ivan Tot[1], Mladen Trikoš[3], Jovan Bajčetić[1], Boriša Jovanović[1], Dušan Bogićević[1], Komlen Lalović[2]
Vojna akademija, Univerzitet odbrane u Beogradu[1]
ITS visoka škola strukovnih studija za informacione tehnologije[2]
Telenor d.o.o., Beograd[3]

Sadržaj – *U savremenom društvu veoma značajnu ulogu imaju sistemi za identifikaciju korisnika. Složeni bezbednosni zahtevi naterali su eksperte da istraže načine na koje se biometrijski podaci mogu iskoristiti u utvrđivanju identiteta korisnika. U ovom radu je prikazano softversko rešenje za akviziciju i vizuelizaciju moždanih talasa (EEG) kao biometrijskih podataka koji se mogu koristiti za autentifikaciju korisnika.*

Abstract - *Nowadays, user identification systems play a very important role in modern society. Complex security requirements have led experts to explore ways in which biometric data can be used to identify user identities. This paper presents a software solution for acquisition and visualization of brain waves (EEG) as biometric data that can be used for user authentication.*

1. UVOD

Kontrola pristupa informacionim sistemima predstavlja jedan od najznačajnijih aspekata zaštite, posebno kod sistema koji sadrže bezbednosno osetljive podatke. Ona onemogućava osobama koja nemaju pravo da pristupe nekom sistemu i samim tim zloupotrebe podatke koje se nalaze u njemu.

Da bi se došlo do faze identifikacije korisnika, u smislu zaštite informaciono-komunikacionih sistema, neophodno je da se putem biometrijskih senzora prikupe biometrijski podaci koji će se uporediti sa već postojećim podacima registrovanim u samom sistemu [1]. Spajanje više biometrijskih podataka smanjuje stepen sistemske greške prilikom identifikacije korisnika. Samo prikupljanje podataka sa više biometrijskih senzora stvara kompletniju sliku o korisniku. Metod fuzije biometrijskih podataka uključuje sekvencijalnu obradu biometrijskih modaliteta dok se ne dobije prihvatljivo podudaranje u slučaju identifikacije korisnika [2].

Ovaj rad predstavlja softversko rešenje koje omogućava akviziciju i vizuelizaciju moždanih talasa (EEG) koji bi se mogli koristiti za autentifikaciju korisnika.

2. SENZOR ZA AKVIZICIJU MOŽDANIH TALASA

Akvizicija predstavlja prikupljanje podataka iz spoljašnje sredine u određeni električni uređaj, to jest senzor. Kada se govori o biometrijskom podatku, onda je potreban biometrijski uređaj za akviziciju takve vrste podataka [3].

Biometrijski uređaji vrše akviziciju podataka tako što se sa nekog od čulnih receptora prihvataju podaci u vidu neke senzacije koja se dešava u ili na ljudskom organizmu i konvertuje u analogne ili digitalne signale koji služe za dalju obradu. Tako prikupljeni podatak može biti upotrebljen za identifikaciju ljudi. Pojedini biometrijski podaci su jedinstveni za svaku osobu i mogu služiti za identifikaciju osoba, kako u civilnom sektoru npr. u zdravstvu, obrazovnim ustanovama, firmama, tako i u vojnim, policijskim i državnim ustanovama u cilju zaštite sopstvenih resursa. Biometrijska autentifikacija (odnosno realna autentifikacija) se koristi u informacionim tehnologijama kao oblik identifikacije korisnika i kontrole pristupa zaštićenim resursima [4] [5].

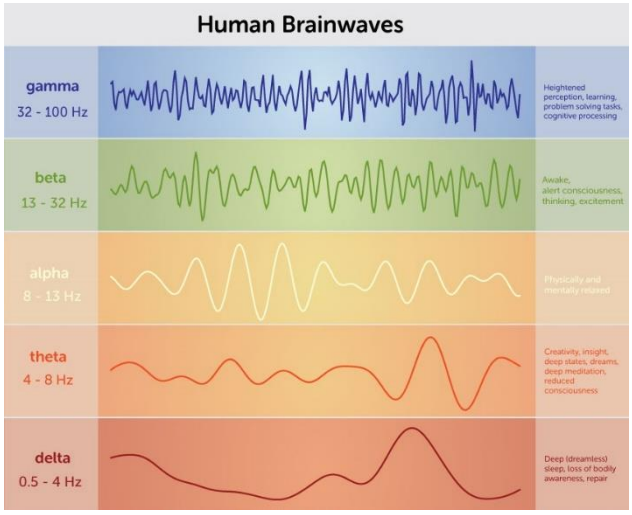
EEG autentifikacija koristi elektrofiziološki sistem za praćenje aktivnosti mozga. Ova tehnologija je vrlo popularna i može se koristiti bez ikakvih sporednih efekata na mozak. Do sada je izvršeno nekoliko istraživanja o mogućnosti primene EEG signala za autentifikaciju korisnika [6] [7].

Postoji nekoliko komercijalnih uređaja sa različitim brojem elektroda koje se koriste za prikupljanje EEG podataka. Neki od senzora koriste suve elektrode, a neki senzori koriste mokre elektrode. Moždani režnjevi emituju EEG signale kao odgovor na različite stimulanse i mentalna stanja. Pretpostavlja se da postoji promenljiva razlika uzoraka EEG talasa dok se vizuelizuje lozinku u mirnim uslovima u odnosu na prinudu, zbog različitih mentalnih stanja, mozak proizvodi različite obrasce analognog EEG talasa [8] [9]. Na slici 1 prikazan je senzor koji je korišćen za akviziciju moždanih talasa.

Slika 1. Neuro Sky Mind Wave 2-EEG biometrijski uređaj [2]

Senzor prikazan na slici 1 vrši merenje alfa, beta, gama, delta i teta moždanih talasa (slika 2 [10]) kao i trenutno

stanje usredsređenosti – fokusa (attention) i opuštenosti (meditation) subjekta čiji se moždani talasi mere.



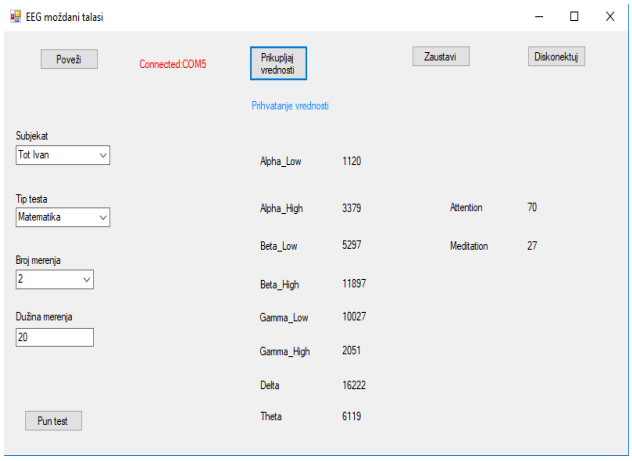
Slika. 2. Značenje moždanih talasa [8]

3. SOFTVERSKO REŠENJE ZA AKVIZICIJU I VIZUELIZACIJU PODATAKA

Osnovna ideja celog projekta je da se utvrdi da li postoji korelacija moždanih talasa na odgovarajući tip testa za svakog subjekta što bi se onda moglo iskoristiti za autentifikaciju korisnika. U bazi podataka smeštenoj na zaštićenoj računarskoj mreži čuvali bi se snimci moždanih talasa svakog korisnika. Prilikom prijavljivanja korisnika za rad sa sistemom, trenutno izmereni moždani talasi korisnika bi se poredili sa snimljenim moždanim talasima korisnika smeštenim u bazi podataka. Ukoliko dođe do poklapanja vrednosti moždanih talasa u velikom procentu, postupak autentifikacije bi bio završen.

Prvi korak izrade ovakvog sistema je implementacija rešenja za akviziciju podataka.

Izgled ekrana softverskog rešenja za akviziciju podataka sa senzora prikazan je na slici 3. Rešenje je razvijeno u alatu Microsoft Visual Studio 2017 korišćenjem programskog jezika C# i biblioteke ThinkGear.dll proizvođača senzora.



Slika 3. Izgled ekrana za akviziciju podataka

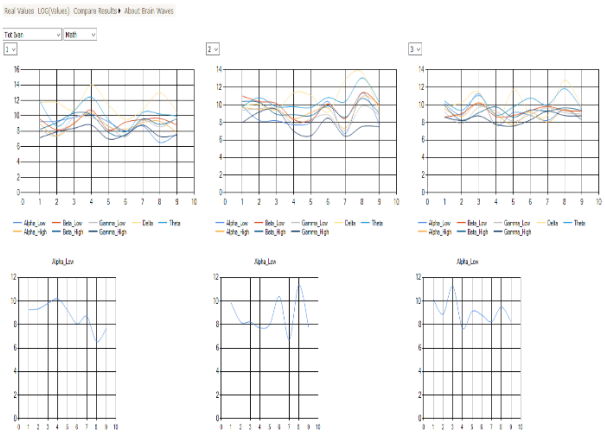
Klikom na komandno dugme Poveži vrši se uspostavljanje bluetooth konekcije sa senzorom. Nakon uspešno ostvarene konekcije, klikom na dugme Prikupljaj vrednosti aplikacija će prihvatati vrednosti sa senzora i prikazivati ih na ekranu. Komandno dugme Zaustavi privremeno prekida prihvatanje vrednosti sa senzora, a komandno dugme Diskonektuj prekida konekciju sa senzorom.

Prihvaćene vrednosti mogu se čuvati u bazi podataka realizovanoj u Microsoft SQL Server Express 2014 klikom na komandno dugme Pun test svake 2 sekunde. U tom slučaju neophodno je izabrati subjekta čiji se moždani talasi mere, tip testa, broj merenja kao i zadati dužinu svakog testa u sekundama. Tip testa može biti:

1. *Opušteno* – subjekat se potpuno opusti i zatvori oči,
2. *Čitanje* – subjekat dobija tekst koji treba da čita u sebi,
3. *Lepe slike* – subjekat posmatra slike koje u njemu bude lepe emocije,
4. *Matematika* – subjekat dobija matematički zadatak koji treba da reši,
5. *Uznemiravajuće slike* – subjekat posmatra slike koje treba da izazovu ružne emocije (slike ratnih zločina, iskasapljenih životinja i slično).

U ovoj fazi istraživanja predviđeno je da se radi do 5 merenja svih navedenih testova u različite dane. Nad uzorkom od 60 testiranih lica (različitih polova, godina i nivoa obrazovanja) uočeno je da postoje određena poklapanja moždanih talasa naročito prilikom primene testa „Čitanje“. Takođe, uočeno je da prilikom primene testa „Uznemiravajuće slike“ značajan faktor imaju godine testiranih lica. Na mlađe osobe slike ratnih zločina slabije izazivaju ružne emocije, ali zato značajno reaguju na slike iskasapljenih životinja. U slučaju starijih osoba, reakcije su suprotne.

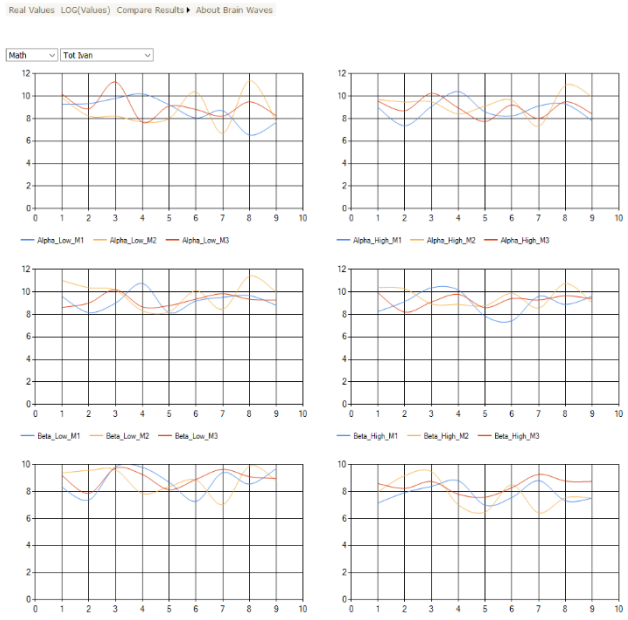
Za vizuelizaciju podataka razvijena ja web aplikacija u alatu Microsoft Visual Studio 2017 korišćenjem ASP.NET tehnologije. Na slikama 4 i 5 prikazane su delovi web stranica realizovane aplikacije koje omogućavaju poređenje dobijenih podataka.



Slika 4. *Web* stranica za vizuelizaciju podataka za izvršena tri merenja

Web stranica prikazana na slici 4 omogućava vizuelizaciju i poređenje podataka dobijenih iz senzora za izabranog subjekta i izabrani tip testa. Za svako merenje se po kolonama prikazuje zbirni grafikon sa svim talasima (na x-osi su odbirci vremena, a na y-osi logaritamske vrednosti izmerenih talasa), a zatim i pojedinačni grafikon za svaki izmereni moždani talas.

Web stranica prikazana na slici 5 takođe omogućava vizuelizaciju i poređenje podataka dobijenih iz senzora za izabranog subjekta i izabrani tip testa, ali po pojedinačnim talasima. Svaki grafikon prikazuje rezultate svih izvršenih merenja po vrstama talasa (na x-osi su odbirci vremena, a na y-osi logaritamske vrednosti izmerenih talasa).



Slika 5. Poređenje moždanih talasa

4. ZAKLJUČAK

Bezbednost informacionih sistem je jedno od najaktuelnijih pitanja današnjice. Kontrola pristupa je pogotovo bitna jer služi da spreči korisnike koji nemaju prava da pristupe i koriste sistem. Pristup nepoželjnih korisnika je veoma opasan skoro kod svih sistema zbog postojanja velike mogućnosti zloupotrebe samog sistema i informacija koje se nalaze u njemu.

Razvoj biometrijskih sistema i biometrijskih senzora doprinosi boljoj zaštiti identiteta od zloupotreba, jer biometrijske tehnologije, imaju veliki potencijal za poboljšanje sigurnosti i preciznosti rada sistema. Primena biometrijskih sistema poboljšava bezbednost korisnika, a pružaju i znatno veću preciznost u utvrđivanju identiteta.

Zbog značaja utvrđivanja identiteta potrebno je stalno raditi na usavršavanju sistema za preciznu identifikaciju, odnosno na poboljšavanju njihovih performansi, bilo kroz razvoj biometrijskih senzora, bilo kroz unapređenje metoda akvizicije biometrijskih podataka. Jedan od potencijalnih načina je i primena moždanih talasa za autentifikaciju korisnika.

Do sada su po ovom projektu razvijene dve aplikacije. Jedna za akviziciju podataka sa senzora i druga za vizuelizaciju podataka.

U daljem istraživanju planirana je detaljna analiza dobijenih podatka primenom MATLAB softverskog paketa i statističkih alata da bi se utvrdilo postojanje korelacije moždanih talasa na odgovarajući tip testa kao i testiranje značajno većeg broja lica kako bi rezultati planirane analize bili tačniji. Ukoliko bi se potvrdilo postojanje korelacije, onda bi se moždani talasi mogli koristiti pouzdano za autentifikaciju korisnika.

NAPOMENA (ZAHVALNICA)

Rad je nastao kao rezultat rada na naučno-istraživačkom projektu “Upravljanje pristupom zaštićenim resursima računarskih mreža u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije na osnovu multimodalne identifikacije korisnika”, pod brojem VATT/3/18-20, od 2018. do 2020. godine na Vojnoj akademiji Univerziteta odbrane u Beogradu.

LITERATURA

[1] Jayarathene I., Cohen M., Amarakeerthi S., “BrainID: Development of an EEG-Based Biometric Authentication System“, 2016.

[2] Dimić Marina, „Biometrijski sustavi identifikacije“, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Humanities and Social Sciences, 2017.

[3] Anil K Jain, Arun A. Ross, Karthik Nandakumar, “Introduction to Biometrics”, Springer, 2011.

[4] Julian Ashbourn, “Biometrics: Advanced Identity Verification”, Springer, 2014.

[5] Lin Feng, „Brain password: A secure and truly cancelable brain biometrics for smart headwear“, International conference on Mobile Systems, Applications and Services, ACM, 2018.

[6] Yashraj S. Soni, S. B. Somani, V. V. Shete, „Biometric user authentication using brain waves“, International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT), India, DOI: 10.1109/INVENTIVE.2016.7824888, 2016.

[7] Ala Abdulhakim Alariki, Abdul Wasi Ibrahimi, Mohammad Wardak, John Wall, „A Review Study of Brian Activity-Based Biometric Authentication“, Journal of Computer Science, DOI: 10.3844/jcssp.2018.173.181, 2018.

[8] https://www.mdpi.com/journal/biosensors/special_issues/wearable_biosensors

[9] https://cdn.sparkfun.com//assets/parts/1/2/9/9/4/14758-NeuroSky_MindWave_Mobile2-04.jpg

[10] Miles McDowell, “Brainwaves: The Nature Of Brain Waves & Their Frequencies”, 2015.

DELJENJE INFRASTRUKTURE MOBILNIH MREŽA
MOBILE NETWORKS INFRASTRUCTURE SHARING

Zoran Janković
Regulatorna agencija za elektronske komunikacije i poštanske usluge

Sadržaj – *U ovom radu analizira se deljenje infrastrukture mobilnih mreža. Objašnjava se osnovna podela odnosno tipovi deljenja infrastrukture, efekti kao i pravni okvir i regulativa (u EU i u Republici Srbiji). Daju se smernice za deljenje infrastrukture mobilnih mreža koje je donela Regulatorna agencija za elektronske komunikacije i poštanske usluge i analizira se budući uticaj 5G tehnologije.*

Abstract – *In this paper analysys of the infrastructure sharing of mobile networks is presented as well as the basic division of infrastructure sharing (categories), effects and legislative issues (in EU and in the Republic of Serbia). Guidelines is given on this issue by the Regulatory Agancy of Electronic Communications and Postal Services and 5G impact is analyzed.*

1. UVOD

Deljenje infrastrukture mobilnih mreža, kako pasivne tako i aktivne, podrazumeva proces u kome jedan ili više operatora dele infrastrukturu u cilju pružanja usluga krajnjim korisnicima. Pod pasivnom infrastrukturom se, u ovom smislu smatraju pasivni elementi mrežne infrastrukture kao što su: stubovi, kolokacija, kabineti, ramovi, napajanje, sistemi za grejanje i hlađenje i sl. Aktivna infrastruktura podrazumeva aktivne elemente u radio pristupnoj mreži: antene, mrežne radio kontrolere, jezgra mreže itd. Nacionalni *roaming* se, u ovom smislu ubraja u deljenje aktivne infrastrukture.

Najčešće se ugovori o deljenju infrastrukture mobilnih mreža sklapaju kao rezultat komercijalnog pregovaranja između samih operatora, ali su u nekim slučajevima i predmet regulatorne intervencije. U državama gde je prisutno deljenje infrastrukture mobilnih mreža neophodno je napraviti procenu i balans u pogledu dve suprotstavljene stvari u ovom procesu. Sa jedne strane je podsticanje efikasnog ulaganja u infrastrukturu a sa druge strane podsticanje i promovisanje konkurencije. Motivacija operatora je da umanji troškove izgradnje infrastrukture ali tako i u toj meri da se istovremeno održi komercijalna isplativost i željeni ekonomični nivo efikasnosti.

Nacionalni regulator u oblasti elektronskih komunikacija uzima u obzir potencijalna pitanja u oblasti konkurentnosti koja proističu iz procesa deljenja infrastrukture mobilnih mreža, moguće ekonomske benefite ali i uticaje na životnu okolinu (efikasna upotreba spektra, sprečavanje zagađenja životne sredine, očuvanje vizuelnog identiteta lokacija kao i uštedu energije). Slučajevi kada je potrebno da se regulator uključi u analizu pojedinačnih ugovora o deljenju infrastrukture propisane su Zakonom o elektronskim komunikacijama.

2. TIPOVI DELJENJA INFRASTRUKTURE MOBILNIH MREŽA

U zavisnosti od toga koji elementi mrežne infrastrukture se dele, kao osnovna podela, razlikuje se deljenje aktivne i pasivne infrastrukture. U nekim specifičnim slučajevima postoji zajedničko ulaganje i izvođenje radova gde operatori zajednički učestvuju u aktivnostima u izgradnji a kasnije i korišćenju infrastrukture. U tim situacijama ne može se govoriti o podeli na deljenje aktivne i pasivne infrastrukture jer su tada u pitanju više modaliteti ulaganja a manje sama oprema ili sredstva koja se dele.

- Deljenje pasivne infrastrukture

Pasivni elementi su oni čija funkcija nije da procesira i konvertuje telekomunikacione signale u bilo kom pogledu i koji nisu integralni delovi sistema namenjenih isključivo prenosu signala. Često se pasivni elementi karakterišu i kao neenergetske komponente u smislu da najčešće ne zahtevaju napajanje za svoj rad. Ipak, postoje i izuzeci: na primer, sistemi za grejanje i hlađenje najčešće zahtevaju električnu energiju ali se kategorišu, u ovom smislu kao pasivni elementi.

Deljenje pasivne infrastrukture mobilnih mreža se može dalje podeliti u zavisnosti od konkretnih elemenata koji se dele i to na:

Deljenje na kolokaciji:

$\Rightarrow$ deljenje samo zajedničke lokacije

Operatori dele zajedničku lokaciju a svaki operator postavlja svoj nezavisni stub, montažno-potpornu konstrukciju, *backhaul* elemente, kabinete i aktivnu opremu

$\Rightarrow$ deljenje pasivne opreme na zajedničkoj lokaciji

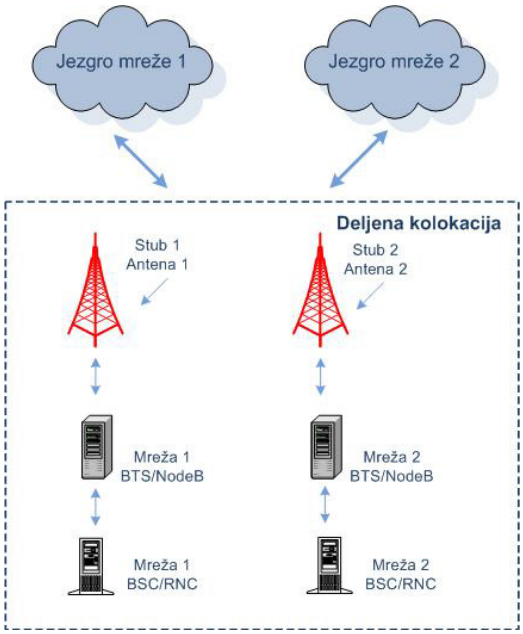
Operatori dele zajedničku lokaciju na kojoj dele zajedničku montažno-potpornu konstrukciju ili kabinete uključujući i pripadajuće sisteme za napajanje, grejanje i hlađenje itd.

$\Rightarrow$ deljenje stuba

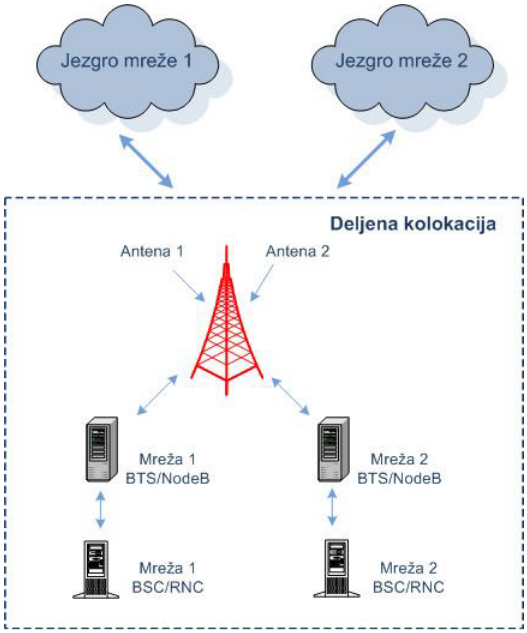
Operatori dele zajednički stub ili drugu noseću konstrukciju. Najčešće, svaki operator obezbeđuje *backhaul* elemente, kabinete i aktivnu opremu

Deljenje backhaul elemenata:

Obuhvata deljenje ostalih elemenata koji ne zahtevaju napajanje: cevi, neosvetljena vlakna itd.



Slika 1: Deljenje kolokacije



Slika 2: Deljenje stuba

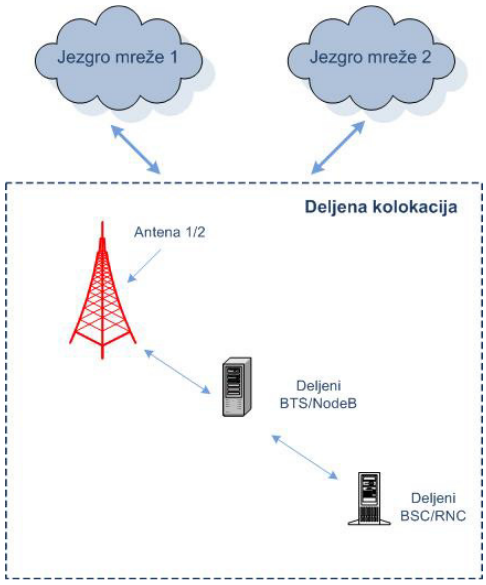
- Deljenje aktivne infrastrukture

Aktivni elementi mobilne telekomunikacione infrastrukture su oni koji generišu, obrađuju, pojačavaju i kontrolišu signale. Ukoliko operatori dele ove delove mreže govori se o deljenju aktivne infrastrukture. Primeri aktivnih elemenata su brojni i međusobno različiti. Mogu biti softverski ili hardverski. Ovi elementi obuhvataju: predajnike, prijemnike, pojačavače, dekodere itd. Iako se antene tradicionalno kategorišu kao pasivni elementi, u ovom kontekstu, ukoliko su opremljene pripadajućim pojačavačima ili električnom kontrolom pozicioniranja, smatraju se aktivnim elementima.

Primeri deljenja aktivne infrastrukture:

⇒ Deljenje radio pristupne mreže *(RAN sharing)*

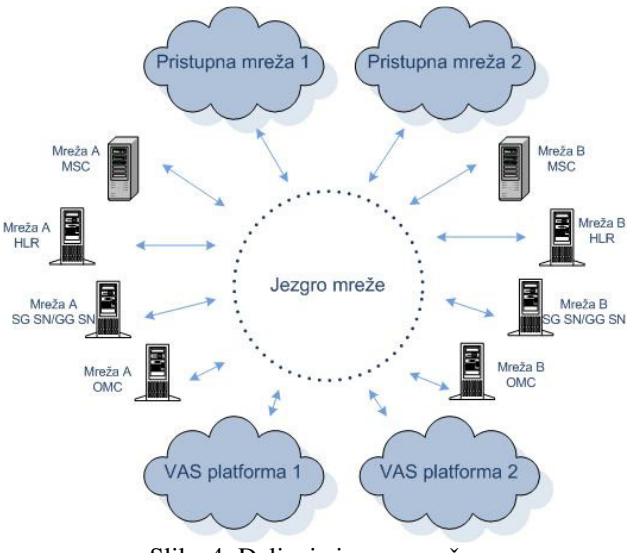
Operatori dele (koriste) istu opremu za pristupnu mrežu: aktivne elemente bazne stanice i antenu. Operatori ne dele spektar. Svaki operator koristi svoje jezgro mreže nezavisno. (Slika 3).



Slika 3: *RAN sharing*

⇒ Deljenje jezgra mreže

Operatori dele elemente jezgra mreže. Ovo deljenje može uključiti (ali i ne mora) i deljenje elemenata iz pristupne mreže (deljenje kolokacije). Deljenje jezgra mreže može biti ograničeno samo na deljenje sistema prenosa podaka (u *backhaul* segmentu) ili uključivati i komutacione centre sa *HLR*, *billing* platforme i sisteme za pružanje *VAS* usluga (Slika 4).



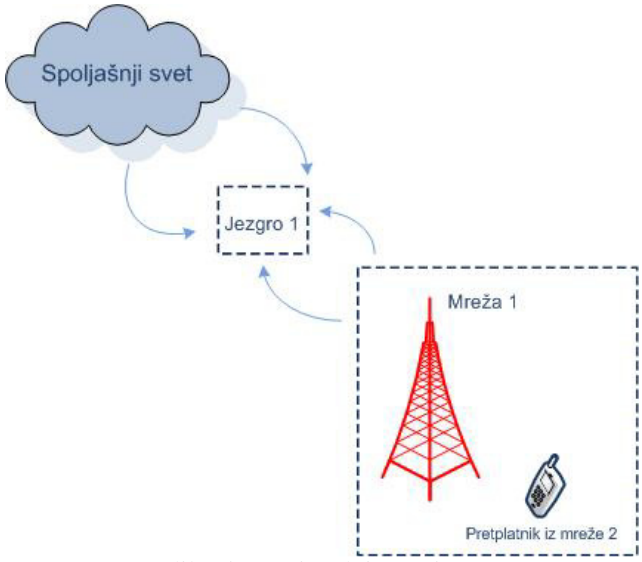
Slika 4: Deljenje jezgra mreže

⇒ Deljenje spektra (frekventnih opsega)

Operatori koriste isti spektar (frekventne opsege). Krajnji korisnici ovih operatora koriste usluge kroz deljene frekvencije u pristupnoj mreži.

⇒ Nacionalni *roaming*

Operator koristi usluge mobilne mreže drugog operatora u okviru granica države u svrhu pružanja usluga svojim korisnicima (Slika 5). Razlika između nacionalnog rominga i mobilnih virtuelnih operatora (*MVNO*) je to što mobilni virtuelni operatori ne poseduju licence za razliku od partnera u nacionalnom romingu koji su vlasnici licenci.



Slika 5 - Nacionalni roaming

⇒ Deljenje sistema za prenos podataka

Jedan operator pruža drugom (ili drugima) sistem za prenos podataka od jedne do druge tačke u mreži u svrhu obezbeđivanja komunikacione rute između krajnjeg korisnika i mreže tog drugog operatora. Prenos podataka može da se pruži na različitim nivoima u mreži kao što su jezgro mreže ili *backhaul*. U ovom kontekstu, deljenje *backhaul*-a se smatra deljenjem aktivnog tipa.

3. EFEKTI DELJENJA INFRASTRUKTURE MOBILNIH MREŽA

Proces deljenja infrastrukture mobilnih mreža može uzrokovati pozitivne ili negativne posledice kao i njihovu kombinaciju. Potrebno je stoga sagledati aspekte deljenja sa svih strana i pronaći najbolji balans.

Mogući pozitivni efekti:

Pozitivni efekti deljenja infrastrukture mobilnih mreža mogu se posmatrati iz više aspekata. Oni zavise od konkretnog stanja u infrastrukturi i dinamike tržišta. Efekti mogu biti ekonomski (uštede operatora), dobrobit za krajnje korisnike, povećanje efikasnosti, uticaj na prirodnu okolinu itd**.** Pozitivni efekti mogu biti:

- Smanjenje troškova
- Veća mogućnost izbora krajnjih korisnika
- Pozitivni uticaji na konkurentnost
- Preraspodela resursa
- Poboljšanje efikasnosti
- Bolje pokrivanje određenih područja
- Potrošnja energije
- Uticaji na životnu okolinu i javni interes

Mogući negativni efekti:

Najznačajniji mogući negativni efekti deljenja infrastrukture mobilnih mreža se ogledaju u smanjenju investicija i uticaju na konkurentnost. Potrebno je pažljivo analizirati konkretno stanje na pojedinačnom tržištu. Negativni efekti mogu biti:

- Smanjenje investicija
- Negativni uticaji na konkurentnost
- Preopterećenje opremom na lokaciji
- Dugotrajne administrativno-tehničke koordinacije
- Smanjenje otpornosti mreže

4. PRAVNI OKVIR I REGULATIVA

Pravni okvir i regulativu možemo posmatrati u više nivoa. Prvi, krovni je nivo Evropske Unije (EU) koji daje osnovne smernice i pravila. Drugi nivo je na nivou država Evrope i on bliže uređuje određene detalje uzimajući u obzir nacionalne zakone i stanje na pojedinačnim tržištima uz istovremenu saglasnost sa prvim nivoom regulative EU. Republika Srbija kao zemlja kandidat EU ima status posmatrača u BEREC-u i nastoji da deli smernice koje ovo telo evropskih regulatora u oblasti elektronskih komunikacija donosi.

Regulativa na nivou EU:

Novousvojeni evropski kôd elektronskih komunikacija (*EEC Code)* predstavlja krovni akt u regulativi u ovoj oblasti. Pored ostalih oblasti kojim se bavi *EEC* je obradio i pitanje deljenja mrežne infrastrukture i ono je sadržano u članu 116: „ ... Deljenje mrežne infrastrukture i u nekim slučajevima deljenje spektra mogu omogućiti efikasnu upotrebu radio spektra i obezbediti brz razvoj i izgradnju mreža naročito u manje naseljenim oblastima. U slučajevima kada se definišu uslovi koji se moraju ispuniti prilikom dobijanja dozvole za korišćenje radio spektra, zakonodavac može razmotriti koordinisanu formu deljenja između zainteresovanih strana ... “.

Neki instrumenti koje nacionalni regulator (*NRA*) može uvesti, u ovom smislu su:

- da uvede uslove u vezi deljenja aktivne i pasivne infrastrukture ili radio spektra, komercijalnih *roaming* ugovora i zajedničkom izvođenju prilikom izgradnje nove infrastrukture uzimajući u obzir

efikasnu upotrebu spektra i poboljšanje pokrivenosti signalom.
- da nametne obavezu deljenja pasivne infrastrukture ako prethodni pregovori partnera koji planiraju da dele infrastrukturu nisu bili uspešni.
- da razmotri pitanje konkurentnosti prilikom transfera prava na upotrebu spektra.
- da uvede obavezu deljenja pasivne infrastrukture i da zaključi lokalne *roaming* ugovore.

Nacionalna regulativa evropskih država:

Nacionalni regulatori imaju različite uloge u pojedinim evropskim državama. Postoje više oblasti u kojima oni učestvuju a iskustva i pojedinačne odluke mogu biti različite od države do države.

- da uvede obavezu deljenja pasivne infrastrukture i da zaključi lokalne *roaming* ugovore.
- Objavljivanje podataka o mogućnostima deljenja infrastrukture
- Prikupljanje informacija o deljenju infrastrukture od strane NRA
- Obaveze deljenja infrastrukture mobilnih mreža
- Uslovi deljenja infrastrukture prilikom dodele spektra
- Rešavanje sporova
- Smernice za deljenje infrastrukture

Regulativa u Republici Srbiji:

Na osnovu člana 51 Zakona o elektronskim komunikacijama („Službeni glasnik RS“, br. 44/10, 60/13-US i 62/14, u daljem tekstu: Zakon) o zajedničkom korišćenju „Operator ima pravo da zahteva zajedničko korišćenje (uključujući i fizičku kolokaciju) elemenata mreže i pripadajućih sredstava drugog operatora ili trećeg lica...“, „... kada je to neophodno radi konkurentnog, ekonomičnog i efikasnog obavljanja delatnosti elektronskih komunikacija ili kada novu elektronsku komunikacionu mrežu i pripadajuća sredstva nije moguće izgraditi ili postaviti bez štetnih posledica po životnu sredinu, javnu bezbednost, realizaciju prostornih planova ili očuvanje kulturnih dobara.“. Operator zaključuje ugovor sa drugim operatorom ili trećim licem, a ako ugovor ne bude zaključen u roku od 60 dana od dana podnošenja zahteva za zaključenje ugovora, Regulatorna agencija za elektronke komunikacije i poštanske usluge (u daljem tekstu: Agencija) je ovlašćena da na zahtev zainteresovane strane ili po službenoj dužnosti, donese rešenje kojim se utvrđuje zajedničko korišćenje, uključujući i raspodelu troškova, uzimajući u obzir prethodna ulaganja, podsticanje daljih ulaganja i mogućnost povraćaja ulaganja po razumnoj stopi s obzirom na povezane rizike. “

Na osnovu člana 52 Zakona, Agencija vodi ažurnu bazu podataka o vrsti, raspoloživosti i geografskoj lokaciji kapaciteta koji mogu biti predmet zahteva za zajedničko korišćenje ili pristup. U skladu sa Pravilnikom o načinu prikupljanja i objavljivanja podataka o vrsti, raspoloživosti i geografskoj lokaciji kapaciteta elektronske komunikacione mreže („Službeni glasnik RS", broj 66/15, u daljem tekstu: Pravilnik) u navedenoj bazi evidentirani su oni kapaciteti elektronskih komunikacionih mreža koji mogu biti predmet zajedničkog korišćenja, odnosno iznajmljivanja drugim licima i operatorima. Na osnovu člana 5. Pravilnika, kapaciteti elektronske komunikacione mreže koji mogu biti predmet zajedničkog korišćenja i koji se evidentiraju su kablovska kanalizacija i antenski stubovi. Agencija objavljuje i ažurira ove podatke na svojoj Internet stranici sa mogućnošću sveobuhvatnog pretraživanja.

Na osnovu člana 6. Pravilnika, operatori elektronskih komunikacionih mreža i usluga (u daljem tekstu: Operatori) su dužni da podatke o vrsti, raspoloživosti i geografskoj lokaciji kapaciteta elektronske komunikacione mreže koje poseduju, a za koje nameravaju da budu predmet zahteva za zajedničko korišćenje i pristup, dostavljaju Agenciji, a u slučaju izgradnje nove infrastrukture, koja može biti predmet zahteva za zajedničko korišćenje i pristup, Operatori su dužni da podatke dostave u roku od 15 dana od dana početka njenog korišćenja. Takođe, Operatori su dužni da podatke o promenama nastalim na kablovskoj kanalizaciji ili antenskom stubu ažuriraju najmanje jednom u 3 meseca.

Agencija je u aprilu 2019. godine donela Smernice za deljenje infrastrukture mobilnih mreža koji je javno dostupan na njenoj internet stranici. Donošenju ovog dokumenta prethodila je analiza i praćenje javne rasprave prilikom donošenja objedinjenih smernica BEREC-a (*Common Position on Mobile Infrastructure Sharing*). Nakon toga održana je i konsultacija sa operatorima mobilnih mreža u Republici Srbiji u kojoj su operatori mogli da iznesu svoje komentare na prvobitnu radnu verziju dokumenta.

5. SMERNICE ZA DELJENJE INFRASTRUKTURE MOBILNIH MREŽA

Smernice za deljenje infrastrukture mobilnih mreža se koriste kod analize ugovora o deljenju infrastrukture mobilnih mreža. Ugovori se mogu odnositi i samo na specifične i ograničene teritorije odnosno mikrotržišta, tako da je i strategija operatora drugačija u zavisnosti od gustine naseljenosti. Mogu se posmatrati gusto, srednje ili retko naseljena područja. Takođe, razlike u pristupu postoje i kada je u pitanju tip deljenja (aktivna ili pasivna oprema).

- Deljenje pasivne infrastrukture

Generalno, deljenje pasivne infrastrukture može da se preporuči u svim oblastima (gusto, srednje i retko naseljenim). Ovaj tip deljenja ima uvek za posledicu zaštitu prirodne sredine jer smanjuje broj fizičke opreme (stubova i sl.). Takođe, sa stanovišta operatora generalno donosi brzu implementaciju i brzo proširivanje pokrivenosti signalom. Treba ipak ostaviti mogućnost da operatori koji dele pasivnu infrastrukturu zadrže mogućnost samostalnog širenja mreže kako se ne bi došlo

u situaciju koja će rezultovati smanjenim mogućnostima izbora krajnjih korisnika ili izolovanju trećih strana (operatora koji nisu uključeni u deljenje infrastrukture).

- Deljenje aktivne infrastrukture u gusto naseljenim područjima

Izgradnja infrastrukture u urbanim delovima je visoko profitabilna za operatore zato što se sa koncentrisanom opremom na malom prostoru može opslužiti veliki broj krajnjih korisnika. Uzimajući to u obzir sa jedne strane i opšti cilj da se održi ulaganje u inovacije i nove tehnologije kao i efikasna konkurencija na tržištu koja će u krajnjem ishodu poboljšati korisničko iskustvo, preporuka je da se u ovim delovima teritorije održi konkurentnost u izgradnji infrastrukture i da operatori razvijaju svoje sopstvene mreže. Ova preporuka može da ima izuzetke: u slučajevima kada na određenim lokacijama postoji nedostatak ili ograničenje slobodnog prostora ili resursa (kao što su dostupnost priključaka za napajanje, mogućnost nadzora napajanja, backhaul veze itd.). Ovo se naročito odnosi na male ćelije mobilne mreže. U tim situacijama, deljenje može biti neophodno, čak i u gusto naseljenim zonama.

- Deljenje aktivne infrastrukture u srednje naseljenim područjima

U ovim delovima teritorije, gde je gustina naseljenosti srednjeg nivoa, nije moguće dati opštu i sveobuhvatnu preporuku u pogledu deljenja infrastrukture. Deljenje u određenoj meri može biti odgovarajuće. Da bi se održao balans između podsticanja investiranja i inovacija sa jedne i smanjenja troškova i ostalih efekata sa druge strane preporuka je da se u ovim slučajevima analizira svaki pojedinačni slučaj i na osnovu svih činjenica donese odluka.

- Deljenje aktivne infrastrukture u retko naseljenim područjima

U ruralnim područjima su troškovi izgradnje i proširenja mreže najveći. Deljenje aktivne infrastrukture mobilnih mreža u ovim delovima direktno smanjuje troškove i doprinosi boljem servisu za veći broj korisnika. Često ovo ne bi bilo moguće postići sa nezavisnom izgradnjom pojedinačnih mreža. Preporuka je da deljenje aktivne infrastrukture u retko naseljenim područjima može biti odgovarajuće, naročito u izolovanim delovima teritorije sa naročitom pažnjom da uslovi deljenja uključe sve zainteresovane operatore.

- Deljenje jezgra mreže

Deljenje značajnog dela jezgra mobilne mreže između postojećih operatora mobilnih mreža ne donosi značajne uštede posmatrajući ih relativno u odnosu na ukupnu cenu izgradnje kompletne mreže; najveći troškovi predstavljaju troškovi izgradnje i održavanja pristupne mreže a ne jezgra mreže. Istovremeno, ovaj tip deljenja zahteva intenzivnu razmenu informacija i koordinaciju između operatora koja može ograničiti globalnu konkurenciju. Deljenje esencijalnih funkcija jezgra mobilne mreže nije poželjno jer ne doprinosi potrebnom minimumu konkurencije u pogledu razvoja infrastrukture.

- Deljenje spektra

U slučajevima kada u određenim delovima teritorije samo jedan operator ima izgrađenu mrežu, transfer spektra između partnera koji ga dele može rezultovati proširenjem kapaciteta. Međutim, partner koji koristi tuđi spektar je lišen motivacije da na toj teritoriji gradi mrežu, ulaže u razvoj i postavlja opremu. Ovo može delovati isplativo na kratak rok, ali srednjoročno i dugoročno najčešće umanjuje konkurentnost na polju infrastrukture. Ovakav vid saradnje u većini evropskih država zahteva saglasnost regulatornog tela.

- Nacionalni roaming

Na duži ili vremenski neodređeni rok, nacionalni roaming nije preporučljiv. Generalno, on ne utiče pozitivno na investicije, konkurentnost, inovacije i efikasnu upotrebu spektra. Kada su u pitanju ugovori ovog tipa na neodređeni rok, moraju se analizirati od slučaja do slučaja. Postoje određene situacije kada ovaj tip deljenja ima pozitivne aspekte. Jedan slučaj je ako postoji potreba javnih institucija da se pruži visoka pouzdanost i otpornost servisa kao i vremenski kritične usluge i odnosi se najčešće na ograničen broj korisnika. Drugi slučaj je pokrivanje kompleksnih područja (ograničen prostor, teško pristupačan teren i sl.) kao što su podzemni transport, veliki trgovački centri, sportski objekti itd.

- Deljenje starijih tehnologija

Sa pojavom novih tehnologija očekivanja su da će starije tehnologije (kao što su 2G i 3G) biti manje korišćene u budućnosti kako od korisnika tako i od operatora. Ipak, ovu dinamiku treba uzeti sa rezervom jer je moguće i sporije napuštanje starijih tehnologija u nekim geografskim oblastima. Sa druge strane, održavanje starijih tehnologija u funkcionalnom stanju povećava troškove operatorima jer se istovremeno prihodi u tom segmentu smanjuju. Deljenje infrastrukture, odnosno zajedničko korišćenje starijih tehnologija od strane dva ili više operatora može ublažiti taj negativni ekonomski efekat. Slično tome, deljenje infrastrukture mobilnih mreža će omogućiti i bolje iskorišćenje i efikasniju upotrebu spektra jer je moguće da delovi spektra koji su bili dodeljeni jednom operatoru za potrebe starije tehnologije budu oslobođene i iskorišćene za nove tehnologije. Iz ovih razloga, preporučuje se deljenje starijih tehnologija kako bi se servis ka korisnicima očuvao (dok to bude procenjeno kao potrebno) i ostvarile uštede operatorima.

6. UTICAJ UVOĐENJA 5G TEHNOLOGIJE NA DELJENJE INFRASTRUKTURE

5G tehnologija uzrokuje korišćenje viših frekventnih opsega odnosno gušći raspored ćelija mobilne mreže. Očekuje se potreba za većim brojem manjih ćelija. To će

iziskivati povećanje zahteva u pogledu radio infrastrukture. Povećanje backhaul kapaciteta za podršku svih tih novih ćelijskih tačaka će voditi ka daljim povećanim zahtevima u pogledu izgradnje infrastrukture. Kao rezultat, očekuje se povećanje zahteva za deljenjem infrastrukture (pasivne, aktivne, backhaul kao i spektra). U kojoj meri će taj uticaj na deljenje biti veliki zavisi i od toga koliko je u pojedinačnim državama već prisutno i raširenо deljenje infrastrukture mobilnih mreža. Uticaj 5G tehnologije na analizu ugovora i preporuke koje regulatori treba da daju će se u dobroj meri oslanjati na dosadašnja iskustva u ovom polju. U svakom slučaju deljenje treba da bude takvo da se održi konkurentnost.

7. ZAKLJUČAK

Regulator u oblasti elektronskih komunikacija posmatra deljenje infrastrukture mobilnih mreža u tri aspekta. Prvo, kroz povećanje efikasnosti, zatim kroz promovisanje konkurentnosti i konačno u sferi zaštite i očuvanja prirodne okoline. Da bi odobrio, preporučio ili negativno ocenio mogućnost deljenja infrastrukture, regulator meri pozitivnu efikasnost i dobrobit za krajnje korisnike nasuprot mogućim negativnim uticajima na konkurentnost.

U godinama koje slede, uvođenjem 5G tehnologije, pitanja deljenja mobilne infrastrukture će sve više dobijati na značaju jer će priroda 5G tehnologije iziskivati veći broj manjih ćelija.

LITERATURA

[1] BEREC Common Position on Mobile Infrastructure Sharing, BoR (19) 110, Body of European Regulators for Electronic Communications, 13 June 2019.

[2] Smernice za deljenje infrastrukture mobilnih mreža, Regulatorna agencija za elektronske komunikacije i poštanske usluge, april 2019.

[3] Mobile Infrastructure Sharing, GSM Association, 2019.

POREĐENJE SUBJEKTIVNIH I OBJEKTIVNIH METODA ZA PROCENU USPEŠNOSTI SJEDINJAVANJA KOLOR I MONOHROMATSKIH SLIKA

COMPARISON OF SUBJECTIVE AND OBJECTIVE METHODS FOR THE ASSESSMENT OF THE PERFORMANCE OF COLOR AND MONOCHROMATIC IMAGE FUSION

Rade Pavlović[1], Vladimir Petrović[2]
Vojnotehnički institut, Ministarstvo odbrane Republike Srbije[1]
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad[2]

Sadržaj *– U radu je dat pregled metoda za procenu sjedinjavanja kolor i monohromatskih slika. Date su tri metode, od koje su prve dve bazirane na proceni prenosa gradijentnih informacija, dok treća metoda bazirana na teoriji informacija. Metode su ispitane na bazi koja sadrži različite scenarije i na 3 metode za sjedinjavanje kolor i monohromatskih slika. Takođe, izvršeno je i poređenje sa subjektivnim testovima koji predstavljaju najprihvaćeniji način procene uspešnosti sjedinjavanja slika.*

Abstract *- The paper provides an overview of methods for evaluating the fusion of color and monochromatic images. Three methods are given, the first two are based on the estimation of gradient information transmission, and the third method is based on information theory. The methods were tested on a basis containing different scenarios and on 3 methods for fusing color and monochromatic images. Also, comparisons were made with subjective tests, which represent the most accepted way of assessing the success of image fusion.*

1. UVOD

Napredni multisenzorski sistemi za osmatranje koriste više senzora kako bi poboljšali mogućnosti sistema za rad u različitim vremenskim uslovima, promena ciljeva i oblasti pretrage. Korišćenjem multisenzorskih sistema dobija se više informacija o sceni i objektima na njoj, ali samim tim postoji i veći broj podataka koje treba obraditi i proslediti krajnjem korisniku [1].

Multisenzorski sistemi koji koriste termovizijsku i televizijsku kameru daju informacije dobijene iz objekata koji zrače toplotnom energijom i refleksijom svetlosti. Termovizijska slika otkriva ciljeve koji imaju veći temperaturni kontrast i isto tako kamuflirane objekte [2]. Sa druge strane televizijska slika daje više visokofrekventnih informacija iz pozadine, koja je ključna u preciznom određivanju lokacije cilja i okoline. Termovizijska i televizijska slika mogu da daju informacije koje nisu zajedničke za obe jer temperaturna refleksija od objekata nije ista kao i refleksija svetlosti.

Pored razvoja metoda za sjedinjavanje postoji i potreba za merama koje će da odrede uspešnost razvijenih algoritama. U poslednjih nekoliko godina samo je nekoliko algoritama za procenu uspešnosti kolor sjedinjavanja slika su razvijeni i u principu oni su ekstenzija već proverenih algoritama za monohromatske slike uključujući i kolor komponentu [3-5].

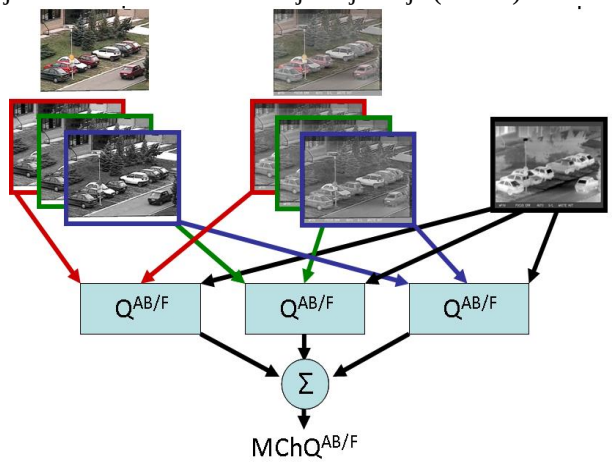
Za procenu uspešnosti sjedinjavanja i mogućnost primene određene metode u sistemu za sjedinjavanje slika razvijene su metode koje kao izlaz daju odgovarajući skor za testirane metode. Osnovna podela na mere je subjektivne, koje izvode ljudi kao krajnji korisnici sistema i objektivne, koje se izvršavaju na računaru [6]. Iako je razvijen veći broj objektivnih mera za procenu uspešnosti sjedinjavanja slika i dalje ne postoji mera koja je opšteprihvaćena i pogodna za procenu u svim uslovima sjedinjavanja. Sa druge strane subjektivne mere koje su pouzdanije u smislu da je čovek krajnji korisnik sistema i da se njegova procena uzima kao relevantna, komplikovane su za izvođenje. One zahtevaju duži period planiranja, strogo kontrolisane uslove i veći broj ispitanika. Pogotovo je složeno ponavljanje mera u slučaju promena parametara na metodama za sjedinjavanje ili na samim senzorima. Sa druge strane objektivne metode se mogu ponavljati veći broj puta i ne zahtevaju posebne uslove za primenu.

2. MERE ZA KOLOR SJEDINJAVANJE MULTISENZORSKIH SEKVENCI

Informacije koje nose kolor komponente u slici su od velikog značaja i njihova degradacija u procesu sjedinjavanja može dovesti do pojave neprirodnih objekata i promenama na sceni, što bi učinilo proces neprihvatljivim. U tom smislu od vitalnog značaja za algoritam za kolor sjedinjavanje je i zadržavanje kolor informacija u što većoj meri, a samim tim se i meri uspešnost svakog algoritma. Za proračun uspešnosti kolor sjedinjavanja važno je uzeti u razmatranje strukturu prenesenu iz ulaznih slika i prirodnost boja ili boje u zavisnosti od broja kolor ulaznih slika. Očuvanje gradijentnih informacija kao jedan od osnovnih modela za procenu uspešnosti sjedinjavanja monohromatskih slika može se proširiti i na kolor sjedinjavanje [7]. U radu predstavljene su tri mere koje na različite načine koriste kolor informacije iz ulazne i sjedinjene slike i zajedno sa očuvanjem strukturnih informacija daju mere za procenu kolor sjedinjavanja.

Možda najjednostavniji način da se izračuna uspešnost prirodnog kolor sjedinjavanja sastoji se u primeni algoritma za očuvanje gradijenata monohromatskih slika za svaki kanal nezavisno u RGB kolor sistemu [7]. Zatim

se rezultati svakog kanala pojedinačno koriste za dobijanje jedinstvene mere za kolor sjedinjavanje (slika 1).



Slika 1. Dijagram mere MChQ za procenu uspešnosti kolor sjedinjavanja

Monohromatska mera $Q^{AB/F}$ [6] računa se za svaki kanal ulazne kolor slike, monohromatske i kanala sjedinjene slike. Na taj način dobijaju se tri odvojene mere za procenu uspešnosti sjedinjavanja, tj.: $Q_R^{AB/F}$, $Q_G^{AB/F}$ i $Q_B^{AB/F}$ za svaki od *R*, *G* i *B* kolor kanala.

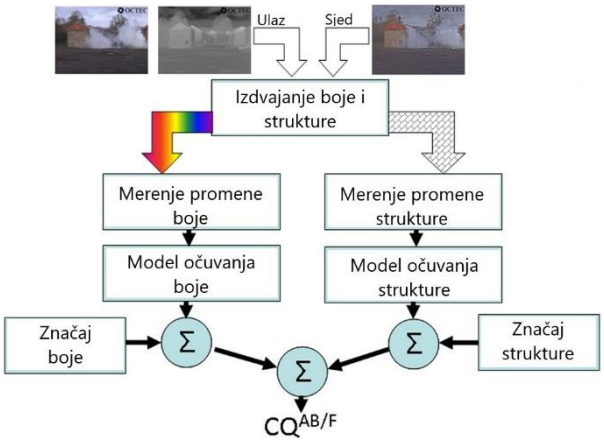
Proračuni koji se dobijaju za svaki kanal posebno mogu se jednostavno sabrati uz odgovarajuće težinske koeficijente i na taj način dobiti jedinstvenu meru za proračun sjedinjavanja kolor slika, odnosno multikanalnu $Q^{AB/F} - MChQ^{AB/F}$:

$$MChQ^{AB/F} = k_R Q_R^{A_R B/F_R} + k_G Q_G^{A_G B/F_G} + k_B Q_B^{A_B B/F_B} \quad (1)$$

uz uslov da je $k_R+k_G+k_B=1$. $MChQ^{AB/F}$ proračunava očuvanje monohromatske strukture i kolor informacija u sjedinjenoj kolor slici kroz sva tri kolor kanala. Promene u boji sjedinjene slike i ulazne slike biće prikazane kroz jedan ili više kanala, što će doprineti smanjenju vrednosti u nekoj od komponenti $Q^{AB/F}$. Isto tako promene u intenzitetu biće prikazane kroz sva tri RGB kanala, pošto je kanal intenziteta kombinacija pojedinačnih kanala i indiciraće smanjenje zajedničke mere $MChQ^{AB/F}$.

Koristeći težinske faktore može se uticati na važnost mere po svakom kanalu i samim tim i na važnosti očuvanja svake od boja. Koristeći se iskustvima i odzivu ljudskog vizuelnog sistema može se doći do zaključka za vrednosti težinskih koeficijenata za proračun jedinstvene mere [7]: [kR,kG,kB]=[0.3,0.59,0.11].

Drugi način korišćenja gradijenata i mere za monohromatsko sjedinjavanje u cilju procene kolor sjedinjavanja je razdvajanje kanala intenziteta i kanala boje, proračun očuvanja za svaku komponentu posebno, integrišući ih u zajedničku mera za kolor sjedinjavanje. U tom smislu hromatske informacije mogu se koristiti kao posebna mera za definisanje očuvanja prirodnosti sjedinjene slike. Ovakav pristup definiše meru za procenu uspešnosti sjedinjavanja kolor slika na bazi očuvanja gradijenata koristeći monohromatsku meru $Q^{AB/F}$ i naziva se $CQ^{AB/F}$. Mera $CQ^{AB/F}$ prikazana je na slici 2.

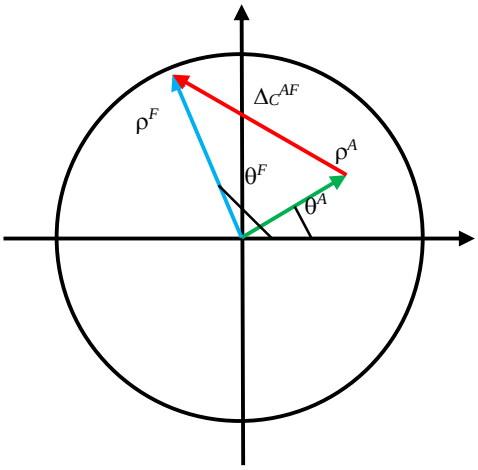


Slika 2. Dijagram mere CQ za kolor sjedinjavanje

Hromatske i informacije o intenzitetu razdvajaju se koristeći transformaciju iz RGB kolor sistema u neki od sistema gde su komponente intenziteta i boje slabije korelisane. Kanal intenziteta ulazne slike zajedno sa monohromatskom slikom direktno se poredi sa kanalom intenziteta sjedinjene kolor slike pomoću postojeće mere za monohromatske slike $Q^{AB/F}$. Ostale dve dimenzije koje čine informacije hromatskog kanala služe za proračun očuvanja prirodnosti slike i zavise od kolor sistema u koji se transformiše RGB kolor sistem. Veći broj kolor sistema koji razdvajaju informacije intenziteta i boje dostupan je i moguć za primenu u proračunu kolor mere za procenu sjedinjavanja. Za konkretnu meru predložen je HSV (Hue-Saturation-Value) kolor kanal zbog njegove jednostavnosti implementacije i jasnog razumevanja [8]. H komponenta predstavlja komponentu boje koja ide od crvene, preko zelene, plave do crvene na početku cilindrične predstave. S komponenta predstavlja čistoću boje koja ide od sive do čiste boje, dok V predstavlja intenzitet kao kod monohromatskih slika. Implementacija transformacije iz RGB u HSV kolor sistem data je u [9]. Vizuelna predstava kanala HSV kolor sistema za prirodnu kolor sliku data je na slici 6.3. Kanal intenziteta prikazuje prostorne informacije i strukturu scene, dok H kanal prikazuje primarne boje na sceni odnosnu crvenu i zelenu. S kanal prikazuje da boje nisu skroz čiste na sceni.

Ono što je od velikog značaja za procenu uspešnosti sjedinjavanja kolor slika jeste određivanje prenosa kolor informacija. Zahvaljujući prirodi HSV sistema, hromatske informacije se analiziraju kroz polarni model očuvanja informacija. Ovaj model tretira *H* i *S* vrednosti kao polarne koordinate (ρ, θ), što je ilustrovano na slici 3. U ovom modelu, H kanal je ugao rotacije, što odgovara parametru θ (θ=[0,2π]), a zasićenje *S* govori o udaljenosti od koordinatnog početka, što odgovara parametru ρ (ρ =[0,1]). Svaki piksel je po boji vektor u ovom prostoru. Promene u *H* između sjedinjene i ulazne slike manifestuju se rotacijom vektora a promene u saturaciji su u dužini vektora. Ove promene se jednostavno mogu izmeriti kao razlika dva vektora koji predstavljaju dve boje (sjedinjenu i ulaznu). Promena u boji se definiše na sledeći način:

$$\Delta_C^{AF} = 1 - \frac{1}{2}\left\| \overline{(\rho_{sat}^{F}, \theta_{hue}^{F})} - \overline{(\rho_{sat}^{A}, \theta_{hue}^{A})} \right\| \quad (2)$$

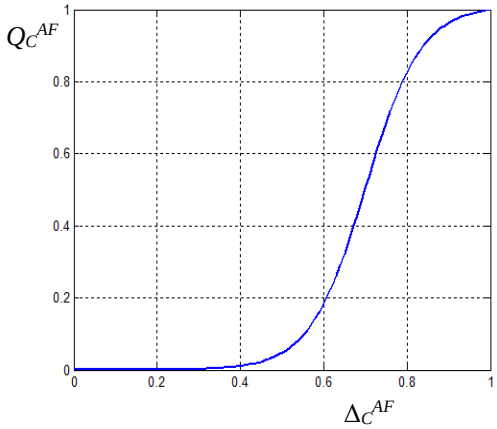


Slika 3. Ilustracija polarnih koordinata

Slično kao kod očuvanja gradijenata kod monohromatskog sjedinjavanja i kod očuvanja boja sve promene se neće isto tretirati. Nelinearna predstava koja odgovara ljudskom vizuelnom sistemu je i ovde primenjena u vidu sigmoidnih funkcija:

$$Q_C^{AF}(m,n) = \frac{\Gamma_c}{1+e^{\kappa_c(\Delta_C^{AF}(m,n)-\sigma_c)}} \quad (3)$$

Gde su parametri eksperimentalno određeni i iznose $[k_c,\sigma_c]=[15,\ 0.7]$ i funkcija je data na slici 4. Kada je vrednost S mala kolor vektor je oko nule i čak velike promene u boji nisu primetne.



Slika 4. Sigmoidna funkcija sa parametrima $[k_c,\sigma_c]=[15,\ 0.7]$

Lokalna mera kolor kvaliteta računa se kroz kompletnu sliku kao suma očuvanja po pikselima sa odgovarajućim težinskim koeficijentima:

$$Q_{WC}^{AF} = \frac{\sum_{\forall m,n} Q_C^{AF}(m,n) w_C(m,n)}{\sum_{\forall m,n} w_C(m,n)} \quad (4)$$

Za težinske koeficijente uzet je koncept maksimalne vrednosti saturacije za svaki piksel ulazne kolor i sjedinjene slike iz razloga što je zbog perceptualne važnosti čistoća boje bitnija nego očuvanje nivoa sivog:

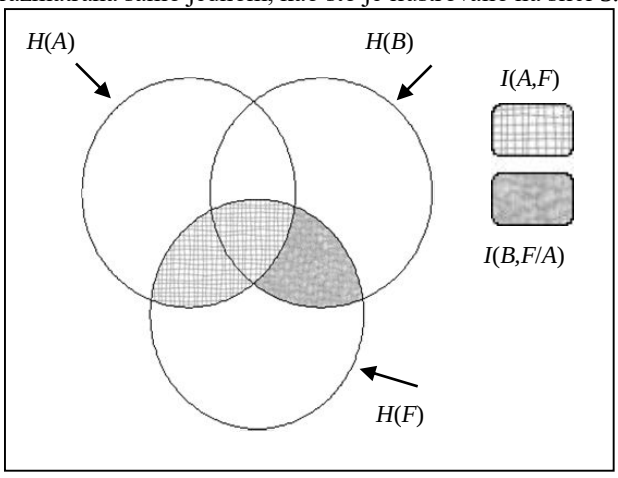
$$w_C(m,n) = \max(s^A(m,n), s^F(m,n)) \quad (5)$$

Konačna mera za procenu uspešnosti sjedinjavanja kolor slika dobija se kao suma strukturnih i hromatskih mera sa različitim težinskim koeficijentima:

$$CQ_I^{AB/F} = k_{S/C} Q^{AB/F} + (1-k_{S/C}) Q_I^{AF} \quad (6)$$

Najbolji način određivanja parametra je optimizacija objektivne mere sa subjektivnim testovima na osnovu čega je dobijena vrednost od $k_{s/c}$=0,9 [7]. Metoda prema tome favorizuje prenete informacije struktura u odnosu na kolor informacije. Razlog je što je prenos struktura mnogo efikasniji nego boja, odnosno za očuvanje boja porede se samo ulazna TV slika i sjedinjena, što znači da svaki uticaj IR slike na komponentu boje u stvari kvari rezultat sjedinjavanja koji daje objektivna mera. Za očuvanje struktura porede se obe ulazne slike sa sjedinjenom. Pošto je mera za procenu kolor sjedinjavanja dobijena iz mere za procenu sjedinjavanja monohromatski slika i ona zadržava isti opseg vrednosti od 0 do 1, gde 0 označava totalni gubitak, dok vrednost 1 označava savršeno sjedinjavanje.

Mera za procenu sjedinjavanja slika bazirana na objektivnom proračunu zajedničke količine informacija zajedničku informaciju izvornih slika razmatra samo jednom [10]. Svaka ulazna slika tretira se kao diskretna slučajna promenjiva sa odgovarajućom funkcijom raspodele $p(a)$ ili $p(b)$. Rezultujuća sjedinjena slika F takođe se tretira kao diskretna slučajna promenjiva sa funkcijom raspodele $p(f)$. Zajedničke informacije $I(A,F)$ opisuju zajedničke informacije ulazne slike A i sjedinjene slike F. Uslovne zajedničke informacije $I(B,F/A)$ opisuju zajedničke informacije između slike B i F bez A. U ovom slučaju samo informacije sadržane u slici B uzimaju se u obzir pri proračunu zajedničkih informacija između B i F. Generalni oblik uslovne zajedničke informacije $I(B,F/A)$ garantuje da će zajednička informacija izvornih slika biti razmatrana samo jednom, kao što je ilustrovano na slici 5.



Slika 5. Uslovna međusobna informacija tri slike

Zbir svih uslovnih zajedničkih informacija predstavlja totalnu količinu zajedničke informacije *CI* (*common information*), koja se od izvornih slika prenosi na sjedinjenu sliku i u slučaju dve izvorne slike može se napisati kao:

$$CI = I(A,F) + I(B,F/A) \quad (7)$$

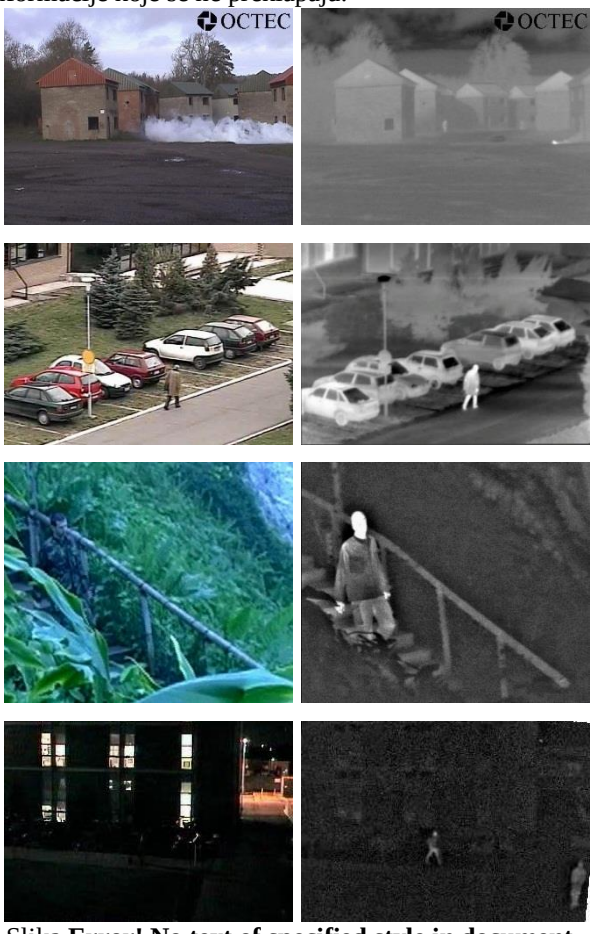
Združena entropija $H(A,B)$ predstavlja totalnu količinu informacija koja je prisutna u izvornim slikama. Tako se dolazi do mere za procenu performansi sjedinjavanja slika CIFPM (*The Color Image Fusion Performance Measure*):

$$CIFPM = \frac{CI}{H(A,B)} = \frac{I(A,F) + I(B,F/A)}{H(A,B)} \quad (8)$$

Mera C*IFPM* ima dinamički opseg [0 1], gde vrednost nula odgovara nedostatku zajedničkih informacija izvornih slika i sjedinjene slike, dok vrednost jedan odgovara efikasnom procesu sjedinjavanja u kome su sve informacije izvornih slika prenete u sjedinjenu sliku (idealni slučaj) [10].

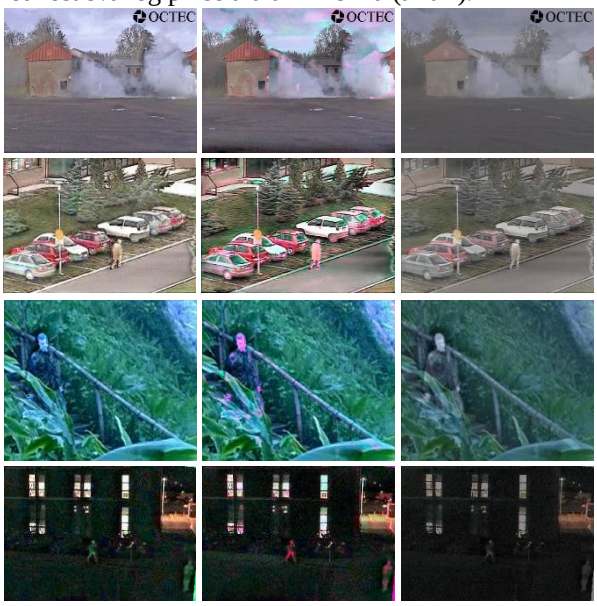
3. ANALIZA REZULTATA

Za analizu mera za procenu uspešnosti sjedinjavanja kolor slika napravljena je baza od 4 različita multisenzoska scenarija (televizijska i termovizijska slika) sa po 3 slike za svaki scenario (slika 6). Baza obuhvata urbane i ruralne scenarije i različite primene sjedinjavanja kolor televizijskih i monohromatskih termovizijskih slika. Prva grupa slika (gornji red) predstavlja realnu situaciju vojnog manevra u urbanoj sredini. Termovizijska slika pokazuje objekte koji nisu vidljivi na televizijskoj slici i postoje informacije koje se ne preklapaju.



Slika **Error! No text of specified style in document.**. Baza poređenje mera za procenu kolor sjedinjavanja

Drugi red slika je iz gradske sekvence i objekti na obe slike su uočljivi i postoje preklapanja. Treći red slika su iz ruralnog područja, dok poslednji red predstavlja slike u uslovima smanjene vidljivosti sa uličnim svetlom i sa visokim nivoom šuma. Rezultati mera testirani su na tri različite metode za sjedinjavanje kolor slika i prikazani su na slici 7. Prva metoda je sjedinjavanje kanala intenziteta kolor slike transformisane je HSV metoda (HSV) [9] – prva kolona, druga kolona je sjedinjavanje koristeći beta metodu [11] i treća je kolona su slike jednostavnog aritmetičkog sjedinjavanja gde je sjedinjena slika prosečna vrednost svakog piksela ulaznih slika (aritm).



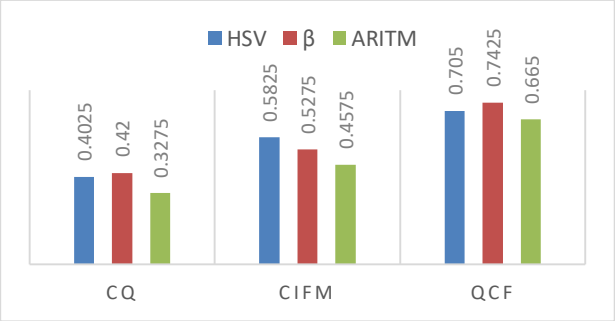
Slika 7. Sjedinjene slike iz kolor baze metodama HSV, beta i aritm

Vizuelnom analizom metoda aritmetičkog usrednjavanja daje najlošije rezultate na sva četiri scenarija i po pitanju prirodnosti boje i prenosa informacija. Slično, kao i kod monohromatskog sjedinjavanja sa aritmetičkom metodom i ovde je smanjen kontrast i uočljivost objekata na sjedinjenoj slici. Beta metoda daje bolje rezultate i objekti iz IR slike jasno su uočljivi na sjedinjenim slikama. HSV metoda kolor sjedinjavanja daje dobre rezultate ali kod nje je problem ako je pozadina TV slike bela kao na prvoj slici, da se jasno prenesu topli objekti iz IR slike. Na poslednjem scenariju uočava se i pojačan šum na sjedinjenim slikama najviše kod HSV pa onda beta metode. Kod aritmetičkog sjedinjavanja ova pojava je znatno manja.

Rezultati mera dati su u tabeli 1 i na dijagramu na slici 8. Uočava se da mere za procenu kolor sjedinjavanja CQ i MCHQ [7] rangiraju isto metode dok je jedino razlika u pristupu mere CIFM [10]. Razlika u pristupu mera za procenu kolor sjedinjavanja u vidu prenetih gradijenata i strukturnih informacija sa jedne strane i mere zasnovane na teoriji informacija uslovile su različita rangiranja.

Tabela 1. Rezultati mera za procenu kolor sjedinjavanja

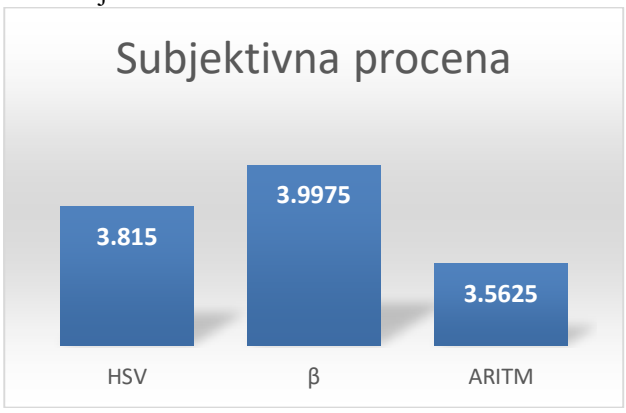
	HSV	Beta	ARITM
CQ	0.4025	0.42	0.3275
CIFM	0.5825	0.5275	0.4575
MCHQ	0.705	0.7425	0.665



Slika 8. Grafički prikaz rezultata mera za procenu kolor sjedinjavanja

Kako bi ispitali koje od mera su približnije ljudskom vizuelnom sistemu izvedeni su subjektivni testovi i upoređeni rezultati. Rezultati subjektivnih testova dati su na slici 9 i tabeli 2.

U okviru istraživanja i analize rezultata izvedeni su subjektivni testovi na bazi kolor slika kako bi se uporedili rezultati mera za kolor sjedinjavanje. Ukupno 10 iskusnih posmatrača, radilo je neformalne testove na već spomenutim sekvencama i metodama. Pre početka rada svakom posmatraču je ukratko objašnjena namena testova i šta se očekuje od njih. Testovi su rađeni na 27'' ekranu sa HD rezolucijom i organizovani su da se u gornjem redu prikazuju ulazne kolor i monohromatska slika, dok se u donjem redu prikazuju po tri sjedinjene slike sa slučajnim i različitim rasporedom kako bi se izbegla pristrasnost. Raspon ocena je bio od 0 do 5 sa korakom od 0,1, gde 0 predstavlja totalni gubitak informacija, a 5 idealno sjedinjavanje sa prenetim svim informacijama i bez izobličenja.



Slika 9. Rezultati subjektivnih testova za kolor sjedinjavanje slika

Tabela 2. Rezultati subjektivnih testova po sekvencama za procenu kolor objektivnih mera

	MOS		
Sekvenca	HSV	BETA	ARITM
OCTEC	3.56	3.85	3.45
PAKRING	3.98	3.97	3.95
EDEN	4.14	4.01	3.54
DUBLIN	3.61	4.13	3.28

Rezultati subjektivnih testova pokazuju beta metodu kao najpribližniju ispitanim subjektima po kvalitetu sjedinjavanja (prenete informacije i očuvana prirodnost), zatim HSV sjedinjavanje i kao najlošije aritmetičko sjedinjavanje. Ovaj redosled je isti na svim scenarijima osim kod četvrtog gde je veća prisutnost šuma i dolazi do pada karakteristika sjedinjavanja. Poređenjem rezultata subjektivnih i objektivnih mera vidi se da su CQ i MCHQ po rangiranju metoda usaglašene sa subjektivnim testovima, dok CIFM mera ne rangira prve dve metode po subjektivnim testovima.

4. ZAKLJUČAK

U ovom delu predstavljena su tria pristupa za procenu uspešnosti kolor sjedinjavanja slika. Kao ulaz u algoritam sjedinjavanja su kolor TV slika i monohromatska IR slika, a kao izlaz je kolor sjedinjena slika. Prve dve metode zasnovanje su na očuvanju gradijenata iz ulaznih u sjedinjenoj slici, dok je treća metoda zasnovana na prenetim informacijama iz ulaznih u sjedinjenu sliku. Prva mera za procenu uspešnosti sjedinjavanja MChQ koja meri očuvanje gradijenata kroz kanal RGB kolor sistema iz ulaznih u sjedinjenu sliku. Efikasnija metoda CQ data je u nastavku i ona razdvaja prenos kolor od strukturnih informacija prenetih iz ulaznih u sjedinjenu sliku koristeći HSV kolor sistem. Treća metoda koristi teoriju informacija. Metode su upoređene sa subjektivnim testovima i prve dve mere dale su veću usaglašenost na bazi koja je izabrana u toku istraživanja.

LITERATURA

[1] Petrović V., Zrnić B., "Multisenzorsko sjedinjavanje informacija za otkrivanje, praćenje i identifikaciju ciljeva", TELFOR 2001, Beograd

[2] Christinal, J., Jemima Jebaseeli T. "A survey on color image fusion for multi sensor night vision image." J. Adv. Res. Comput. Eng. Technol1.9 (2012): 151-155.

[3] Tsagaris V., Anastassopoulos V., "Global measure for assessing image fusion methods," Optical Engineering 45(2), February 2006.

[4] Tsagaris V., "Objective evaluation of color image fusion methods," Optical Engineering 48(6), June 2009.

[5] Yuan Y., Zhang J., Chang B., Han Y., "Objective quality evaluation of visible and infrared color fusion image," Optical Engineering 50(3), March 2011.

[6] Petrović, V., Xydeas, C. ''Objective evaluation of signal-level image fusion performance," Optical Engineering, 2005, 44.8.

[7] Petrović, V., Bondžulić, B., Pavlović, R. ''Study of objective evaluation of natural colour image fusion'', In Information Fusion (FUSION), 2012 15th International Conference on (pp. 2523-2530). IEEE.

[8] Sonka M., Hlavac V., Boyle R., ''Image processing, analysis and machine vision'', 2nd ed., PWS Publishing, Pacific Grove, 1998.

[9] Huang, M., Leng, J., Xiang, C, ''A study on IHS+WT and HSV+WT method for image fusion'', in Proc. of International Symposium on Information Science and Engineering, 2008, 1, 665-668.

[10] Liu, Y., Chen, X., Wang, Z., Wang, Z. J., Ward, R. K., Wang, X., ''Deep learning for pixel-level image fusion: Recent advances and future prospects'', *Information Fusion*, 2018, 42, 158-173.

[11] Pavlovic, R., Petrovic, V., Bondzulic, B., ''Fusion of colour and monochromatic images with chromacity preservation", Information Fusion (FUSION), 2012 15th International Conference on, 2012, 1963 – 1969.

Primena Dublin Core standarda za metapodatke u Android digitalnoj biblioteci

Dublin Core Metadata Standard Usage in Android Digital Library

Stefan Sretenović[1], Stefan Božanić[2]
Centar za primenjenu matematiku i elektroniku, Vojska Srbije[1]
Centar za komandno informacione sisteme i informatičku podršku, Vojska Srbije [2]

Sadržaj – *U moderno doba čovek teži da standardizuje gotovo svaki aspekt digitalnog sveta da bi se lakše „kretao“ u njemu. Tako su i metapodaci dobili svoju standardizaciju. U radu je predstavljena primena jednog od standarda za prikaz metapodataka na mobilnoj digitalnoj biblioteci. U prvom delu opisan je sam Dublin Core standard i primena digitalnih biblioteka. Drugi deo rada opisuje primenu standarda u aplikaciji „Digitalna Biblioteka“ razvijene za Andorid uređaje.*

Abstract – *In modern era people strive to standardize almost every aspect of digital world so it could make them move even lighter through it. And that's how metadata got their standardization. The first part of the paper describes Dublin Core standard and usage of digital libraries. The second part of the paper describes usage of standard in application „Digitalna Biblioteka“ which was developed for Android devices.*

1. UVOD

Čovekova težnja za uvođenje reda u svakodnevne aktivnosti postoji od samog nastanka čovečanstva. Cilj je oduvek bio smanjenje utroška vremena na određene poslove, što je rezultiralo znatno efikasnije rešavanje svakodnevnih problema. Eksponencijalni razvoj tehnologije u poslednjih 50 godina doveo je i do povećane potrebe za uvođenjem standarda koji definišu postupanje sa određenim tehnologijama.

U digitalnom svetu se danas nalazi tolika količina podataka, da postaje sve teže doći do potrebnih informacija. Zbog toga se javila potreba da se formiraju metapodaci, odnosno „podaci o podacima“, koji pomažu čoveku da se snađe u moru informacija.

U radu je opisan i primenjen Dublin Core standard za metapodatke. Razvijena je Android aplikacija koja predstavlja jednu digitalnu biblioteku fotografija. U njoj je korisniku omogućeno da napravi svoju biblioteku fotografija, gde, prilikom svakog dodavanja nove fotografija, mora da unese tražene podatke korišćenjem Dublin Core standarda. Kanije su ti podaci prikazani u XML formatu.

2. META PODACI

Meta podaci opisuju karakteristike nekog izvora u digitalnom obliku [1]. Njihova najrasprostranjenija primena je u kategorizacijama i pretraživanju podataka. Najviše se koriste za opis fotografija, video snimaka, web sajtova i geoprostornih podataka, ali se koriste i u različitim naučnim institucijama.

Prvobitno su korišćeni na karticama biblioteka koje su sadržale osnovne podatke o knjigama. Sa digitalizacijom biblioteka krajem prošlog veka, i metapodaci su digitalizovani. Od tad počinje njihova masovna upotreba u digitalnom svetu.

Danas se najčešće čuvaju u bazama podataka i prikazuju se u XML formatu (Slika 1.).

Sa njihovim nastankom, pojavila se i potreba za međunarodnom standardizacijom radi lakšeg snalaženja. Najpoznatiji standardi metapodataka su: DC (Dublin Core), METS (Metadata Encoding and Transmission Standard), TEI (Text Encoding Initiative), EAD (Encoded Archival Description), MARC (Machine Readable Cataloging) i MODS (Metadata Object Description Schema).

2.1 DUBLIN CORE

Dublin Core je nastao 1995. godine u Dablinu, Ohajo, SAD, ali je svoju najveću rasprostranjenost dostigao početkom 2000-tih godina sa razvojem interneta [2]. Zbog svoje jednostavnosti i praktičnost, postao je najkorišćeniji standard za prikaz metapodataka. Koristi se gotovo u svakoj oblasti, od biblioteka, muzeja pa sve do primene u raznovrsnim naukama. Odobren je kroz tri međunarodna standarda: IETF RFC 5013 [3] i NISO Standard Z39.85 [4] od 2007. godine i ISO Standard 15836-1[5] od 2009. godine.

U svom izvornom obliku je imao 15 elemenata koji su opisivali podatke: Naslov (Title), Tip (Type), Datum (Date), Stvaratelj (Creator), Opis (Description), Format fajla (Format), Jezik (Language), Identifikator (Identifier), Izdavač (Publisher), Saradnik (Contributor), Pokrivenost (Coverage), Veza (Relation), Prava (Rights), Izvor (Source) i Predmet (Subject).

```
<meta name="DC.Format" content="video/mpeg; 10 minutes" />
<meta name="DC.Language" content="en" />
<meta name="DC.Publisher" content="publisher-name" />
<meta name="DC.Title" content="HYP" />
```

Slika 1. XML prikaz metapodataka po Dublin Core standardu

Ne postoji obavezan element i svaki se može ponoviti više puta.

Sa omasovljenjem korišćenja Dublin Core standarda, pojavile su se potrebe za dodavanje novih elemenata. Tako je nastala Dublin Core Metadata Inicijativa (DCMI). Odbor inicijative je proširio i redefinisao izvorni oblik Dublin Core standarda i nazvao ga „Kvalifikovani Dublin Core“. On je definisan sa 40 novih elemenata koji bliže određuju podatke (ukupno 55 elemenata).

3. DIGITALNA BIBLIOTEKA

Digitalna biblioteka predstavlja bazu podataka u kojoj se čuvaju različiti tipovi digitalnih podataka (tekst, fotografije, video snimci…). U njima podatke skladište, kako pojedinci, tako i velike kompanije i može im se pristupati lokalno ili preko mreže.

Kao i većina tehnologija, prvo su razvijene u vojne svrhe, da bi se lakše pristupilo velikom broju fajlova. U civilstvu su svoju prvu primenu našle u realnim bibliotekama, gde su korisnici mogli da pronađu knjige u elektronskoj formi. Stvaranje digitalnih biblioteka knjiga omogućilo je mnoge pogodnosti koje su ranije bile nezamislive. Najznačajnije pogodnosti su: podaci su lako dostupni bilo gde, u bilo koje doba dana; istu knjigu može da čita više ljudi; omogućena je pretraga po različitim kriterijumima; digitalne knjige ne propadaju od starosti; nije više bio potreban fizički prostor za čuvanje knjiga. Iste pogodnosti su prenete i na digitalne biblioteke drugih podataka.

U digitalnim bibliotekama se koriste metapodaci za klasifikaciju i olakšanu pretragu. U ovom radu korišćena je digitalna biblioteka fotografija za Android uređaje.

4. SOFTVERSKA IMPLEMENTACIJA

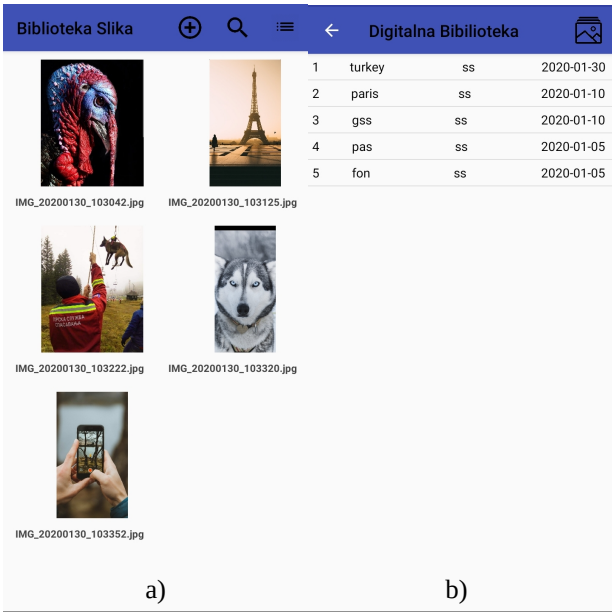
Za primenu Dublin Core standarda u digitalnoj biblioteci, razvijena je Android aplikacija, pisana u Java programskom jeziku koristeći razvojno okruženje Android Studio 3.5.3.

Aplikacija omogućava korisniku da sam napravi svoju digitalnu biblioteku fotografija kojoj može pristupiti u bilo kom trenutku. Za skladištenje podataka o fotografijama korišćena je SQLite [6] baza podataka, dok se za skladištenje fotografija pravi skriven folder na samom uređaju korisnika. Da bi korisnik dodao novu fotografiju, potrebno je da se ona nalazi na samom uređaju.

Kada korisnik želi da doda novu fotografiju u svoju digitalnu biblioteku, otvara mu se odabir fotografija iz njegovog uređaja. Nakon odabira fotografije, otvara mu se prozor u kome treba da unese tražene elemente Dublin Core standarda. S obzirom da je ovo test aplikacija, omogućen je unos 6 elemenata (Slika 2.): Naslov, Stvaratelj, Datum, Tip, Identifikator i Jezik.

Slika 2. Dodavanje nove slike u digitalnu biblioteku

Korisniku su omogućena dve vrste pregleda svih fotografija iz njegove biblioteke, kao galerija fotografija i kao lista fotografija (Slika 3.).

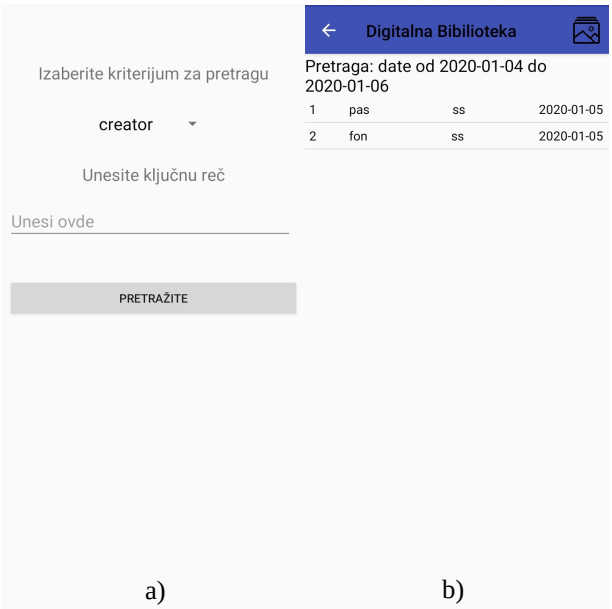


Slika 3. Prikaz fotografija kao a) galerija i kao b) lista

Prilikom odabira određene fotografije, korisniku se prikazuje ta fotografija u punoj veličini, kao i podaci o njoj u XML formatu (Slika 4). Ukoliko želi, korisnik može da izveze podatke o slici u tekstualni *.xml* fajl.

Slika 4. Prikaz slike

U aplikaciju je implementirana i pretraga fotografija. Trenutno je moguća pretraga samo po jednom odabranom kriterijumu (Slika 5.).



a) b)

Slika 5. a) Pretraga po kriterijumu i b) rezultat pretrage

4 ZAKLJUČAK

Ovaj projekat je realizovan i testiran i u tom periodu testiranja nije bilo problema u radu aplikacije. Aplikacija je testirana sa 100 fotografija, i taj broj nije uticao na pravilan rad aplikacije.

Pravci daljeg razvoja aplikacije su svakako implementacija ostalih elemenata Dublin Core standarda, kao i pretraga sa odabirom više različitih elemenata. Jedan od ciljeva je i mogućnost čuvanja podataka na udaljenom serveru i pristupanje putem interneta. Cilj je i pronalazak realne primene same aplikacije, kojom će korisnici biti zadovoljni.

5 LITERATURA

[1] Jenn Riley, „Understanding Metadata“, *NISO 2017*.

[2] Dublin Core™ Metadata Initiative, „DCMI Metadata Terms“, https://dublincore.org/ , 2019.

[3] J. Kunze, T. Baker, „The Dublin Core Metadata Element Set“, Dublin Core Metadata Initiative, August 2007.

[4] „ISO 15836-1:2017 - Information and documentation - The Dublin Core metadata element set - Part 1: Core elements“, https://www.iso.org/ , May 2017.

[5] „The Dublin Core Metadata Element Set“, https://www.niso.org/ , May 2007.

[6] SQLiteDatabase, Developers, Android, https://developer.android.com/reference/android/database/sqlite/SQLiteDatabase

ZAVISNOST OD DIGITALNIH TEHNOLOGIJA

DIGITAL TECHNOLOGY ADDICTION

Veljko Aleksić, Vlade Urošević
Fakultet tehničkih nauka u Čačku Univerziteta u Kragujevcu

Sadržaj – *Pametni telefoni, računari i internet čine deo našeg svakodnevnog života, rada i zabave. U eri digitalnih tehnologija i interneta sve je više onih koji prelaze granicu normalnog korišćenja, zato se sve češće govori ne samo o lošim aspektima na fizičko zdravlje već i o negativnom uticaju na psihu i razvitku zavisnosti. Istraživanja pokazuju da su mladi kategorija stanovništva koja je posebno osetljiva na uticaje novih medija. Prepoznavanje zavisnosti od digitalnih tehnologija, adekvatna preventiva i lečenje uistinu predstavljaju izazov novog doba.*

Abstract – *Smartphones, computers and the internet are parts of our daily lives, work and leisure activities. In the era of digital technology and the internet, ever more people are moving beyond the limit of normal usage, so it became increasingly important to note not only the bad aspects of physical health but also the negative impact on the psyche and the development of addiction. Research shows that young people are a category of population that is particularly sensitive to the influences of new media. Recognizing digital addiction, an adequate prevention and treatment have truly become the challenges of the new age.*

Keywords: digital addiction, digital technology, new media

1. UVOD

Najnoviji Digital 2020 [1] izveštaj otkriva da broj korisnika novih tehnologija raste u proseku za više od milion novih svaki dan. Prosečan građanin Srbije poseduje 2,4 digitalna uređaja koja su povezana na internet (u poređenju sa 1,8 uređaja u 2016. godini). Istovremeno, korisnici u starosnoj dobi od 16 do 44 godine imaju u proseku dva ili više uređaja, koja imaju pristup internetu. Početkom 2020., internet koristi preko 4,5 milijarde ljudi (skoro 60% svetske populacije), od kojih preko 3,8 milijarde ima nalog na nekoj od društvenih mreža, što je porast od 3% u odnosu na proteklu godinu. Rezultati istraživanja ponašanja korisnika interneta u Srbiji pokazuju da oko 65% populacije koristi pametne telefone i oko 60% domaćinstava ima računar ili laptop.

Stalno rastući broj korisnika interneta i sveobuhvatno širenje internet usluga tokom poslednjih decenija je uspostavilo internet kao suštinski element modernog života, što vodi ka rastu zabrinutosti zbog povećanja procenta preteranog i često beskorisnog korišćenja [2]. Među korisnicima interneta, na globalnom nivou, nalazi se približno jedna trećina onih koji su mlađi od 18 godina. Olakšani pristup internetu, široka dostupnost pametnih telefona, dovela je do toga da 24% tinejdžera koristi internet „gotovo stalno“ [3].

2. KORIŠĆENJE DIGITALNIH TEHNOLOGIJA I POJAVA ZAVISNOSTI

Tehnologija, a posebno pametni telefoni, računari i internet, čine deo našeg svakodnevnog života, rada i zabave. Kombinacija dostupnog sadržaja, lakoća pristupa, praktičnost, niska cena, vizuelna stimulacija, autonomija i anonimnost doprinose iskustvima koja menjaju naša raspoloženja i koja mogu uticati na mnoge aspekte naših života. Sve ove tehnologije utiču na način na koji razmišljamo, učimo, radimo, živimo i volimo. Istina je da tehnologija može da poboljša kvalitet naših života, ali ne smemo zaboraviti da ona sa sobom nosi i niz negativnih uticaja. Istraživanja pokazuju da su mladi kategorija stanovništva koja je posebno osetljiva na uticaje novih medija, do te mere da se može s pravom tvrditi da sredstva novih medija čine sastavni i neizostavni deo njihove svakodnevice [4]. Zdravstveni problemi koji se povezuju sa radom na računaru mogu se podeliti u četiri osnovne grupe: fizička neprijatnost – bol, smetnje sa vidom, stres i zamor. Simptomi stresa uključuju pojavu, fizičkog bola, problema u koncentraciji, snu, nemogućnost da se osoba opusti, zamor, depresiju, anksioznost, teškoće u logičkom zaključivanju i donošenju odluka.

Veliki broj istraživača dolazi do zaključka da će fizički, lični i društveni razvoj dece trpeti zbog prekomerne izloženosti digitalnoj tehnologiji [5]. Mladi ljudi koji koriste svoje mobilne telefone ili računare duže vreme pre spavanja imaju veću verovatnoću da dožive poremećaje sna, stres i druge simptome koji mogu negativno uticati na mentalno zdravlje. Zavisnost od tehnologije može dovesti do socijalne izolacije koja se odlikuje nedostatkom kontakta sa drugim ljudima u normalnom svakodnevnom životu koji bi mogao biti na radnom mestu, sa prijateljima ili u ostalim društvenim aktivnostima [6]. Poseban aspekt upotrebe digitalnih tehnologija čine igre. Korisnici koji imaju viši stepen anksioznosti, iskazuju agresivno ponašanje i neuroticizam su pod većim rizikom razvoja zavisnost od digitalnih igara [7]. Zbog karakteristika adolescencije i činjenice da su adolescenti najčešći korisnici interneta, ova populacija ju u najvećem riziku od razvoja zavisnosti od Interneta [8]. Internet zavisnost se naziva i problematičnom upotrebom interneta, prekomernom upotrebom interneta, zavisnost od interneta i patološkom upotrebom interneta [9][10]. Zavisnost od interneta sve više se smatra poremećajem u nastajanju, sa porastom značaja štetnih implikacija, posebno u državama sa lakim i brzim pristupom internetu. Opisuje se kao

patologija, poremećaj, prekomerna upotreba tehnologije, uključujući širok spektar ponašanja i nedostatka kontrole impulsa [11]. Zavisnost od interneta je poremećaj kontrole impulsa koji uključuje preteranu upotrebu interneta u svim oblicima: društvenim medijima, digitalnim igrama, onlajn novinama, video veb stranicama i blogovima. Internet zavisnost predstavlja impulsivnu težnju za upotrebom interneta, praćenu gubitkom kontrole, preokupiranošću i kontinuiranom upotrebom bez obzira na ispoljene posledice u poremećaju ponašanja [12]. Internet može biti jednostavno sredstvo ili „mesto“ gde se najčešće javljaju zavisna ponašanja. Ukratko, internet može biti samo sredstvo za podsticanje drugih zavisnosti i kako je teoretski dokazano i empirijski prikazano od strane brojnih istraživača [13][14].

Kako postoje različiti oblici korišćenja interneta, zavisnost na internetu uključuje nekoliko oblika: (1) informacijsko preopterećenje – kompulzivno korišćenje interneta ili pretraživača što dovodi do smanjene produktivnosti rada i manje socijalne interakcije sa prijateljima i porodicom; (2) mrežna kompulzivnost – igranje na internetu, kockanje, trgovina ili korišćenje aukcija; (3) zavisnost od virtuelnih veza – društvenih mreža, pričaonica i poruka do stadijuma da virtuelni prijatelji postaju važniji od odnosa sa stvarnim prijateljima i porodicom; (4) zavisnost od digitalnih igara; (5) zavisnost od korišćenja računara – npr. opsesivno programiranje.

Istraživači su definisali indikatore i kriterijume za prepoznavanje zavisnosti od interneta [15]: preokupacija objektom zavisnosti – internetom (osoba neprestano misli na prethodnu ili isčekuje narednu onlajn aktivnost), povećana tolerancija – izražena potreba za povećanom upotrebom interneta, pojava simptoma apstinencijalne krize pri pokušaju smanjenja upotrebe ili lišavanja (anksioznost, depresivno raspoloženje, razdražljivost i sl.), umanjenje ili gubitak sposobnosti kontrole upotrebe interneta; učestalo ostajanje na internetu duže nego što je planirano, problemi u socijalnim odnosima (porodica, prijatelji) i obavljanju svakodnevnih obaveza, osoba skriva svoje ponašanje i prikriva stepen u kome koristi internet, internetu se pristupa kao sredstvu rešavanja ili bežanja od aktuelnih problema (nesposobnosti, tuge, krivice, anksioznosti...). Blaži kriterijum za dijagnozu podrazumevaju ispunjenje pet ili više ovih kriterijuma tokom perioda od godinu dana, a strožiji, pored pet kriterijuma i jedan od preostala tri [16].

Analizom mnogih istraživanja može se doći do zaključka da su u najvećem broju slučajeva internet zavisnici bili nezaposleni - studenti, domaćice, penzioneri koji su u većini slučajeva koristili internet između šest meseci i godinu dana i koji su na internetu provodili osam puta više vremena nego većina stanovništva. Za razliku od većine koja na internetu pretežno prikuplja informacije, pretražuje različite baze podataka, internet zavisnici najčešće koriste interaktivne aplikacije [17]. Efekti i posledice zavisnosti od interneta mogu se činiti manje upadljivim i dramatičnim nego na primer efekti zloupotrebe supstanci ili maltretiranja. Zavisnost od interneta je mnogo tiši problem i kao takav, teže se prepoznaje i može se lakše ignorisati. Upotreba novih tehnologija i interneta može da bude destruktivna i negativno uticati na privatni život, lične odnose pojedinca, jer može da postane dominantna životna aktivnost koja ga izoluje u odnosu na ostale društvene tokove i koja stvara negativne posledice po njega i njegovu okolinu. Zavisnost od interneta čini da osoba realni život i neposrednu komunikaciju sve više zamenjuje virtuelnom.

Uopšteno govoreći, internet zavisnost može prouzrokovati dodatne psihičke poremećaje. Jasno je da je internet u stanju da izazove promene raspoloženja, duboka i zavodljiva osećanja koja imaju za cilj da pređu preko svakodnevnih životnih problema, kao što je na primer, skrivanje sopstvene ličnosti iza ekrana da bi se osećali zaštićeni. Na taj način, zavisnici će moći da stvore svoj vlastiti svet tražeći utočište u virtuelnom svetu – a zanemarena je realnost.

Pažnja istraživača je usredsređena na tretman zavisnosti od interneta i postoji samo nekoliko studija o lečenju obolelih poslednjih godina, međutim većina njih je upitnog kvaliteta [18]. Mali broj istraživača izveštava o prevenciji zavisnosti od interneta i ova oblast je tek nedavno počela da dobija više pažnje. Praksa je pokazala da je preventivno obrazovanje o zavisnosti od interneta veoma važno za korisnike - naročito mlade, kako bi mogli da prepoznaju rizik od pojave zavisnosti i da praktikuju pravilnu upotrebu interneta od samog početka.

Lečenje internet zavisnosti ne razlikuje se suštinski od lečenja alkoholizma, narkomanije ili patološkog kockanja - sa kojim ima izuzetne sličnosti. Tretman traje veoma dugo i jedina razlika u odnosu na ostala tri pomenuta je što se u toku tretmana zavisnosti od interneta može koristiti predmet zavisnosti odnosno računar i internet, ali isključivo na smislen i kreativan način. Roditeljska kontrola, samoregulacija, porodična terapija, kognitivna terapija, stvarna terapija predstavljaju moguća rešenja za lečenje zavisnosti od interneta.

U poslednjih 10-ak godina prateći širenje popularnosti digitalnih igara kristališu se tri različite vrste igrača: (1) konkurentni i obučeni igrači koji igraju na turnirima i zarađuju novac za to. U zavisnosti od popularnosti i poznavanja igre, igrač može biti sponzorisan i imati stalna primanja; (2) „društveni“ igrači koji igraju rekreativno i za to nemaju dobit. Igraju samostalno i u timovima, provode vreme sa prijateljima čak i dok rade druge poslove i aktivnosti. Oni igraju zbog uživanja u samoj igri ili ublažavanju stresa; (3) zavisnici od digitalnih igara koji posvećuju veliki deo svog vremena igranju. Procenjuje se da procenat zavisnih igrača iznosi najmanje 5-10% [19] [20].

Sajtovi društvenih mreža su virtuelne zajednice u kojima korisnici mogu kreirati pojedinačne javne profile, komunicirati sa prijateljima iz stvarnog života i upoznati druge ljude na osnovu zajedničkih interesa. Korišćenje društvenih mreža kao što su Instagram, Facebook, Tvitter i sl. postali su kamen temeljac moderne komunikacije i veza, jer omogućavaju korisnicima da stvore osećaj

pripadnosti i redefinišu svoj način postojanja. Uprkos mnogim prednostima, sve veći broj istraživača ukazuje da zavisnost od društvenih mreža može predstavljati ozbiljan problem mentalnog zdravlja za neke korisnike. Izvori koji proučavaju zavisnost od društvenih mreža su još uvek skromni. Upotreba društvenih medija za manji deo pojedinaca povezana je sa nizom psiholoških problema, uključujući anksioznost, depresiju, usamljenost, hiperaktivnost, deficit pažnje i na kraju - zavisnost. Budući da se društvenim mrežama najčešće pristupa putem pametnih telefona, njihova mobilna priroda doprinosi prekomernim „navikama provere“, koje često proizlaze iz onoga što se obično označava kao „strah od propuštanja“. Postoje i druga ponašanja koja mogu biti neugodna, ali ne i opasna, ali mogu ukazivati na problematičnu upotrebu društvenih medija, kao što je provera statusa prilikom druženja sa prijateljima ili proveravanje pametnog telefona dok gledate film ili seriju. Korisnici tako postepeno mogu izgubiti društveni kontakt sa svojim najbližima ili prijateljima i radije će umesto druženja u stvarnom svetu, proveriti šta je objavljeno na nekim društvenim medijima pomoću svog pametnog telefona. Svaki pojedinac, dete ili odrasla osoba koja pretražuje internet često provode 100 minuta manje vremena s prijateljima i porodicom, nego osobe koji nisu korisnici interneta [21].

3. ZAKLJUČAK

Brojni istraživači generišu sve veći broj sadržaja koji govore o definisanju pojma zavisnosti od digitalnih tehnologija i interneta i potrebi da se ovi vidovi zavisnosti zvanično uvrste na listu oboljenja. Poslednjih godina javljaju se istraživanja koja potvrđuju postojanje problema i ponašanja koja se mogu definisati kao zavisnost od novih tehnologija, Interneta, digitalnih igara, društvenih mreža, računara.

Zavisnost od digitalnih tehnologija i interneta, ali i posledice koje ona donosi, zahtevaju opsežan i ozbiljan multidisciplinarni pristup i delovanje svih činilaca društva u cilju prevencije i lečenja. Digitalna pismenost i svest o efektima prekomerne upotrebe novih tehnologija stoga moraju biti ugrađeni u radna i obrazovna okruženja.

LITERATURA

[1] Kemp, S., „*Digital 2020: Global Overview Report*“, Hootsuite, 2020.

[2] Kuss, Daria J., and Mark D. Griffiths. "Social networking sites and addiction: Ten lessons learned." *International journal of environmental research and public health* 14.3: 311, 2017.

[3] Livingstone, Sonia, et al. "*How parents of young children manage digital devices at home: The role of income, education and parental style*", 2015.

[4] Ono, Hiroshi, and Madeline Zavodny. „Gender and the Internet“, *Social Science Quarterly 84*.1: 111-121, 2003.

[5] Dorman, Steve M. „Video and computer games: Effect on children and implications for health education“, *Journal of School Health 67*.4: 133-138, 1997.

[6] Peper, Erik, and Richard Harvey. „Digital addiction: Increased loneliness, anxiety, and depression“, *NeuroRegulation 5*.1: 3-3, 2018.

[7] Savci, Mustafa, and Ferda Aysan. „Technological addictions and social connectedness: predictor effect of internet addiction, social media addiction, digital game addiction and smartphone addiction on social connectedness“, *Dusunen Adam: Journal of Psychiatry & Neurological Sciences 30*.3: 202-216, 2017.

[8] Montag, Christian, and Martin Reuter. „*Internet addiction*“. Springer International Publishing, 2017.

[9] Tan, Yafei, et al. „Exploring associations between problematic internet use, depressive symptoms and sleep disturbance among southern Chinese adolescents“, *International journal of environmental research and public health 13*.3: 313, 2016.

[10] Vondráčková, Petra, and Roman Gabrhelik. „Prevention of Internet addiction: A systematic review“, *Journal of behavioral addictions 5*.4: 568-579, 2016.

[11] Kandasamy, Sunitha, Abdulrahuman Mohamed Buhari, and Shyamala Janaki. „*A study on anxiety disorder among college students with internet addiction*“ *International Journal of Community Medicine and Public Health 6*.4: 1695, 2019.

[12] Young, Kimberly. „*The evolution of internet addiction disorder*“, Internet addiction. Springer, Cham, 3-18, 2017.

[13] Griffiths, Mark D., et al. “The evolution of Internet addiction: A global perspective”, *Addictive behaviors 53*: 193-195, 2016.

[14] Pontes, Halley M., Megan Taylor, and Vasileios Stavropoulos. “Beyond “Facebook addiction”: The role of cognitive-related factors and psychiatric distress in social networking site addiction”, *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking 21*.4: 240-247, 2018.

[15] Besser, Bettina, et al. “Performance of the DSM-5-based criteria for Internet addiction: A factor analytical examination of three samples”, *Journal of behavioral addictions 8*.2: 288-294, 2019.

[16] Carlisle, Kristy L., et al. “Exploring Internet addiction as a process addiction”, *Journal of Mental Health Counseling 38*.2: 170-182: 2016.

[17] Rich, Michael, Michael Tsappis, and Jill R. Kavanaugh. “*Problematic interactive media use*

among children and adolescents: Addiction, compulsion, or syndrome?", 2017.

[18] Kaptsis, Dean, et al. "Withdrawal symptoms in Internet gaming disorder: A systematic review", *Clinical Psychology Review 43*: 58-66, 2016.

[19] Pontes, Halley M., Vasileios Stavropoulos, and Mark D. Griffiths. "*Emerging Insights on Internet Gaming Disorder: conceptual and measurement issues*", Addictive Behaviors Reports, 2019.

[20] Aleksić, V. (2020). "*iTV: Exposure Risks?*" Advanced Technologies and Standards for Interactive Educational Television: Emerging Research and Opportunities (pp. 134-139). Hershey, PA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-7998-0253-2.ch006

[21] Schou Andreassen, Cecilie, and Stale Pallesen. "Social network site addiction-an overview", *Current pharmaceutical design 20*.25: 4053-4061, 2014.

NOVI PRISTUP NASTAVI PRIMENOM VIRTUELNE REALNOSTI NA FAKULTETU TEHNIČKIH NAUKA U ČAČKU

A NEW APPROACH TO TEACHING USING VIRTUAL REALITY AT THE FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES IN ČAČAK

Đurđa Tanasković[1], Vlade Urošević[2]
Fakultet tehničkih nauka u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu

Sadržaj *- U ovom radu su prikazani svi delovi interaktivne veb aplikacije kao i proces njihovog kreiranja i uputstvo za upotrebu aplikacije. Razlog za razvijanje ove veb aplikacije je pomoć studentima sa i bez hendikepa da lakše i bolje prate nastavu na Fakultetu tehničkih nauka u Čačku. Aplikacija omogućava studentima da od kuće imaju pristup uživo predavanjima uz zvuk i subtitl i prolazak kroz virtuelni prikaz fakulteta. Glavni deo veb aplikacije je izrađen u programima Maya i Unity, a programski jezici korišćeni u njenoj izradi su C# i JavaScript.*

Abstract *- This paper presents all the parts of the interactive web application, as well as the process of creating them and an instruction manual for the application. The reason for developing this web application is to assist students with and without disabilities to more easily and better follow classes at the Faculty of Technical Sciences in Čačak. The application allows students to access live lectures with audio and subtitles from home and go through a virtual display of the faculty. The main part of the web application is created in Maya and Unity, and the programming languages used in its creation are C# and JavaScript.*
Keyword : Live streaming, virtual reality, teaching

1. UVOD

Računarski programi omogućavaju da se problemi iz svih sfera života reše tako što bi se napravila simulacija ponašanja realnog sistema, a zatim bi se sistem realizovao u praksi.

Na univerzitetima u Srbiji studira mali broj studenata sa hendikepom iako njihov broj iz godine u godinu raste. Iako je pozicija studenata sa hendikepom bolja u odnosu na prethodnih nekoliko godina, oni se i dalje susreću sa problemima vezanim za literaturu i praćenje predavanja na fakultetima koji nisu dovoljno opremljeni ili za vreme velikih vremenskih nepogoda. Osim studenata sa hendikepom, studenti bez hendikepa mogu se susresti sa problemima pohađanja nastave (usled epidemija, lošeg zdravstvenog stanja i velikih vremenskih nepogoda) gde je prisustvo obavezno i od njega zavisi uslov izlaska na završni ispit.

Potencijalno rešenje ili prevazilaženje ovih problema predstavlja interaktivna veb aplikacija koja će omogućiti studentima sa i bez hendikepa da prisustvuju predavanjima bez da budu fizički prisutni na fakultetu. Što se tiče studenata sa hendikepom, ova aplikacija će pretežno pomoći gluvim i nagluvim i nepokretnim i slabo pokretnim studentima. Aplikacija prestavlja spoj animacije i simulacije sa veb okruženjem uz mogućstvo prenosa uživo (live streaming).

Animacija predstavlja proces manipulisanja slikama kako bi se stvorila iluzija kretanja. Računarska animacija u sebi sadrži razne tehnike animacije, a ključna stvar koja je razlikuje od drugih vrsta je ta da su animacije stvorene digitalno odnosno na računaru. [1]

Računarska simulacija predstavlja prikazivanje stvarne ili izmišljene situacije na računaru radi analiziranja ponašanja nekog sistema bez da se taj sistem na bilo koji način ugrozi. Menjanjem određenih elemenata i uvođenjem novih promenljivih u simulaciju može se doći do pretpostavki kako bi se sistem potencijalno ponašao u odnosu na određene događaje. [2]

Veb aplikacija predstavlja klijent-server računarski program koji klijent pokreće u veb pretraživaču. [3]

Prenos uživo se odnosi na onlajn prenos medija koja se istovremeno snimaju i emituju u realnom vremenu. [4]

U ovom radu su opisani svi delovi interaktivne veb aplikacije kao i proces njihovog kreiranja i uputstvo za upotrebu. Veb aplikacija će omogućiti studentima da imaju iluziju prolaza kroz hol Fakulteta tehničkih nauka u Čačku i ulazak u amfiteatar. Odatle biće im omogućeno da se priključe prenosu uživo pomoću kojeg mogu da prate predavanja od kuće. Za nepokretne i slabo pokretne studente biće omogućeno da čuju predavanja dok će gluvi i nagluvi studenti moći uživo da prate subtitl koji će im se prikazivati u pretraživaču za vreme emitovanja pomoću speech-to-text tehnologija. Amfiteatar i njegovi elementi su napravljeni pomoću programa za 3D modelovanje Maya. Elementi kreirani u programu Maya su ubačeni u interaktivno okruženje koje je stvoreno pomoću softvera za kreiranje video igara - Unity. Pomoću njega korisnik ima mogućnost da se uz pomoć miša i strelica virtuelno kreće kroz hol i amfiteatar. Prenos uživo je omogućen pomoću servisa YouTube. Kreiranje veb aplikacije je izvršeno tako što je Unity projekat eksportovan u WebGL format.

Korisnik može da pristupi ovoj veb aplikaciji pomoću Google Chrome pretraživača.

2. KREIRANJE APLIKACIJE

Konačna veb aplikacija koja je kreirana korišćenjem prethodno navedenih tehnologija i alata predstavlja aplikaciju koja omogućava korisnicima (studentima prvenstveno) da prate predavanja na Fakultetu tehničkih nauka u Čačku, a pritom da ne budu fizički prisutni na fakultetu. Studentima je omogućeno kretanje putem aplikacije kroz glavni i sporedni hol, manje učionice [5] i glavni amfiteatar, gde mogu da u realnom vremenu prate predavanja sa fakulteta.

Model amfiteatra je izrađen uz pomoć fotografija realnog amfiteatra koje su služile kao referenca. Dimenzije amfiteatra su usklađene sa ostatkom modela fakulteta.

2.1 Maya

Da bi se kreirali modeli u programu Maya potrebno je znati osnovne metode koje su korišćene za izradu modela u amfiteatru. Te metode su korišćene na primeru modela crvene stolice koja se nalazi za katedrom. Teksturu je bilo moguće dodati na sam model u programu, ali zbog već dostupnih odgovarajućih tekstura u Unity projektu, one su se koristile za završni model stolice (Slika 1).

Slika 1. Proces izrade modela stolice

2.2 Unity

Kreiranjnje amfiteatra se vršilo u već postojećoj sceni faks. Zidovi, stepenice, vrata i plafoni su kreirani pomoću opcije Cube. Pod i platna za projektor su kreirani pomoću opcije Plane. Radijatori, stolice, stolovi i table su kreirane kopiranjem i pozicioniranjem već postojećih modela iz manjih učionica u amfiteatar. Pozicioniranjem modela i objekata kao i izmenom njihove veličine dobija se prostor amfiteatra (Slika 2 i Slika 3).

Slika 2. Donji deo amfiteatra

Slika 3. Gornji deo amfiteatra

Da bilo omogućeno korisniku da iz hola se lako popenje na stepenice koje vode ka amfiteatru dodata je nevidljiva rampa. Rampe istog tipa su dodate na stepenice u amfiteatru kako bi igrač mogao da se kreće uz i niz amfiteatar.

Da bi bilo koji objekat postao nevidljiv potrebno je objektu dodati materijal. Kad se kreira novi materijal i dodaju mu se određene specifikacije (najvažnije je podesiti parametar Rendering Mode na Transparent), može se dodati određenom objektu prostim prevlačenjem tog materijala ka njemu.

Da bi kôd skripte u C# programskom jeziku (Slika 4) za otvaranje/zatvaranje vrata radio i prouzrokovao željeno ponašanje, potrebno je prevući skriptu ka željenom objektu i dodati objektu Box Collider sa čekiranom opcijom Is Trigger kako bi pri približavanju korisnika vratima mogla da se pokrene skripta i poruka koja se nalazi unutar nje.

C#

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class OpenDoor : MonoBehaviour
{
    // Smoothly open a door
    public float doorOpenAngle = 90.0f; //Set either positive or negative number to open the door inwards or
outwards
    public float openSpeed = 2.0f; //Increasing this value will make the door open faster

    bool open = false;
    bool enter = false;

    float defaultRotationAngle;
    float currentRotationAngle;
    float openTime = 0;

    void Start()
    {
        defaultRotationAngle = transform.localEulerAngles.y;
        currentRotationAngle = transform.localEulerAngles.y;
    }

    // Main function
    void Update()
    {
        if (openTime < 1)
        {
            openTime += Time.deltaTime * openSpeed;
        }
        transform.localEulerAngles = new Vector3(transform.localEulerAngles.x, Mathf.LerpAngle(currentRotationAngle,
defaultRotationAngle + (open ? doorOpenAngle : 0), openTime), transform.localEulerAngles.z);

        if (Input.GetKeyDown(KeyCode.F) && enter)
        {
            open = !open;
            currentRotationAngle = transform.localEulerAngles.y;
            openTime = 0;
        }
    }

    // Display a simple info message when player is inside the trigger area
    void OnGUI()
    {
        if (enter)
        {
            GUI.Label(new Rect(Screen.width / 2 - 75, Screen.height - 100, 250, 30), "Pritisnite 'F' da biste
otvorili/zatvorili vrata");
        }
    }

    // Activate the Main function when Player enter the trigger area
    void OnTriggerEnter(Collider other)
    {
        if (other.CompareTag("Player"))
        {
            enter = true;
        }
    }

    // Deactivate the Main function when Player exit the trigger area
    void OnTriggerExit(Collider other)
    {
        if (other.CompareTag("Player"))
        {
            enter = false;
        }
    }
}
```

Slika 4. Kôd za otvaranje/zatvaranje vrata sa porukom [6]

Zbog simulacije prenosa uživo, potrebno je dodati skriptu (Slika 5) platnima za projektor koja omogućava aplikaciji da pristupi veb kameri (Slika 6).

```C#
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class StreamVideo : MonoBehaviour
{
    static WebCamTexture backCam;
    void Start()
    {
        if (backCam == null) backCam = new WebCamTexture();
        GetComponent<Renderer>().material.mainTexture = backCam;
        if (!backCam.isPlaying) backCam.Play();
    }
    void Update() { }
}
```

Slika 5. Kôd za pristup veb kameri [7]

Slika 6. Pristup veb kameri prikazan na platnima

Pošto nije moguće pratiti predavanja preko ovako malih prikaza, dodato je još jedno nevidljivo platno na sredini amfiteatra sa skriptom (Slika 7) koja joj omogućava da se pritiskom na određene tastere pojavi u uvećanom obliku i nestane. Da bi se neomogućilo kretanje korisnika prilikom uvećanja prikaza dodat je deo kôda u skriptu MouseLook (Slika 8) koji korespondira sa tasterima iz prethodne skripte. Kako bi igrač znao gde ima mogućnost uvećanja prikaza platna potrebno je da stane na osvetljeno polje u 4. redu amfiteatra, da bi mogao da vidi određenu poruku koja se prikazuje pomoću određene manje skripte (Slika 9).

```C#
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class FullScreenWebCam : MonoBehaviour
{

    public Transform myCamera;
    public float distance = 10.0f;

    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
        transform.localScale = new Vector3(0f, 0f, 0f);
    }

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
        if (Input.GetKeyDown("t"))
        {
            Cursor.lockState = CursorLockMode.Locked;
            Cursor.visible = false;
            transform.localScale = new Vector3(2.0f, 2.0f, 1.0f);

            Quaternion rotation = myCamera.rotation;
            Vector3 position = myCamera.position + (rotation * Vector3.forward * distance);
            transform.position = position;
            Time.timeScale = 0;

        }
        else if (Input.GetKeyDown("p"))
        {
            Cursor.lockState = CursorLockMode.None;
            Cursor.visible = true;
            transform.localScale = new Vector3(0f, 0f, 0f);
            Time.timeScale = 1;
        }
    }
}
```

Slika 7. Skripta za uvećan prikaz platna bez kursora miša

```C#
bool MouseActive = true;
    bool mouseCheck = true;

    void Update ()
       {
        if (Input.GetKeyDown("t") && mouseCheck == true)
        {
            MouseActive = !MouseActive;
            mouseCheck = false;
        }
        else if (Input.GetKeyDown("p") && mouseCheck == false)
        {
            MouseActive = !MouseActive;
            mouseCheck = true;
        }
        if (MouseActive)
        {
```

Slika 8. Kôd dodat na MouseLook za blokiranje kretanja

```C#
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class MessageTrigger : MonoBehaviour
{
    bool enter = false;

    // Display a simple info message when player is inside the trigger area
    void OnGUI()
    {
        if (enter)
        {
            GUI.Label(new Rect(Screen.width / 2 - 75, Screen.height - 50, 450, 30),
"Pritisnite 'T' za uvecan prikaz prenosa, a 'P' za izlazak uvecanog prikaza");
        }
    }

    // Activate the Main function when Player enter the trigger area
    void OnTriggerEnter(Collider other)
    {
        if (other.CompareTag("Player"))
        {
            enter = true;
        }
    }

    // Deactivate the Main function when Player exit the trigger area
    void OnTriggerExit(Collider other)
    {
        if (other.CompareTag("Player"))
        {
            enter = false;
        }
    }
}
```

Slika 9. Skripta za prikaz poruke za uvećan prikaz platna

2.3 Prenos uživo (Live streaming)

Za potrebe projekta korišćen je servis za prenos uživo YouTube Live. Da bi opcija za live straming bila omogućena potrebno je kreirati nalog na YouTube, zatim klikom na spostveni kanal od naloga napraviti YouTube kanal. Da bi omogućio prenos uživo, korisnik mora ići na youtube.com/features gde nalazi nekoliko opcija, omogućene ili neomogućene. Klikom na striming uživo, korisnik je poslao zahtev da mu se odobri ta opcija. Do odobrenja dolazi posle minimum 24 sata. Nakon 24 sata korisnik može da pokrene svoj prvi prenos uživo iz YouTube studija. Klikom na kamericu sa plusom u gornjem desnom uglu, korisnik može odabrati da li da započinje prenos uživo ili da doda svoj video snimak na kanal. Odabirom prenosa uživo, korisnik dalje može da izabere opcije, doda opise i tagove, izabere kamere i mikrofone i doda druga potrebna ovlašćenja. Korisnik reguliše dostupnost samog prenosa koji može biti:

- Javni - svi mogu da gledaju prenos
- Privatni - samo je vidljivo korisniku koji je pokrenuo prenos
- Po pozivu - vidljivo je svim korisnicima koji imaju link od prenosa

Svi prenosi se po završetku čuvaju kod korisnika koji ih je pokrenuo. On dalje može da im menja vidljivost, informacije i druge detalje pa čak i da ih trajno ukloni.

2.4 WebGL i dodaci

Nakon izgradnje i pokretanja WebGL, projekat trenutno zauzima određeni port na localhost-u. Zbog bezbednosnih ograničenja na nekim pretraživačima, nije moguće pristupiti ovoj stranici duplim klikom na index.html fajl iz foldera gde je sačuvan WebGL projekat. Da bi se ovo prevazišlo, projekat se može otpremiti na server na Internetu ili ako je potrebno da projekat još neko vreme bude na lokalnom računaru, onda se mogu koristiti lokalni test servisi kao što je XAMPP [8]. Da bi projekat bio dostupan na XAMPP-u treba ga sačuvati u C:/xampp/htdocs folderu. U slučaju da se koristi XAMPP,

format URL-a za pristup aplikaciji je formata localhost/<naziv_foldera>/index.html.

Da bi studenti koji imaju problema sa sluhom mogli da prate predavanja, ispod glavnog ekrana na veb stranici na kojoj se nalazi igra nalazi se pravougaonik koji prikazuje uživo subtitl prenosa koji se generiše u stvarno vreme. Subtitl je omogućen JavaScript kôdom koji omogućava funkciju speech-to-text. Zarad demonstracije ove funkcionalnosti dodat je JavaScript kôd koji omogućava pristup zvučnicima (Slika 10). Sav kôd se nalazi u dve funkcije koje su smeštene u treću, a treća se poziva na index.html stranici. Na taj način je omogućeno istovremeno pozivanje funkcija.

JavaScript

```
function AudioOutputFromMic() {
    var constraints = {audio:true, video:false};
    navigator.mediaDevices.getUserMedia(constraints).then(function(mediaStream) {
    var video = document.querySelector ('video');
    video.srcObject = mediaStream;
    video.play();
}).catch(function(err){
    console.log("Error" + err.message);})}
function SpeechRecognitionFromMic() {
    SpeechRecognition =webkitSpeechRecognition || SpeechRecognition;
    let finalTranscript = '';
    let recognition = new window.SpeechRecognition();
    recognition.interimResults = true;
    recognition.maxAlternatives = 10;
    recognition.continuous = true;
    recognition.lang = "sr-RS";
    recognition.onresult = (event) => {
      let interimTranscript = '';
      for (let i = event.resultIndex, len = event.results.length; i < len; i++) {
        let transcript = event.results[i][0].transcript;
        if (event.results[i].isFinal) {
          finalTranscript += transcript;
        } else {
          interimTranscript += transcript;
        }}
      document.getElementById('translator').innerHTML = finalTranscript + '<h1 style="color:#ddd;">' +
interimTranscript + '</h/>';} recognition.start();}
function start() {
    AudioOutputFromMic();
    SpeechRecognitionFromMic();
  }
  window.onload = start;
```

Slika 10. JavaScript kôd za speech-to-text i audio [9] [10]

2.5 Funkcionisanje aplikacije

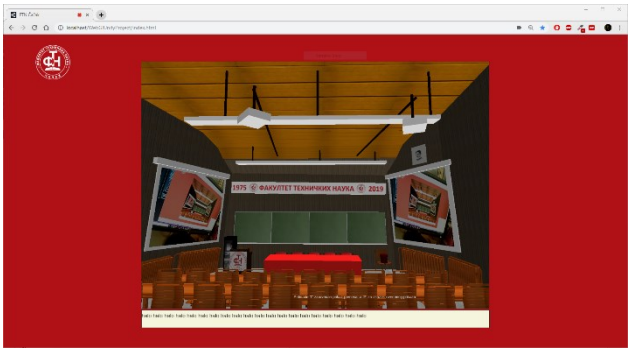
Konačni projekat je napravljen kao demo aplikacija koja simulira rad veb aplikacije koja treba da omogući studentima i studentima sa hendikepom da prate predavanja na Fakultetu tehničkih nauka u Čačku. Veb aplikacija je trebalo da pristupi prenosu uživo sa YouTube kanala i da taj prenos bude prikazan unutar aplikacije. Međutim, zbog manjka resursa i sredstava, kreirana je aplikacija koja simulira sve funkcionalnosti koje treba da sadrži profesionalno urađena aplikacija.

Uređaji pomoću kojih je ta simulacija omogućena su zvučnici (1), dve veb kamere (2), eksterna zvučna karta (3), mikrofon (4), USB hub (5), miš (6) i laptop (7) (Slika 11).

Slika 11. Uređaji korišćeni u simlaciji

Veb aplikacija pristupa jednoj veb kameri, dok YouTube prenos uživo koristi drugu. Ovo je urađeno zato što trenutno nije omogućen pristup jednoj veb kameri od dve različite aplikacije. Pristup samom YouTube prenosu iz Unity aplikacije je moguće uz pomoć određenih dodataka koji se plaćaju.

Audio koji je prvobitno bio omogućen unutar Unity projekta nije podržan od strane WebGl-a (postoje određeni dodaci koji se plaćaju). Zbog toga pristup mikrofonu i audio se vrši iz samog pretraživača. Govorom u mikrofon se prikazuje subtitl ispod igre na veb stranici i audio se čuje preko zvučnika. Miš i strelice na tastaturi se koriste pri kretanju igrača unutar aplikacije (Slika 12).



Slika 12. Prva verzija demo aplikacije

3. ZAKLJUČAK

Aplikacija opisana u ovom radu predstavlja detaljniji prikaz prolaza kroz hol i amfiteatar fakulteta i primer rezultata koji se dobija primenom i korišćenjem alata za 3D modelovanje, simulaciju, prenos uživo i kreiranje veb aplikacija. Uz dalji rad, sredstva i resurse može se kreirati prikaz celog fakulteta i omogućiti praćenje predavanja iz svih učionica i kabineta. Takođe, kao dodatak aplikaciji bila bi jedna verzija aplikacije koja bi omogućila slepim i slabovidim studentima da pristupe predavanjima uz pomoć govornih komandi u aplikaciji. Svaki student bi imao svoj privatni nalog uz pomoć kog bi mogao da pristupi prenosima unutar virtuelnog prolaza i postojale bi chat rooms unutar aplikacije kako bi studenti mogli da postavljaju pitanja profesorima (za slepe i slabovide bi bila omogućena opcija koja koristi speech-to-text tehnologiju kako bi mogli da postavljaju pitanja). Konačna aplikacija bi mogla biti dostupna na sajtu Fakulteta tehničkih nauka u Čačku, gde bi bilo moguće da svako bez naloga ima pristup virtuelnom prolazu fakulteta kako bi se bolje upoznao sa enterijerom.

LITERATURA

[1] Animation. (20. septembar 2019.) Preuzeto sa Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Animation

[2] Simulation. (20. septembar 2019). Preuzeto sa Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Simulation

[3] Web application. (20. septembar 2019). Preuzeto sa Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Web_application.

[4] Live streaming. (20. septembar 2019). Preuzeto sa Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Live_streaming

[5] Radičević, S. (2015). Virtuelni prolaz kroz Fakultet tehničkih nauka u Čačku. Čačak

[6] [Unity 3D] "Openable Door" | Tutorial [UPDATED SCRIPT]. (20. septembar 2019). Preuzeto sa YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=vfL7kQeZtic

[7] CameraScript. (20. septembar 2019). Preuzeto sa GoogleDrive: https://drive.google.com/file/d/0B__1zp7jwQOKVVBlU0xTSV9zN3M/view

[8] Scripting. (20. septembar 2019). Preuzeto sa Unity Documentation: https://docs.unity3d.com/Manual/ScriptingSection.html

[9] Unity - C# Object Scale From Script (Tutorial). (20. septembar 2019). Preuzeto sa YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=HifnNz0bIrA A

[10] Unity - How to attach a script to a game object. (20. septembar 2019). Preuzeto sa YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=WbtM6QCKyxY

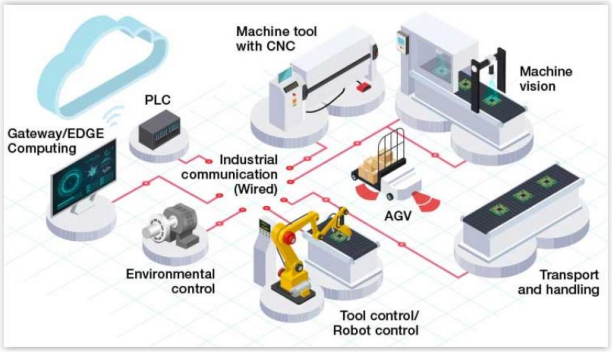
ZNAČAJ UMREŽAVANJA HMI UREĐAJA ZA INDUSTRIJU 4.0
THE IMPORTANCE OF NETWORKING HMI DEVICES FOR INDUSTRY 4.0

Slobodan Aleksandrov[1], Jelena Erić Obućina[1], Ivana Terzić[1] Zvonko Petrović[1]
Visoka tehnička mašinska škola strukovnih studija Trstenik[1]

Sadržaj *– Inovacije, nove tehnologije i obrazovanje su glavni faktori za razvoj savremenog društva. Koncept Industrije 4.0 je model kome treba stremiti, kako bi proizvodni i poslovni procesi bili efikasniji i konkurentni na globalnom tržištu. U ovom radu prikazan je značaj umrežavanja svih komponenti savremenih industrijskih sistema. Detaljno je opisano umrežavanje HMI uređaja sa upravljačkim PLC uređajima, senzorima, web kamerama i pametnim uređajima u LAN i WAN. Primenom internet tehnologija i servisa moguće je ostvariti bezbedan i siguran daljinski nadzor i upravljanje industrijskim sistemima.*
Ključne reči: *Industrija 4.0, HMI, PLC, SCADA, umrežavanje.*
Abstract – *The main factors for development of modern society are innovations, new technologies, and education. Industry 4.0 concept is a model to strive for in order to be efficient and competitive in the global market for production and business processes. This paper shows the importance networking all components of modern industrial systems. The HMI devices networking with PLC controllers, sensors, webcams and smart devices in LAN and WAN is described in detail. By using Internet technologies and services, it is possible to achieve safe and secure remote monitoring and control of industrial systems.*
Keywords: *Industry 4.0, HMI, PLC, SCADA, networking.*

[1] UVOD

Globaliazcija u svim sverama industrije i društva neminovno dovodi do unapređenja kavaliteta proizvoda, povećanja efikasnosnosti i produktivnosti, kao i dostizanje konkurentnih cena proizvoda. Da bi proizvođaći bili konkurentni na tržištu, neophodna je primena najnovijih tehnologija u planiranju, poslovanju i proizvodnji. Industrija 4.0 omogućava umrežavanje na svim nivoima poslovanja, implementaciju novih tehnologija i sasvim nov pristup u proizvodnji i održavanju. Koncept Industrije 4.0 zasniva se na digitalnoj transformaciji planiranja i proizvodnje, sveoubuhvatnom umrežavanju hardvera, primeni novih internet servisa i tehnologija. Najznačajnije tehnologije za Industriju 4.0 su: računarstvo u oblaku, Internet stvari i servisi, analiza velikih baza podataka, veštačka inteligencija, mobilno umrežavanje, pametni senzori, pametni aktuatori, pametni telefoni, tablet uređaji, IP kamere, PLC, HMI, SCADA, RFID čip, QR kod, mikromehanički sistemi (MEMS), robotika, CNC, CAD/CAM i inovativni uređaji za razmenu podataka [1]. Svi proizvodni moduli mogu se kombinovati sa različitim platformama i na taj način se lako prilagođavati različitim proizvodnim konceptima. Razvojem novih internet servisa unapređuje se interakcija ljudi, mašina i procesa, povećava fleksibilnost, transparentnost proizvodnih procesa i personalizacija proizvodnje. Digitalizacijom poslovanja i primenom informacionih tehnologija u skladu sa principima Industrije 4.0, omogućava se proaktivno održavanje sa minimalnim zastojima, dijagnostika i održavanje sa bilo kog kraja sveta. Novi pristup u organizaciji omogućava kvalitetnu i fleksibilnu proizvodnju koja se može brzo prilagoditi zahtevima tržišta, interakciju kupca i proizvoda u procesu proizvodnje i slično. Na slici 1 prikazani su elementi industrijskih sistema neophodni za implementaciju Industriju 4.0 u realnom svetu proizvodnje.



Slika 1: Elementi industrijskih sistema neophodni za implementaciju Industrije 4.0 [2]

Postojeće automatizovane fabrike uz minimalne izmene mogu koristiti benefite Industrije 4.0. U postojeće SCADA sisteme neophodno je dodati pametne senzore, mrežne komponente i inovativne uređaje za razmenu podataka, kako bi integrisali industrijski sistem u globalnu WAN mrežu, odnosno kreirati „pametne fabrike“.
Značaj koncepta Industrije 4.0 tema je mnogih stručni i naučnih radova. Autor F. Zezulka i dr. u radu [3] prezentovali su model referentne arhitekture Industrije 4.0. Pregled mrežnih tehnologija u Industriju 4.0 i način realizacije nastave u visokoj školi The School of Engineering Technology (SET) at McMaster University prezentovali su autori I. Singh i dr. u radu [4]. U radu [5] autor T. Lojka i dr. predstavljaju nove mogućnosti komunikacije u industriji, sa posebnim osvrtom na akviziciji podataka. Autori A Setiawan i dr. u svom radu [6] su realizovali istraživanje o efikasnosti primene SCADA sistema koji koriste PLC i HMI u odnosu na klasičan ančin upravljanja. Dobijeni rezultati pokazuju da je primenom PLC-a i HMI povećana produktivnost za 6.1% i smanjeni troškovi proizvodnje za 6.7%.

[2] KARAKTERISTIKE INDUSTRIJSKIH SISTEMA

Razvoj komunikacione mrežne infrastrukture i Interneta omogućava daljinski nadzor i upravljanje procesima u realnom vremenu. Cilj primene Internet upravljanja nije da zameni lokalne upravljačke kontrolere, već da omogući praćenje i nadzor procesa u realnom vremenu, daljinsku promenu parametara na upravljačkim sistemima, reprogramiranje kontrolera, sinhronizaciju rada procesa, pokretanje i zaustavljanje sistema, video nadzor sa bilo koje geografske pozicije. Kod Internet upravljanja potrebno je imati u vidu sledeća ograničenja: kašnjenje prouzrokovano Internet infrastrukturom i saobraćajem, istovremeni pristup više korisnika, bezbednost sistema i mogućnost pristupa preko Web pretraživača. SCADA (*eng. Supervisory Control and Data Acquisition*) - omogućava sofisticiranu obradu prikupljenih podataka, nadzor i upravljanje procesima. Savremena industrijska proizvodnja zasniva se na primeni konvencionalnih SCADA sistema korišćenjem industrijskih upravljačkih računara i HMI uređaja. Centralizovan nadzor i upravljanje procesima vrši se preko SCADA sistema. Industrijski standardi povezivanja PLC-a, merno-regulacione opreme, industrijskih i personalnih računara su veoma različiti u zavisnosti od proizvođača upravljačke opreme. Svaki od mrežnih standarda, kao što su: Ethernet, Device-Net, CompoBus/S, Host Link, PROFIBUS-DP, Controller Link, AS-Interface, CANopen, ima svoje specifičnosti. Osnovni problem predstavlja nekompatibilnost opreme, što stvara velike troškove kod održavanja i proširenja sistema za nadzor i upravljanje.

Internacionalna računarska mreža, koja predstavlja globalnu mrežu na bazi TCP/IP protokola omogućava brzo prikupljanje velikog broja informacija iz različitih oblasti interesovanja. Zahvaljujući otvorenoj arhitekturi i standardizovanom softveru, internet tehnologije u novije vreme sve veću primenu nalaze u nadzoru i upravljanju industrijskim procesima. Sve prisutnije korišćenje brzih LAN kanala (Ethernet IEEE 802.3) i protokola TCP/IP, pružaju izuzetnu brzinu i propusnost, kao i proširenje opcija u pogledu protokola razmene podataka. Ovaj standard omogućava povezivanje mernih pretvarača u akvizicioni sistem LAN tipa, gde je problem rastojanja kod prenosa podataka eliminisan.

Upravljanje sistemom vrši se preko PLC-a i HMI-a, koji veoma često nisu kompatibilni. Da bi se prevazišao problem nekompatibilnosti hardverskih komponenti razvijen je standardni interfejs za komunikaciju između ovakvih sistema – OPC (*OLE for Process Control*). OPC je definisan kao otvoren industrijski standard baziran na tehnologijama OLE, ActiveX, COM i DCOM, koji obezbeđuje operativnost između različitih uređaja sistema upravljanja. OPC specifikacija obuhvata sledeće elemente SCADA sistema:

- *OPC Data Access* - obezbeđuje trenutan pristup podacima sa različitih hardverskih uređaja
- *OPC Alarm and Event Handling* – upravlja alarmima i događajima
- *OPC Historical Data Access* – obezbeđuje pristup podacima iz baze podataka
- *OPC Data Exchange* – definiše kako OPC server vrši razmenu podataka sa drugim OPC serverom
- *OPC Batch* – obezbeđuje obradu podataka o tehnološkim postupcima i uređajima u procesu
- *OPC security* – definiše sistem za bezbedan pristup podacima iz procesa.

Ako se razmena podataka SCADA sistema vrši preko OPC servera, sve izmene na hardverskom delu sistema se veoma lako definišu i integrišu u postojeći sistem. Sistemi bazirani na OPC serveru omogućavaju izgradnju otvorenog sistema, koji se može proširivati i integrisati sa drugim informacionim sistemima.

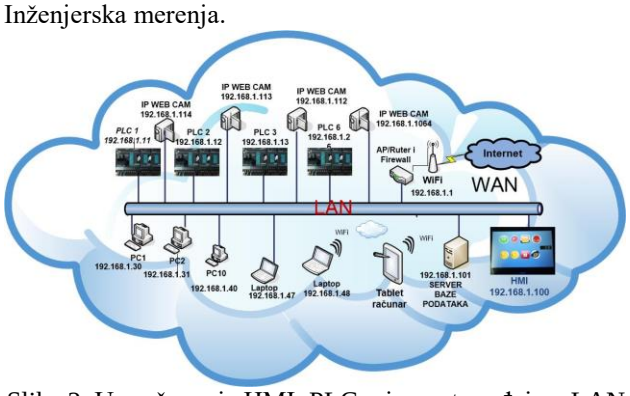
U automatizovanim proizvodnim procesima svaka mašina u proizvodnom lancu ima svoj upravljački računar (PLC) i svoj HMI uređaj, koji su povezani serijskom vezom RS232/RS485. Komunikacija na nivou industrijskog procesa, vrši se umrežavanjem svih PLC-a, servera i računara u lokalnu računarsku mrežu (LAN). HMI (Human Machine Interface) uređaj omogućava praćenje svih parametara sistema u realnom vremenu, vizuelizaciju tehnološkog procesa, jednostavnu interakciju između mašine i operatera, pristup bazi podataka, prikaz alarma, grešaka i grafički prikaz svih neophodnih informacija. HMI u slučaju opasnosti generiše alarmna stanja na svom displeju preko animiranih grafičkih i zvučnih upozorenja. Operateri preko grafičkog interfejsa mogu veoma lako da prate proizvodni proces u realnom vremenu i po potrebi vrše otklanjanje grešaka i promene parametara sistema prema svojim ovlašćenjima. Sigurnosna funkcija HMI pruža više nivoa pristupa i više stotina korisničkih naloga, a svaki nivo i korisnik mogu imati različite lozinke.

Internet mreža predstavlja globalnu mrežu otvorene arhitekture, kod koje je teško osigurati integritet sistema upravljanja, jer postoji mogućnost na nepoželjni korisnici ugroze bezbednost sistema. Osnovni sigurnosni zahtev u upravljanju sistemima je da fizičke veličine i parametri procesa ostanu u zadatim granicama, bez obzira na bilo kakve spoljne i unutrašnje poremećaje. Potencijalni rizik korišćenja Interneta u upravljanju procesima, treba sistemski definisati prilikom projektovanja arhitekture distribuiranog upravljačkog sistema. Siguran pristup lokalnom upravljačkom sistemu može obezbediti već postojećim internet sigurnosnim metodama.

[3] KONFIGURACIJA MREŽNIH PARAMETARA HMI UREĐAJA I PLC-A

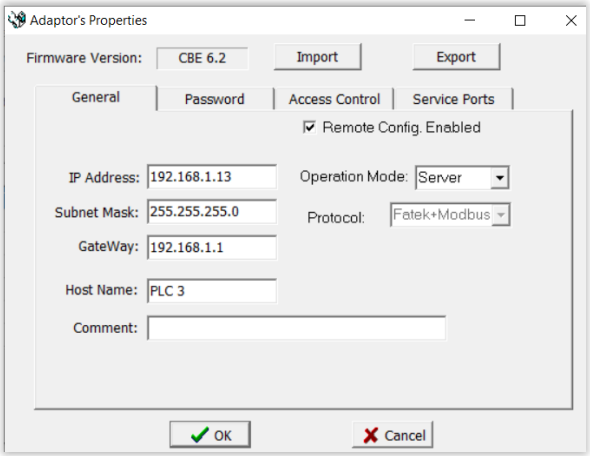
Koncept Industrije 4.0 zasniva se na globalnom umrežavanju svih komponenti sistema, akviziciji i obradi velike količine podataka i upravljanju u realnom vremenu. Na slici 2 prikazana je konfiguracija LAN mreže PLC-a, HMI uređaja, računara, servera baze podataka, IP web kamera, tablet računara i pametnih uređaja. Svaki od uređaja ima definisanu jedinstvenu IP adresu. Svaki PLC poseduje mrežni modul sa RJ45 priključkom ili WiFi modul za bežičnu komunikaciju sa jedinstvenim IP adresama. LAN mreža je preko rutera povezana na Internet, tako da je moguć daljinski pristup HMI uređaju ili bilo kom PLC-u. Mreža je realizovana u kabinetu

mehatronike Visoke tehničke mašinske škole strukovnih studija u Trsteniku, i koristi se za realizaciju nastave na osnovnim, specijalističkim i master strukovnim studijama. Laboratorijske vežbe se realizuju iz predmeta: Programibilni kontroleri, Industrijska informatika, Osnove automatskog upravljanja, Mehatronski sistemi i Inženjerska merenja.



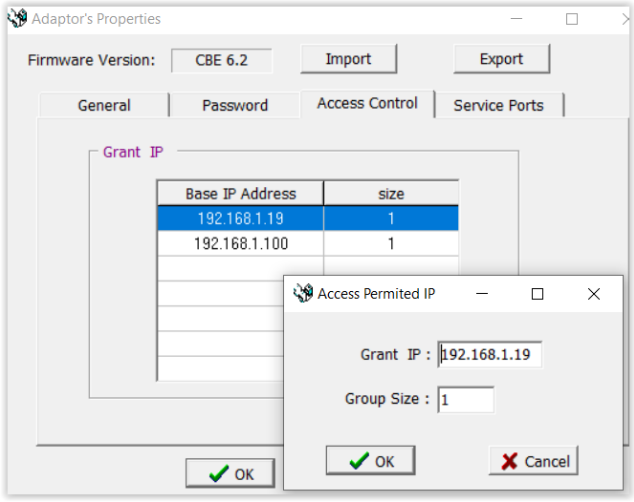
Slika 2. Umrežavanje HMI, PLC-a i smart uređaja u LAN i WAN mrežu

Za nadzor i upravljanje koristi se HMI uređaj Fatek P5102N sa ugrađenim mrežnim modulom. Posebnost ove LAN mreže ogleda se u tome da se koristi samo jedan HMI uređaj, koji omogućava pristup i upravljanje svih PLC-a u lokalnoj računarskoj mreži. HMI uređaju se dodeljuju jedinstvena IP adresa, mrežna maska i ostali mrežni parametri. U laboratoriji je šest Fatek PLC-a sa mrežnim modulima koji su deo LAN mreže. Upravljanje se vrši tako što se kod kreiranja upravljačkog programa HMI dodaju tagovi, odnosno, za svaki fizički ulaz/izlaz PLC-a, navede fizička adresa senzora/aktuatora lokalnog PLC-a i njegova mrežna adresa. Svi elementi upravljačkog sistema su povezani tako da omogućavaju prenos informacija od senzora i aktuatora didaktičkih sistema do upravljačkih PLC-a i baze podataka HMI-a. Didaktički sistemi preko PLC-a upravljaju elektropneumatskim sistemima, električnim motorima, CNC mašinama i slično. Za svaki PLC vrši se konfiguracija mrežnih parametara: IP adresa, mrežna maska, Gateway, DNS, OPC server. Na slici 3 prikazan je postupak definisanja mrežnih parametara PLC-a.



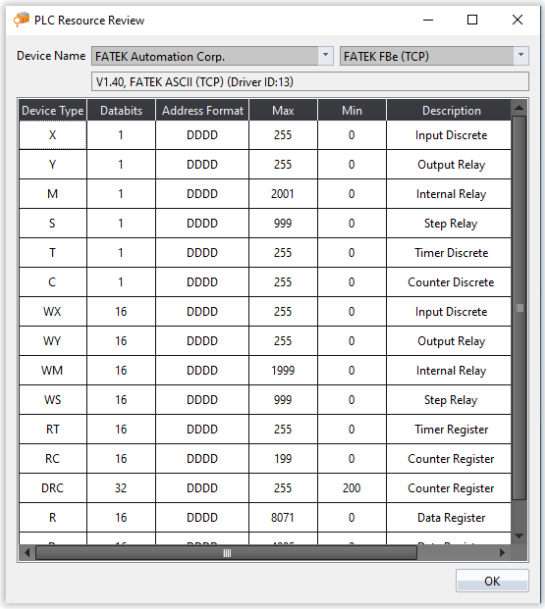
Slika 3 . Konfigurisanje mrežnih parametara PLC-a

Za definisanje mrežnih parametara Fatek PLC-a koristi se softver *Fatek Ethernet module configuration*, a za programiranje PLC-a softver *Fatek WinProloadder*. Kod korišćenja mrežnih resursa, od izuzetne važnosti su sigurnost i bezbednost pristupa. Zaštita PLC od neovlašćenog pristupa sa drugih mrežnih uređaja, vrši se definisanjem IP adresa sa kojih se može pristupati PLC-u. Na slici 4 prikazan je ovaj postupak: zadate su dve IP adrese sa kojih se može pristupati resursima PLC-a. Prva IP adresa se odnosi na mrežnu adresu tablet uređaja pomoću koga operater vrši praćenje parametara sistema, dok se druga IP adresa odnosi na mrežnu adresu HMI uređaja.



Slika 4. Definisanje IP adresa koje mogu pristupiti PLC-u

Pristup svakom od PLC-a omogućava uvid u stanje svih njegovih fizičkih ulaza, izlaza, stanje internih registara, brojača, tajmera i mrežnih parametara (slika 5).



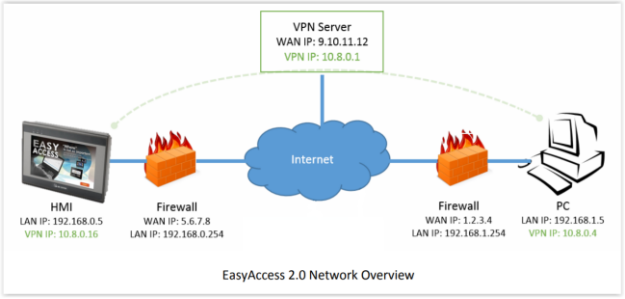
Slika 5. Pristup fizičkim ulazima/izlazima PLC-a

Na slici 6 prikazan je postupak zadavanja parametara HMI uređaja. Za svaki PLC kome pristupa HMI zadaje se ime PLC-a, njegov broj, jedinstvena IP adresa i port. Napredni modeli HMI uređaja imaju ugrađene mrežne module, WiFi, softversku podršku za OPC, integrisan

Web server i druge mrežne protokole. Za daljinski pristup PLC-u potrebno je proslediti odgovarajući port, i te portove firewall-a otvoriti na ruteru. Ovaj postupak stvara veliki bezbednosni rizik, za spoljašni neovlašćen pristup.

Slika 6. Definisanje IP adresa PLC-a u HMI interfejsu

Za sigurniji pristup koriste se virtuelne privatne mreže (VPN). Karakteristična „VPN mreža u oblaku“ sadrži lokalni VPN ruter, cloud-hosted VPN server, VPN klijent i konekciju sa komponentama industrijskog sistema. Širok je spektar komercijalnih aplikacija za VPN. Jedna od aplikacija je EasyAccess 2.0, koja obezbeđuje siguran i pouzdan prenos industrijskih podataka putem Interneta. EasyAccess omogućava bezbedan daljinski pristup preko VPN servera bilo kom PLC-u ili HMI-u (slika 7). Korišćenjem VPN podiže se nivo sigurnosti sistema, kao i daljinska dijagnostika, konfigurisanje i održavanje PLC-a i HMI-a.



Slika 7. Daljinski pristup HMI-u preko VPN servera [7]

Aplikacija EasyAccess 2.0 je dostupna za Android i iPad platforme, čime se omogućava daljinski pristup HMI uređajima preko svih mobilnih pametnih uređaja. Prenos podataka vrši se enkripcijom. Bezbedan i siguran pristup omogućava daljinski pristup sa bilo koje lokacije u svetu, konfigurisanje bilo kog PLC-a i HMI panela u LAN mreži, promenu upravljačkih programa i parametara sistema [7].

Za programiranja Fatek HMI uređaja koristi se specijalizovani softver Fatek FvDesigner. Kod definisanja elemenata upravljačkog sosftvera HMI uređaja, bira se željeni PLC u mreži, zatim sledi izbor željenog fizičkog ulaza ili izlaza PLC-a, interne promenljive ili željenog registra. Na ovaj način vrši se povezivanje virtuelnih elemenata HMI sa izabranim PLC-om, kao i odgovarajućim senzorima i aktuatorima. Na slici 8 prikazan je postupak definisanja tagova PLC-a u HMI panelu u LAN mreži.

Slika 8. Definisanje tagova PLC-a u HMI panelu

4. ZAKLJUČAK

Primena koncepta Industrije 4.0 omogućava savremen pristup u planiranju, poslovanju i industrijskoj proizvodnji. Implementacija novih internet tehnologija obezbeđuje daljinski nadzor i upravljanje industrijskim sistemima u realnom vremenu. Umrežavanje industrijskih sistema i korišćenje internet servisa zahteva primenu hardverskih i softverskih bezbednosnih sistema. Od veoma velike važnosti je pravovremena implementacija novih tehnologija u obrazovni sistem, stručno usavršavanje inženjera i primena novih tehnologija u proizvodnim i poslovnim sistemima.

LITERATURA

[1] https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/

[2] http://www.ti.com/applications/industrial/industry-4-0.html

[3] F. Zezulka, P. Marcon, I. Vesely, O. Sajdl: Industry 4.0 – An indructioin in the phenomenon, IFAC (International Federation of Automatic Control) Hosting by Elsevier, ScienceDirect, 2016.

[4] Ishwar Singh, Nafia Al-Mutawaly and Tom Wanyama: Teaching network technologies that support Industry 4.0, Canadian Engineering Education Association (CEEA15). Canada, 2015.

[5] T. Lojka, M. Bundzel, I. Zolotová: Industrial gateway for data acquisition and remote control, Acta Electrotechnica et Informatica, Vol. 15, No. 2, 43–48, 2015.

[6] A. Setiawan, Sugeng, K. I. Koesoema, S. Bakhri and J. Aditya: The SCADA system using PLC and HMI to improve the effectiveness and efficiency of production processes, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 550, 2019.

[7] https://www.logic-control.com/datasheets/16/Manuals/Easy_Access_2.0_Manual.pdf

PRIPREMA PODATAKA PRILIKOM UPOTREBE DEEP LEARNING METODA U KLASIFIKACIJI RADIO EMISIJA
DATA PREPROCESSING IN DEEP LEARNING METHODS FOR RADIO EMISSION CLASSIFICATION

David Novaković, Mladen Ranđić, Jovan Bajčetić
Vojna akademija, Beograd

Sadržaj *– U ovom radu je opisan postupak pretprocesuiranja slika koje će biti iskorišćene za pravljenje baze neophodne za razvoj modela konvolucione neuronske mreže koja za zadatak ima da prepozna i klasifikuje modulisane radio spektre. Pored slika koje su iskorišćene za pravljenje trening baze, takođe se obrađuju i one koje služe za tesiranje funkcionalnosti modela. Priprema slika se odnosi na filtraciju i izdvajanje izraženih korisnih komponenata u spektru u odnosu na ambijentalni šum i smetnje. Kao glavni metod za obradu slike su iskorišćene statističke i matematičke metode.*

Abstract *- This paper describes a procedure for image preprocessing that will be used to create the base necessary to develop a model of a convolutional neural network which task is recognizing and classifying modulated radio spectra. In addition to the images wich are used to create the training base, those that serve to test the functionality of the model are also processed. Image preprocessing refers to the filtration and separation of expressed useful components in the spectrum compared to ambient noise and interference. Statistical and mathematical methods were used as the main image processing methods.*

1. UVOD

Ljudski vid je najmoćnije i najkompleksnije čulo kod čoveka. On nam čini dostupnim neophodne informacije za obavljanje osnovnih ljudskih radnji poput prepoznavanja oblika, ali i osnovu za obavljanje znatno kompleksnijih kognitivnih funkcija (planiranje, donošenje odluka, razvoj intelekta, itd.). Tome u prilog ide ona čuvena kineska poslovica: „Jedna slika govori više od hiljadu reči“. Gotovo svi mediji danas koriste sliku da bi prikazali ili približili informaciju svojim gledaocima, čitaocima, te je tako velika neophodnost za optičkim informacijama i prenosom slike omogućila nagli razvoj obrade slike upotrebom računara. Prvi koraci u domenu digitalne obrade slike su učinjeni u NASA-inoj laboratoriji za mlaznu propulziju u Pasadeni, u Kaliforniji, a ticali su se procesuiranja satelitskih slika Meseca. Na taj način je nastala naučna oblast nazvana „Digitalna obrada slike“ (u daljem tekstu DOS). Od tada, ova oblast se nezadrživo razvila i donela tehnološki doprinos u različitim domenima kao na primer: naučnom istraživanju, TV industriji, industriji grafičke umetnosti, medicini, kao i telekomunikacijama, što i jeste tema ovog rada [1].

Prepoznavanje objekata je veoma važan zadatak DOS-a, dok se kao alat za dostizanje tog cilja koriste razni modeli za opisivanje oblika. Postoji nekoliko šema za opisivanje oblika koji su podeljeni u dve grupe: eksterne i interne šeme. Eksterne koriste granice objekata i njihove karakteristike, dok interne koriste regije unutar tih objekata.

Kako bi se unapredilo istraživanje na polju konvolucijskih neuronskih mreža kojima se vrši prepoznavanje i klasifikacija modulisanog radio spektra, digitalna obrada slike se javlja kao prikladan alat za izdvajanje korisnih signala. Nasuprot nekim već dobro poznatim šemama za procesuiranje, u ovom radu su iskorišćene matematika i statistika kao sredstvo za dobijanje željenih rezultata.

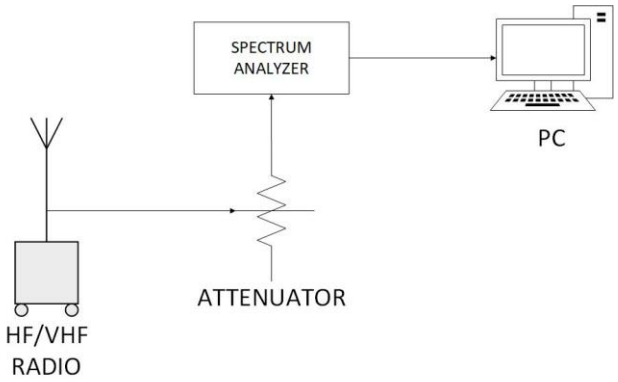
Statističke metode koje su primenjivane u ovom radu su rađene na osnovu uzoraka spektra koji su mereni u diskretnim trenucima sa podjednakim vremenskim intervalima između susednih momenata uzorkovanja u datom fekvencijskom opsegu. Ključnu ulogu u prikupljanju podataka ima diskretna Furijeova transformacija koja razlaže funkciju signala u zavisnosti od vremena u njegove sastavne komponente. Pojam Furijeove transformacije se odnosi na matematičku operaciju kojom se povezuju frekvencijski domen sa funkcijom vremena. Ona prikazuje količinu frekvencije prisutne u izvornoj funkciji [2].

Pored same Furijeove transformacije, neophodno je ispoštovati i Nikvist-Šenonovu teoremu o odabiranju. U oblasti digitalne obrade signala, teorema uzorkovanja je osnovni spoj između kontinualnog i diskretnog signala. Ona definiše neophodan uslov za brzinu uzorkovanja kojom je moguće prikupiti sve informacije iz kontinualnog signala konačne propusnosti. Teorema uzorkovanja uvodi koncept brzine uzorkovanja koja je dovoljna za savršenu vernost klase funkcija koje su ograničene na dati opseg frekvencija, tako da se u procesu uzorkovanja ne gube stvarne informacije. Ona glasi: Analogni signal čiji je spektar ograničen (od 0 do neke maksimalne učestanosti) je jednoznačno određen odbircima ako je učestanost odabiranja minimalno jednaka dvostrukoj maksimalnoj učestanosti [3].

2. AKVIZICIJA I PRIKUPLJANJE PODATAKA

Prvi korak u razvoju modela je skladištenje slika u bazu podataka koja se koristi kao izvor za algoritme neuronske mreže. Slike su predstavljene spektrogramom i polarnim prikazom unutar definisanog frekvencijskog opsega, a proces stvaranja slike je rađen pomoću Matlab softverskog okruženja koje omogućava povezivanje sa širokim

opsegom hardverskih rešenja za prikupljanje podataka. Kao akvizicijska platforma za vršenje merenja spektra signala korišćen je Tektronix RSA306B USB analizator spektra. On omogućuje analizu spektra u realnom vremenu, detaljnu analizu signala i raspon merenja od +20 dBm do -160 dBm za signale koji pripadaju frekvencijskom opsegu od 9 kHz do 6,2 GHz. Na strani prenosa testiranog komunikacijskog sistema korišćeni su uređaji za generisanje modulisanog radio signala, tako da je neuronska mreža mogla pravilno biti obučena na osnovu unapred definisanih obrazaca. Predaja je realizovana korišćenjem Thales HF i VHF uređaja kao pogodnih predajnika za tu svrhu, jer nude mogućnost različitih modulacionih modova koji su između 15 MHz i 30 MHz, odnosno 30 MHz i 88 MHz, respektivno. Ti frekvencijski opsezi se intenzivno koriste u VF i VHF taktičkim vojnim komunikacijskim sistemima. Modulacije koje su korištene u ovom istraživanju su amplitudna modulacija (AM), frekvencijska modulacija (FM), digitalna frekvencijska modulacija (FSK) i brzo frekvencijsko skakanje (FFH). Za proces istraživanja, sistem komunikacije je formiran kao što je prikazano na Slici 1 sa ciljem sprečavanja izobličenja signala usled smetnji i željenih produkata modulacije koristeći odgovarajući atenuator potreban da se izbegne preopterećenje prijemnika.

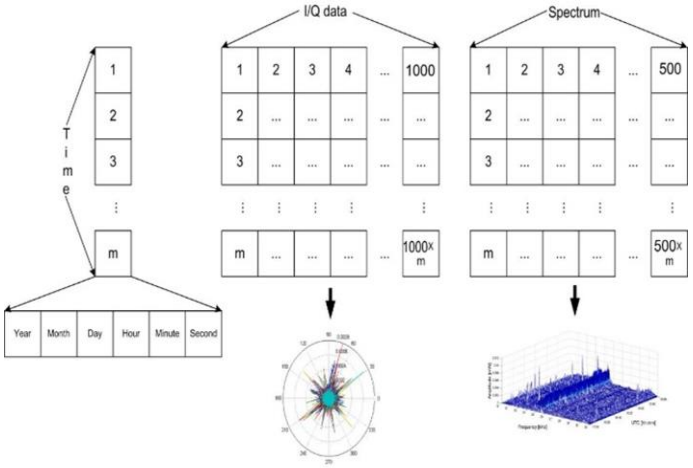


Slika 1. Postavka eksperimenta

Spektrogram napravljen od uzorkovanog primljenog signala generisan je VHF uređajem između 30 MHz i 55 MHz za tehnike FFH, FSK i FM modulacije. Za taj frekvencijski opseg merenja su izvršena za sto (100) različitih modulisanih nosilaca sa korakom od 250 kHz između njih (100 snimaka). Za svaku frekvenciju, frekvencijski opseg od 15 MHz uzorkovan je u petsto (500) tačaka. Svaki snimak je pomoću Matlab programa čuvan u u strukturi koja sadrži tri (3) matrice. Te matrice čuvaju vreme u tri stotine (300) uzoraka svakog snimka za frekvencijski opseg od 15 MHz tokom otprilike 2,5 sekunde. Druga matrica se sastoji od IQ podataka za broj odbiraka 300, a treća matrica se sastoji od spektra signala generisanog FFT-om (brzom Furijeovom transformacijom). (Slika 2.)

Kako bi se dokazala funkcionalnost dobijenog modela, prikupljena je i baza podataka od trinaest (13) slika na kojima se nalaze različiti modulisani radio spektri, a koje nisu iskorišćene za treniranje modela.

Podaci neophodni za realizaciju filtra su skladišteni u dvodimenzionalnoj matrici koja sadrži vrednosti snage signala u odnosu datom vremenskom trenutku i na datoj frekcenciji frekvenciji.



Slika 2. Struktura prikupljenih podataka

3. PROCES FILTRACIJE

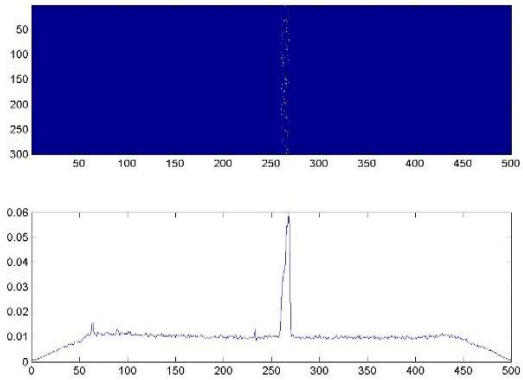
Model filtracije se oslanja na standardnu devijaciju koja predstavlja apsolutnu meru odstupanja vrednosti iz posmatranog skupa u odnosu na aritmetičku vrednost, odnosno daje vrednost korena srednjeg kvadratnog odstupanja i dobija se formulom:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2} \qquad (1)$$

Vrednost devijacije je određivana za svaku od pet stotina (500) diskrenih vrednosti frekvencije u tri stotine (300) diskretnih vremenskih trenutaka. Na ovaj način su dobijane vrednosti na osnovu kojih je moguće uočiti na kojim frekvencijama se dešavaju veća odstupanja, odnosno gde se javljaju signali koji bi mogli biti od važnosti za analizu. Ovim metodom su uočene i izuzeno kratkotrajne promene u nivou signala, te je tako model upotrebljiv i za uočavanje brzog frekvencijskog skakanja. (Slika 3)

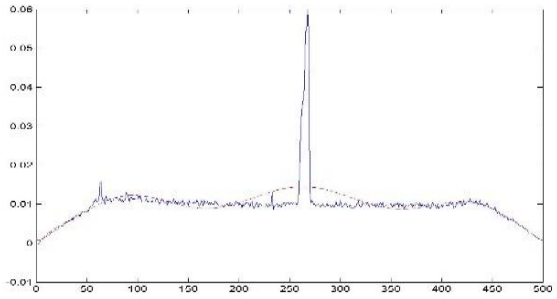
Nakon ovoga su iskorišćene funkcije predefinisane u Matlab-u:

-**polyfit** koja daje koeficijente polinoma p(x) n-tog reda kojim je devijacija približno definisana kao funkcija, kao i
-**polyval** kojom se računaju vrednosti polinoma p(x) u diskretnim trenucima što se može uočiti na Slici 4.



Slika 3: Prikaz spektrograma na kojem je prikazano frekvencijsko skakanje i devijacije na kojem se uočavaju frekvencije od važnosti

Množenjem matrica koje sadrže vrednosti devijacije i dobijenog polinoma dodatno se izražavaju odstupanja na istaknutim frekvencijama. Nakon toga se od dobijenog rezultata oduzima njegova srednja aritmetička vrednost uvećana za vrednost njegove standardne devijacije zbog povećanja praga ispod kojeg se potiskuje signal. Postupak potiskivanja signala se izvršava zahvaljujući brojaču koji ima vrednost jedan (1) na frekvencijama gde je nivo devijacije veći od praga.



Slika 4: Prikaz devijacije (plava linija) i polinoma p(x) (crvena isprekidana linija) na diskretnim frekvencijama

Nakon toga, množenjem brojača sa spektrom signala u svih tristo (300) vremenskih trenutaka, dobijaju se vrednosti izraženih signala u spektru.

Matlab kod za filtraciju:

```
%%%%traženje izraženih komponenti%%%%%

brojac(C)=0; %%%% C predstavlja broj
kolona u matrici koja sadrži spektar

for i=1:C
    if f1(i)*devijacija(i) >
std(devijacija)+mean(devijacija)
        brojac(i)=1;
    end
end

%%%%filtracija signala

for j=1:R  %%%% R predstavlja broj
redova u matrici koja sadrži spektar
    for i=1:C
resenje.spektar(j,i)=resenje.spektar(j
,i)*brojac(i);
    end
end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

Dodatno je vršena filtracija unutar svake frekvencije u slučaju da postoji signal koji je kraćeg trajanja od perioda tokom kojeg se odabira signal. Filtracija po vremenskoj osi je urađena samo na frekvencijama na kojima se uočava signal višeg nivoa u odnosu na ostale frekvencije. Signali koji su potisnuti su birani u odnosu na nivo od 50% maksimalne snage na zadatoj frekvenciji.

Matlab kod za filtraciju po vremenu:

%%%%filtracija signala po vremenu%%%%%

brojac1(R,C)=0;

for i=1:C
    if brojac(i)>0
        for j=1:R
            if resenje.spektar(j,i) >
0.5*max(resenje.spektar(:,i))
            brojac1(j,i)=1;
            end
        end
    end
end
%%%%filtracija signala

for i=1:C
    if brojac(i)>0
        for j=1:R

resenje.spektar(j,i)=resenje.spektar(j
,i)*brojac1(j,i);
        end
    end
end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

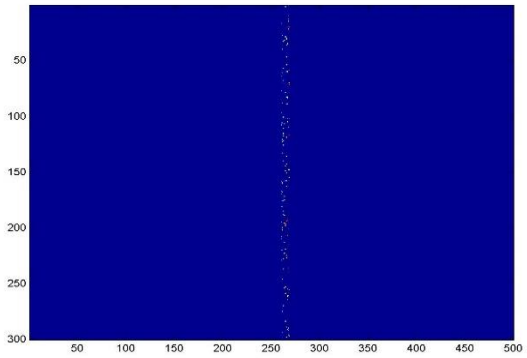
4. DOBIJENI REZULTATI

Nakon filtracije, slike se raspoređuju unutar tri (3) baze koje služe za treniranje u modelima neuronskih mreža, a potom softver vrši samostalno prepoznavanje i klasifikaciju dobijenih slika. Svaka baza se sastoji po sto (100) filtriranih i sto (100) nefiltriranih slika za četiri (4) vrste modulacije – AM, FFH, AMSSB i FSK, što daje krajnju veličinu od osam stotina (800) slika.

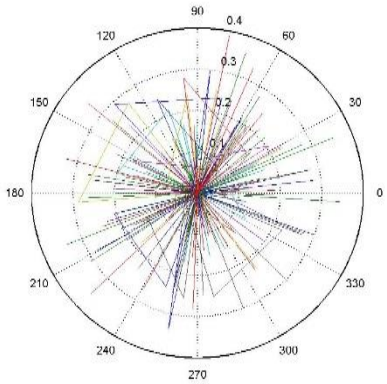
Baze podataka za treniranje modela:

- Prva baza sadrži slike na kojima su prikazani filtrirani i nefiltrirani spektrogrami (Slika 5);

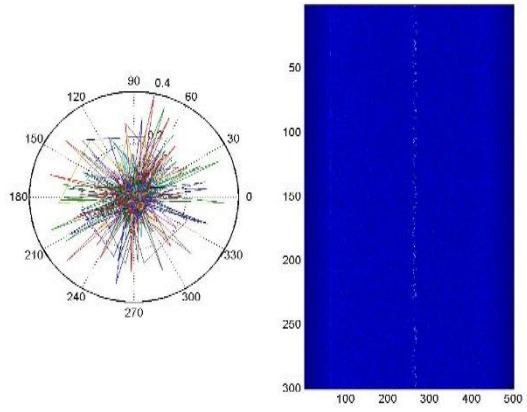
- Druga baza sadrži slike na kojima su prikazani filtrirani i nefiltrirani polarni prikazi signala (Slika 6);
- Treća baza sadrži slike na kojima su prikazani filtrirani i nefiltrirani mešoviti prikazi (Slike 7 i 8).



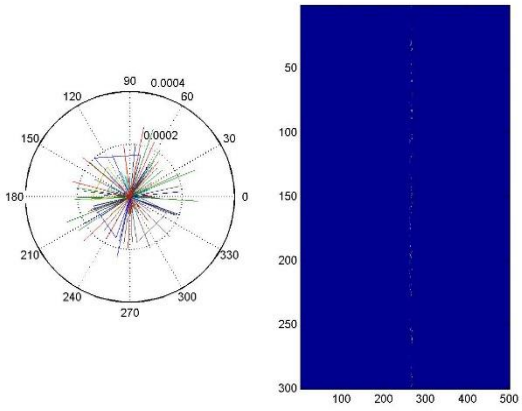
Slika 5: Spektrogram



Slika 6: Polarni prikaz



Slika 7: Mešoviti prikaz nefiltriranog signala



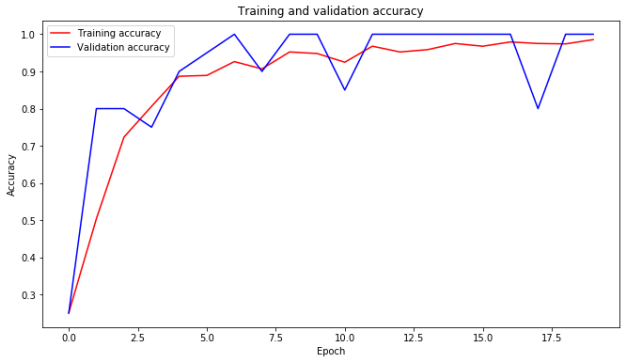
Slika 8:Mešoviti prikaz filtriranog signala

Na osnovu testiranja sve tri vrste modela, uočava se da filtrirane slike mešovitog prikaza signala daju najverodostojnije podatke, sa najvećom tačnošću. Kao izvor za testiranje verodostojnosti uzeto je trinaest (13) slika na kojima se nalaze različite modulacije, a koje nisu upotrebljene za treniranje baze.

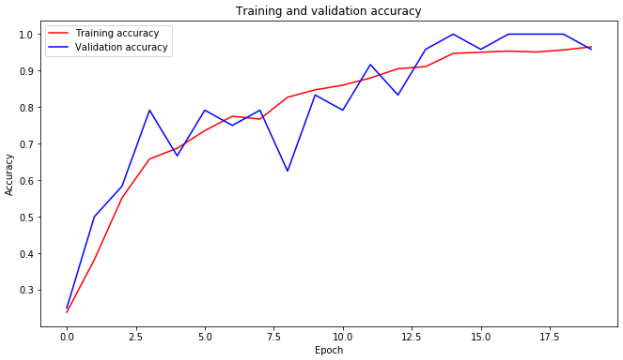
Od trinaest (13) filtriranih slika koje su predstavljene mešovitim prikazom su pogođene modulacije dvanaest (12) slika što daje preciznost od 92,3%. Može se uočiti da je slika na kojoj nije postignut dobar rezultati imala detektovan signal vrlo kratkog trajanja, oko petinu (1/5) vremena tokom kojeg je vršeno odabiranje. Za razliku od ovog modela, na modelu gde su korišćene mešovite nefiltrirane slike tačnost je pet trinaestina (5/13), na modelu sa filtriranim polarnim prikazom šest trinaestina (6/13), a na modelu sa filtriranim spektrogramom svega četiri trinaestine (4/13).

Na slikama 9, 10 i 11 se mogu uočiti rezultati treniranja baza sa mešovitim prikazom spektra, polarnim prikazom i spektrogramom, respektivno. Na osnovu dobijenog se zaključuje da najbolje rezultate tokom treniranja baze postiže model sa polarnim prikazom koji već u 7. epohi dostiže preciznost od 90%, model sa mešovitim prikazom u 8. epohi dostiže istu vrednost, dok je najgori spektrogram koji tek u 13. epohi dostiže iste rezultate.

Slika 9: Grafički prikaz rezultata treniranja baze sa mešovitim slikama



Slika 10: Grafički prikaz rezultata treniranja baze sa polarnim predstavljanjem spektra



Slika 11: Grafički prikaz rezultata treniranja baze sa spektrogramom

5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana jedna od opotreba digitalne obrade slike u telekomunikacijama, konkretno kao priprema za treniranje baze pomoću metoda dubokog učenja i prepoznavanje klase kojoj slika realnog izmerenog spektra radio signala pripada. Za klasifikaciju četiri (4) različite modulacije najbolje rezultate daje model istreniran slikama koje sadrže mešovit prikaz spektara koji se sastoji od spektrograma i polarnog prikaza. Takođe, filtracijom spektara se dobijaju duplo verniji rezultati pri testiranju slika u modelu sa mešovitim prikazom. Tom prilikom je korišćen netipičan metod filtracije slike upotrebom statističkih alata kao što su standardna devijacija, srednja aritmetička sredina i prebacivanje devijacija u polinom n-tog reda.

Sagledajući dobijene rezultate može se doći do zaključka da filtracija signala donosi znatne boljitke u modelu prepoznavanja i klasifikacije modulisanog radio spektra. Dati model može da se koriguje i poboljša, pogotovo uzimajući u obzir da postoji mogućnost pojave više od jednog signala istovremeno. Model je takođe neophodno i proširiti na veći uzorak slika, ali i primeniti za veći broj modulacija, što će ujedno i biti tema i cilj daljeg razvoja projekta.

ZAHVALNICA

Istraživanje opisano u ovom radu je realizovano u okviru projekta „Platforma objedinjenih IP (Internet Protokol) usluga za potrebe jedinica taktičkog nivoa“ VA-TT/3/20-22 za period od 2020. do 2022. godine koje stipendira Univerzitet odbrane u Beogradu.

LITERATURA

[1] Pitas, I. „Digital image processing algorithms and applications“, John Wiley and Sons,Inc., 605 Third Avenue, New York, 2000.

[2] Osgood, Brad „The Fourier Transform and its Applications“, Electrical Engineering Department at Sranford University, 2015.

[3] https://en.wikipedia.org/wiki/Nyquist%E2%80%93Shannon_sampling_theorem

Generator slučajnih Mikrojava programa
Random Microjava Source Code Generator

Kristijan Žiža*, Dragan Bojić*
* Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu
ziza@etf.bg.ac.rs, bojic@etf.bg.ac.rs

Sadržaj — *Jedna od najznačajnijih faza u razvoju softvera je testiranje. Kompajler, kao vrsta softvera, u svojoj fazi testiranja zahteva veliki broj raznovrsnih primera izvornog koda. Predmet istraživanja ovog rada je razvoj alata za automatsko generisanje slučajnih programa prema specifikaciji programskog jezika. Alat koji je razvijen je sposoban da izgeneriše slučajne Mikrojava programe različite veličine, strukture i bez sintaksnih i semantičkih grešaka.*

Ključne reči*: izvorni kod, generator, kompajler, testiranje, automatizacija*

Abstract — *One of the most important phases in software development is testing. Compiler, as a piece of software, in its testing phase requires a huge amount of various source code samples. Our research was focused on building a tool which can automatically generate random programs according to the grammar specification of the target programming language. The tool we developed is capable of generating random Microjava programs of different size and structure and without any syntax and semantic errors.*

Keywords: *source code, generator, compiler, testing, automatization*

I. UVOD

Kompajler je alat koji se koristi za pretvaranje izvornog koda, napisanog na jeziku čitljivom čoveku, u skup instrukcija koje se mogu izvršavati na konkretnoj mašini ili neki oblik međukoda koji se dalje interpretira. Razvoj tehnologije i pojava novih programskih jezika zahtevaju konstantna unapređenja postojećih kompajlera, pa čak i nastanak novih. Testiranje predstavlja jedan od najbitnijih delova u razvoju kompajlera. Postoje različite tehnike testiranja, a od značaja za ovaj rad je tehnika crne kutije (eng. *black-box testing)*. Kod ove tehnike testiranja ispitivanje funkcionalnosti se sprovodi bez zalaženja u internu strukturu softvera. Testiranje se sprovodi tako što se na ulaz kompajlera dovode test primeri i posmatra generisani izlaz [1].

Cilj ovog rada je realizacija alata za generisanje slučajnih primera izvorog koda napisanog na Mikrojava programskom jeziku. Primeri programa treba da budu generisani u skladu sa specifikacijom programskog jezika Mikrojava [2], te stoga moraju zadovoljavati sva sintaksna i semantička pravila jezika [3]. U poređenju sa ručnim pisanjem test primera, ovakva metoda automatskog generisanja je brža, pouzdanija i proizvodi raznovrsnije strukture programa.

II. POSTOJEĆA REŠENJA

Postoji veliki broj alata namenjenih za generisanje slučajnih programa. Ovi alati mogu generisati asemblerski kod, XML datoteke, web stranice, pa čak i delove korisničkog interfejsa. Ono što svi ovi alati imaju zajedničko jeste specifikacija prema kojoj rade i koja se može zadati na više različitih načina. Najčešći način zadavanja specifikacije je pomoću posebnih specifikacionih datoteka. Ove datoteke mogu biti u nekom od standardnih formata, kao što je XML ili UML [4], ali, takođe, mogu biti i specifične za konkretan alat [5][6]. Alat koji je razvijen u okviru ovog istraživanja koristi notaciju po uzoru na alat CUP koji se koristi za generisanje parsera [7].

U cilju generisanja programa koji u sebi ne sadrže semantičke greške, tokom razvoja alata korišćena je adaptirana verzija koncepta kombinatora. Ovaj koncept je predstavljen u [8], gde su kombinatori iskorišćeni za implementaciju alata PASGEN, koji generiše slučajne programe napisane na programskom jeziku Pascal. Metode za zaustavljanje beskonačnog generisanja koje su primenjene u alatu PASGEN su unapređene i iskorišćene i u ovom radu.

Jedan od načina za generisanje slučajnog izlaza proizvoljnog formata je generisanje na osnovu regularnih izraza. Kod ove tehnike generator proizvodi slučajnu sekvencu karaktera koja zadovoljava zadati regularni izraz. Jedan od takvih alata je i Xeger. Ovaj alat je u ovom radu iskorišćen za generisanje slučajnih identifikatora. [9]

III. IMPLEMENTACIJA

Alat koji je razvijen u ovom radu je specifičan za programski jezik Mikrojava i dizajniran je prema specifikaciji ovog jezika. Detalji o implementaciji ovog alata su podeljeni na obezbeđivanje sintaksne i semantičke ispravnosti generisanih programa. U fazi sintaksne analize opisano je generisanje slučajnih sintaksnih stabala iz zadate gramatike jezika, kao i svi problemi i potrebni algoritmi za njeno uspešno izvršavanje. U fazi semantičke analize uvode se koncepti inverzne tabele simbola i kombinatora. Ovi koncepti služe za podršku u generisanju semantički ispravnih test primera.

A. Sintaksna analiza

Izlaz ove faze predstavlja slučajno generisani izvorni kod bez sintaksnih grešaka. Prvi zadatak koji je ovde potrebno obaviti jeste parsiranje gramatike iz specifikacionog fajla. Od značaja za ovaj rad su beskontekstne gramatike, kao tip gramatika koji se najčešće koristi i za konstrukciju kompajlera [10]. Gramatika

definiše sve terminalne i neterminalne simbole, kao i smene za zamenu neterminala i startni neterminal. Gramatiku je opciono moguće proširiti i težinama za svaku smenu, koje se koriste u algoritmu za selekciju smene. Generalizovani algoritam implementiran u ovom radu je moguće opisati sledećim koracima:

1. Definiše se $\alpha =< S >$, gde je $< S >$ startni neterminal.
2. Izabere se neterminal A iz α.
3. Izabere se smena P koja definiše sledeće preslikavanje $A \rightarrow \beta$, gde je β proizvoljan niz terminalnih i neterminalnih simbola.
4. A se u α zameni sa β.
5. Ako α sadrži jos neterminalnih simbola ide se na korak 2. U suprotnom, algoritam je završen.

U svakom ciklusu ovog algoritma, u drugom i trećem koraku potrebno je napraviti veoma važan izbor. U drugom koraku je potrebno izabrati neterminalni simbol za zamenu. Ovo je moguće uraditi na više različitih načina, a dve najrasprostranjenije metode su generisanje po dubini (DFSS - *Depth-first Symbol Selection*) i generisanje po širini (BFSS - *Breath-first Symbol Selection*). Kod DFSS metode, kao sledeći neterminal za zamenu se uvek bira krajnje levi neterminal u sintaksnom stablu, dok se kod BFSS metode uvek bira neterminal koji se nalazi na najmanjoj udaljenosti od korena sintaksnog stabla [11]. Glavna mana DFSS metode je to što proizvodi nebalansirana sintaksna stabla. Ovo dovodi do toga da se programski konstrukti od kojih se sastoji generisani program u značajnoj meri razlikuju po veličini i kompleksnosti. BFSS metoda ovo izbegava tako što u paraleli vrši generisanje iz više različitih neterminala na istom nivou sintaksnog stabla. Glavna mana BFSS metode je u tome što prilikom generisanja iz više neterminala u paraleli neke od informacija o simbolima, deklaracijama i opsezima mogu u zadatom trenutku i dalje biti nedostupne. Iz ovog razloga je doneta odluka da se u ovom radu primenjuje metod rekurzivnog spusta, kao predstavnik DFSS algoritama. Metod rekurzivnog spusta podrazumeva da se za svaki neterminalni simbol u gramatici kreira posebna funkcija koja vrši izvođenje iz njega, a kao rezultat izvršavanja vraća čvor koji predstavlja koren podstabla u stablu izvođenja. Funkcije se međusobno pozivaju i na taj način kreiraju kompleksna sintaksna stabla [12].

Nakon izbora neterminalnog simbola koji će sledeći biti zamenjen potrebno je izabrati jednu od njegovih smena kojom će se zamena izvršiti. Najjednostavniji metod za izbor smene je metod slučajnog izbora kod koga se svakoj od mogućih smena daje ista verovatnoća odabira. Prednost ovog metoda je u lakoći implementacije, međutim, programi generisani ovakvim izborom smena ne oslikavaju realne programe. Razlog ovome je u tome što se različite smene jednog neterminala skoro nikada u praksi ne koriste sa istom verovatnoćom. Metod odabira smene na osnovu težinskih vrednosti rešava ovaj problem parametrizovanjem gramatike verovatnoćama odabira pojedinih smena. Zajednička osobina oba ova metoda je to da ne garantuju da će se generisanje završiti u konačnom vremenu. Pojava rekurzivnih smena, bilo direktnih ili indirektnih, kod primene ovih metoda može dovesti do beskonačnog generisanja ili programa sa programskim konstruktima nejednakih veličina. Navedeni problem je karakterističan za skoro sve programske jezike, jer se potreba za rekurzivnim smenama prirodno javlja. Potrebno je primetiti da svaki neterminalni simbol u gramatici mora imati sekvencu izvođenja koja ga u konačnom broju koraka vodi do terminiranja, jer bi se, u suprotnom, radilo o neispravno definisanoj gramatici. Ovu činjenicu je moguće iskoristiti kako bi se eventualno započeto beskonačno generisanje zaustavilo. Ideja je da generator, kada utvrdi da je po određenom kriterijumu generisanje potrebno zaustaviti, počne da primenjuje smene koje ga najbržim putem vode to terminiranja. Kao kriterijum za zaustavljanje generatora u ovom radu je uzet broj generisanih čvorova u stablu izvođenja. Kada generator uđe u stanje terminiranja potrebno je da primenjuje smene koje ga najbržim putem vode do zaustavljanja. Izbor ovih smena zavisi od celobrojne vrednosti koja se dodeljuje smenama, a koja predstavlja potreban broj izvođenja da se nakon primene date smene neterminalni simbol terminira. Algoritam kojim se za svaku smenu određuje ova vrednost se može opisati sledećim koracima:

1. Kreira se lista svih smena u gramatici: $L = P$.
2. Kreira se skup simbola i svi terminalni simboli se dodaju u njega: $S = V_T$.
3. Inicijalizuje se celobrojna vrednost $i = 1$.
4. Ukoliko je lista L prazna algoritam je završen. U suprotnom, započinje se iteriranje kroz listu.
5. Uzima se sledeća smena Y iz liste L.
6. Ukoliko postoji simbol sa desne strane smene Y koji se ne nalazi u skupu S prelazi se na korak 10.
7. Smeni Y se postavlja vrednost i kao broj koraka do terminiranja.
8. Skupu S se dodaje neterminal koji se nalazi na levoj strani smene Y.
9. Smena Y se uklanja iz liste L.
10. Ukoliko ima još elemenata liste L nastavlja se od koraka 5.
11. Uvećava se celobrojna vrednost $i = i + 1$ i nastavlja se od koraka 4.

Primena ove metode za zaustavljanje beskonačnog generisanja u kombinaciji sa metodom generisanja po dubini dovodi do toga da se od prelaska u stanje finalizacije svi preostali neterminalni simboli terminiraju najbržim putem. Iz toga sledi da se svi delovi programa koje ti neterminalni simboli opisuju značajno razlikuju po veličini, te se tako dobijaju prazne petlje, metode i sl. Navedeni problem je rešen uvođenjem metode privremene finalizacije. Razlika ove metode u odnosu na metodu finalizacije je u tome što se broj čvorova u stablu izvođenja koji je potrebno generisati da bi se prešlo na smene za finalizaciju ne računa na nivou celokupnog generisanja programa, već na nivou izvođenja iz pojedinih neterminala. Ukoliko nakon početka generisanja iz određenog neterminalnog simbola broj generisanih čvorova pređe zadatu granicu prelazi se na korišćenje smena za finalizaciju sve dok se generisanje iz tog neterminala ne okonča. Generisanje se nakon toga nastavlja metodom za izbor smene koja je korišćena pre prelaska na metodu privremene finalizacije.

B. Semantička analiza

Do sada opisanim postupkom moguće je generisati sintaksno ispravne programe, međutim, generisani programi najčešće neće biti ispravni prema pravilima jezika. Kako bi se obezbedila semantička ispravnost

programa potrebno je generator proširiti novim algoritmima i strukturama podataka.

Glavna struktura podataka koja se koristi u postupku generisanja je inverzna tabela simbola. Njena struktura je identična strukturi tabele simbola koja se koristi u prevodiocu za Mikrojavu i pored toga što su postupak generisanja i kompajliranja programa inverzni. Za razliku od sturkture, interfejs koji ova tabela nudi se značajno menja, pogotovo u domenu pretrage tabele. Prilikom procesa kompajliranja najčešće se proverava da li se određeni simboli već nalaze u tabeli simbola, dok se kod generisanja zahteva od inverzne tabele simbola da dostavi skup simbola koje je u određenom trenutku moguće iskoristiti. Na mestu gde se prilikom generisanja zahteva upotreba već deklarisanog imena vrši se pretraživanje inverzne tabele simbola i upotreba nekog od postojećih imena. Koncept opsega rešava probleme oko vidljivosti iz različitih delova programa, kao što npr. argument funkcije nije vidljiv van tela date funkcije.

Jedan od velikih problema koji je zastupljen kod generisanja slučajnih programa metodom rekurzivnog spusta je situacija u kojoj generator u svojim strukturama podataka nema potrebne resurse da bi izgenerisao do kraja programski fragment koji je započeo. U nastavku je dat primer takve jedne situacije.

```
program Primer;
const int c = 5;
class K{
	K elem;
	{ void m(int t){ print(t); }}
}
{
	int main(){
		read( ???
```

U navedenom primeru generator je uspešno izgenerisao celobrojnu konstantu i klasu sa jednim poljem i jednom metodom. Međutim, u toku generisanja glavne funkcije generator je, kao što je prikazano, započeo generisanje poziva funkcije za učitavanje. Prilikom poziva navedenoj funkciji potrebno je specificirati destinaciju upisa učitane vrednosti. Kako u datom primeru, na datom mestu u kodu nije vidljiva nijedna promenljiva, niti polje klase, generator nije u stanju da nastavi generisanje. U ovoj situaciji potrebno bi bilo izvršiti vraćanje generatora unazad sve dok se ne stigne do trenutka u kome je moguće izabrati drugi put izvođenja. Ovaj postupak bi bilo veoma teško implementirati, jer se postavljaju dva važna pitanja:

- Kako znati u kom trenutku se zaustaviti prilikom vraćanja generatora u prethodna stanja?
- Kako izvršiti invalidaciju promena u strukturama podataka koje su nastale u delu generisanja koje se poništava?

Ukoliko se ne želi oporavljanje generatora od nastale greške, kao prirodno rešenje se nameće sprečavanje da do greške prilikom generisanja dođe. Naime, na osnovu izloženog primera se zaključuje da generator u određenim situacijama neke od smena ne sme primeniti, jer bi ga one dovele u bezizlaznu situaciju. Kao rešenje problema u ovom radu uveden je mehanizam koji u trenutku izvođenja iz određenog neterminalnog simbola određuje smene čija bi primena generator dovela u opisanu situaciju. Uvođenjem ovog mehanizma postupak izbora smene za zamenu neterminalnog simbola se usložnjava, te se izbor vrši na osnovu sledećih argumenata:

- verovatnoće izbora smena
- broj koraka do terminiranja smena
- skup smena za koje je određeno da ne mogu biti primenjene u datom trenutku
- metod izbora smene koji se trenutno primenjuje

Najveći problem prilikom utvrđivanja da li je izvođenje moguće nastaviti primenom određene smene predstavlja provera da li će izvođenje izabranim putem zahtevati neki od tipova koji nisu dostupni. Jednostavnom upotrebom usluga koje nudi inverzna tabela simbola nije u opštem slučaju moguće odrediti da li je određeni tip dostupan ili ne. Posmatra se sledeći primer:

```
program Primer;
const int c = 5;
class K{
	int elem[];
}
{
	int main() K k; {
		read( ???
```

U navedenom primeru bi se bez dodatnih mehanizama zaključilo da generisanje nije moguće nastaviti u odsustvu promenljive u koju bi rezultat učitavanja bio smešten. Međutim, nastavak je u navedenoj situaciji ipak moguć tako što se učitavanje vrši u neki od elemenata niza koji predstavlja polje lokalnog objekta u glavnoj funkciji.

Po uzoru na alat PASGEN, u ovom radu je primenjen koncept kombinatora. Ideja kombinatora je da se u svakom trenutku mogu proveriti svi trenutno dostupni raspoloživi tipovi u do tad generisanom programu. Kombinator predstavlja uređeni par dva skupa od kojih prvi predstavlja skup tipova koji se zahtevaju, a drugi skup tipova koji se obezbeđuju. Prilikom deklarisanja bilo kog imena u generisanom programu kreira se kombinator koji opisuje opisane skupove tipova. U obzir je potrebno uzeti i opseg važenja imena koje se deklariše, te kombinatore delimo na kombinatore tekućeg opsega i kombinatore globalnog opsega. Kao primer kreiranja kombinatora tekućeg opsega navodi se deklaracija argumenta funkcije. Ime koje se definiše tom prilikom vidljivo je samo u telu te funkcije, te i kombinator kojim je definisano preslikavanje dva skupa treba da bude dostupan samo u telu posmatrane funkcije. Kao predstavnik kombinatora globalnog opsega pojavljuje se deklaracija polja klase. Ovaj kombinator definiše da je tip polja klase dostupan ukoliko je dostupan objekat te klase, te treba da bude vidljiv iz celokupnog programa. Dodatni problem koji se može javiti jeste zanemarivanje vrste kombinatora koji obezbeđuje tip. Ovo je pokazano u narednom primeru.

```
program Primer;
class K{
	{
		int m(){return 0;}
		void meth(){
			??? = 5;
```

U navedenom primeru problem nastaje ukoliko se zanemari da celobrojni tip, koji je moguće dobiti pozivom funkcije, nije moguće iskoristiti za upis. Kombinatori su radi rešavanja navedenog problema podeljeni po tome kakav tip obezbeđuju u sledeće grupe:

- tip sa mogućnošću čitanja,
- tip sa mogućnošću čitanja i upisa,
- tip dobijen pristupom polju klase,
- tip dobijen pozivom funkcije,
- tip dobijen pristupom elementu niza.

C. Odluke koje ne zavise od gramatike i pravila jezika

U do sada opisanom delu realizacije generatora obezbeđena je sintaksna i semantička ispravnost generisanih programa. Međutim, određeni programski segmenti ne zavise od gramatike i pravila jezika. Neki od primera toga su: upotreba reference this za pristup poljima i metodama, redefinicija metoda osnovne klase i sl. Postojanje ovih segmenata koda ne utiče na ispravnost generisanih programa, ali značajno utiče na njihov kvalitet. U cilju dobijanja generisanih programa koji što bolje oslikavaju realne programe realizovani generator nudi mogućnost generisanja pomenutih programskih segmenata u zavisnosti od zadatih verovatnoća. Korisnik tako npr. može generator parametrizovati verovatnoćom da metoda osnovne klase bude redefinisana.

IV. DISKUSIJA

Od najvećeg značaja za kvalitet rada generatora su efikasnost rada algoritma za finalizaciju, algoritma za izbor smene prilikom zamene neterminalnih simbola i kombinatora. U nastavku su dati neki od dobijenih rezultata. Potrebno je imati u vidu da je rad generatora zasnovan na slučajnom procesu koji zavisi od generatora pseudo-slučajnih vrednosti, te prikazane vrednosti nisu konstante. Kako bi se dobili podaci iz kojih je moguće izvući zaključke, potrebno je izvršiti veći broj generisanja, a zatim posmatrati prosečne vrednosti parametara.

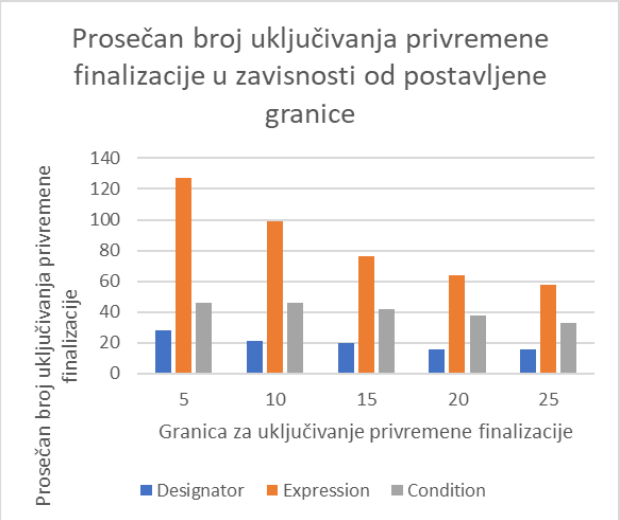
Tabela I
Prosečna veličina programa u zavisnosti od postavljene granice za finalizaciju

Broj generisanih čvorova nakon koga se uključuje finalizacija	Prosečna dužina programa u broju karaktera	Prosečan broj listova u stablu izvođenja
Bez finalizacije	8.132	3.674
5.000	3.780	1.642
1.000	1.001	417
500	589	236
100	224	79
50	162	55

Cilj algoritma za finalizaciju jeste da spreči ulazak generatora u stanje beskonačnog generisanja, kao i da omogući korisniku da specificira željenu veličinu generisanih programa. Kao parametri za procenu uspešnosti rada ovog algoritima uzeti su broj listova u stablu izvođenja i dužina generisanih programa u broju karaktera. U tabeli 1 prikazane su dobijene vrednosti ovih parametara za različite granice pokretanja finalizacije, a za 1000 pokretanja generatora.

Pokazuje se da implementirani algoritam efikasno utiče na prosečnu veličinu generisanih programa. Međutim, prosečna veličina programa nije dovoljno dobar pokazatelj, već je potrebno uzeti u obzir i odstupanja pojedinačnih veličina programa od prosečne vrednosti. Analizom se dobija da preko 95% programa odstupa manje od 10% od prosečne veličine.

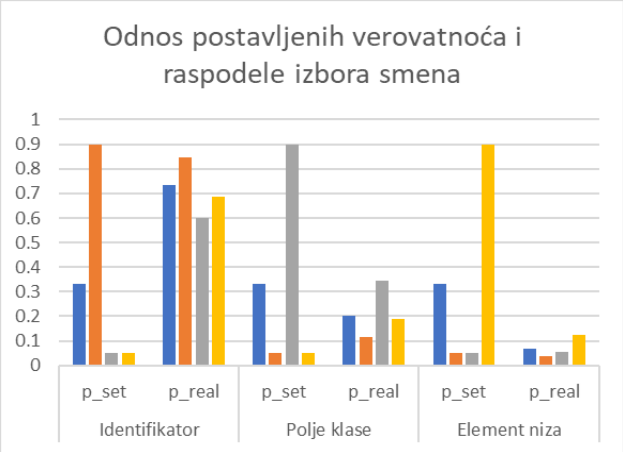
Pored algoritma za finalizaciju, implementiran je i algoritam za privremenu finalizaciju na nivou pojedinačnih neterminalnih simbola. Na slici 1 prikazan je prosečan broj uključivanja privremene finalizacije za tri izabrana neterminalna simbola u zavisnosti od postavljene granice za početak privremene finalizacije.



Slika 1 Prosečan broj uključivanja privremene finalizacije u zavisnosti od postavljene granice

Na osnovu dobijenih vrednosti zaključuje se da granica za početak privreme finalizacije bitno utiče na broj uključivanja datog mehanizma. Sa povećanjem ove granice broj uključivanja opada, jer se smanjuje potreba za finalizacijom redovnim završavanjem izvođenja iz neterminala. Takođe, primećuje se da je broj uključivanja privremene finalizacije izrazito veći kod generisanja neterminala Expression i da promene granice najviše utiču na ovaj neterminal, a razlog tome je postojanje velikog broja rekurzivnih smena u gramatici kod ovog neterminala.

Izbor smene za zamenu neterminalnog simbola se može obaviti upotrebom metoda slučajnog izbora, metoda izbora na osnovu težinskih vrednosti ili metoda finalizacije. Analizom je pokazano da metod nasumičnog izbora zaista smene bira sa podjednakom verovatnoćom, dok metod težinskih vrednosti može dati prednost izboru određenih smena. Međutim, i pored postavljenih verovatnoća neke smene u nekim situacijama nije moguće iskoristiti, što je pokazano na slici 2.



Slika 2 Odnos postavljenih verovatnoća i raspodele izbora smena

Prikazana je raspodela izbora smena za neterminalni simbol Designator. Prilikom zamene ovog neterminalnog simobla moguće je izabrati korišćenje identifikatora, polja klase ili elementa niza. Za svaku smenu je navedena verovatnoća koja joj je dodeljena (p_set) i raspodela broja primena u 10.000 pokretanja procesa generisanja (p_real). Iz navedenog se vidi da i kada se postavi da se pristup elementu niza javi u 90% izvođenja to nije slučaj, već eksperimentalni podaci pokazuju da je taj udeo svega 12.5%. Razlog ovome se nalazi u rekurzivnim smenama datog neterminala i ograničenjima u izboru smena. Time je pokazano da algoritam odabira smena uspešno izbegava dovođenje generatora u bezizlaznu situaciju.

Analizom je utvrđeno da broj kreiranih kombinatora i broj izuzetih smena prilikom odabira smene za zamenu neterminala raste sa povećanjem broja generisanih čvorova nakon koga se uključuje finalizacija. Broj izuzetih smena za uključivanje finalizacije nakon 10.000 čvorova iznosi oko 3.000, što govori da je generator toliko puta bio u mogućnosti da nastavi izvođenje putem koji bi ga doveo u bezizlaznu situaciju. Od velikog značaja je i verovatnoća odabira smena koje se izuzimaju. Pokazuje se da je verovatnoća odbačenih smena u najvećem broj slučajeva veoma mala, ali ne treba zanemariti i mali broj odbačenih smena koje imaju veoma veliku verovatnoću. Na osnovu eksperimenta utvrđeno je da je verovatnoća regularnog izvršavanja generatora bez realizovanog mehanizma za odbacivanje smena reda 10^{-20}. Ovaj rezultat pokazuje značaj realizovanog mehanizma u radu generatora.

V. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljena implementacija generatora slučajnih programa za programski jezik Mikrojava. Generator je realizovan metodom generisanja po dubini, tj. preciznije metodom rekurzivnog spusta. Kao prednosti realizovanog rešenja potrebno je istaći mogućnost specificiranja gramatike jezika i verovatnoća odabira pojedinih smena, mogućnost postavljanja željene veličine programa i metoda za izbor smena prilikom izvođenja, mogućnost uključivanja opcija za finalizaciju, kao i brzinu generisanja i sličnost generisanih programa realnim primerima. Glavna mana predstavljenog rešenja je u njegovoj vezanosti za konkretan jezik i nemogućnosti njegove lake primene na druge programske jezike. Rad na generatoru je u tom smislu moguće nastaviti u smeru njegovog generalizovanja na proizvoljan programski jezik, što bi zahtevalo proširivanje specifikacije gramatike jezika uslovima i akcijama koje bi se izvršavale. Trenutna verzija generatora obezbeđuje sintaksnu i semantičku ispravnost programa, međutim, korektnost izvršavanja generisanih programa se ne garantuje, te bi dalji rad mogao biti nastavljen i u tom pravcu.

ZAHVALNICA

Rad na ovom projektu je delimično bio finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (TR 32047). Autori zahvaljuju na finansijskoj podršci.

LITERATURA

[1] C. Kaner, J.L. Falk, H.Q.Nguyen, “Testing Computer Software, Second Edition”, *John Wiley & Sons*, 1999.

[2] Specifikacija programskog jezika Mikrojava, [online] Dostupno na: http://ir4pp1.etf.rs/Domaci/2019-2020/mikrojava_2019_2020_jan.pdf

[3] R.D. Tennent, “Principles of Programming Languages”, *Prentice Hall PTR*, 1981.

[4] F. Kresimir, B. Mario, “A source code generator based on UML specification”, *International journal of computers and communications*, 2008.

[5] F. Kresimir, K. Damir, M. Vedran, “Source code generator based on a proprietary specification language”, *In Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE*, 2002.

[6] R. Danijel, M. Ivan, “Source code generator based on dynamic frames”, *Journal of Information and Organizational Sciences*, 2011.

[7] H. Scott, "CUP User’s Manual", 1999.

[8] J. Pavol, “Source code generator”, 2008

[9] X. Team, "Xeger string generator", 2009, [online] Dostupno na: https://code.google.com/p/xeger/

[10] A.V. Aho, M.S. Lam, R. Sethi, J.D. Ullman, “Compilers: Principles, Techniques, and Tools (2nd Edition)”, *Pearson Education India*, 2003.

[11] T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C.Stein, “Introduction to Algorithms, Second Edition”, *The MIT Press*, 2001.

[12] J.T. Davie, R. Morrison, “Recursive descent compiling”, *John Wiley & Sons* ,1982.

PRIMENA IOT I VR ZA POTREBE MINISTARSTVA ODBRANE I VOJSKE SRBIJE

IOT AND VR APPLICATIONS FOR THE NEEDS OF THE MINISTRY OF DEFENSE AND THE SERBIA ARMED FORCES

Tamara Gajić[1], Stefan Božanić[1], Aleksandra Stevanović[2], Jelena Mitrović[3]
Centar za komandno-informacione sisteme i informatičku podršku, Vojska Srbije[1]
Vojna akademija, Univerzitet odbrane[2]
126.brVOJIN, Vojska Srbije[3]

Sadržaj *– U ovom radu predstavljena je primena Interneta inteligentih uređaja (eng. Internet of Things - IoT) i Virtuelne realnosti (eng. Virtual reality - VR) u vojnim sistemina širom sveta. Centralni problem koji se razmatra u radu je ispitivanje mogućnosti primene IoT i VR za potrebe Ministarstva odbrane i Vojske Srbije. Predložen je model za utvrđivanje zdravstvenog stanja vojnika koji bi olakšao proces komandovanja i donošenja odluka. U radu je naznačeno da je model neophodno testitati prilikom realizacije vojne vežbe podržane virtuelnim simulacijama. Primarni ciljevi rada su da se prikaže komparativna analiza primene savremenih tehnologija u stranim oružanim snagama, sa jedne strane, i u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije, sa druge. Bitno je sugerisati na prednosti korišćenja savremenih tehnologija u vojnim ekosistemima za medicinski monitoring.*

Abstract *– This paper presents the application of the Internet of Things (IoT) and Virtual Reality (VR) in military systems around the world. The central problem considered in the paper is to examine the possibility of implementing IoT and VR for the needs of the Ministry of Defense and Serbian Armed Forces. A model for determining the health status of soldiers has been proposed to facilitate the command and decision-making process. The paper indicates that it is necessary to test the model when performing military exercises supported by virtual simulations. The primary goals of the paper are to present a comparative analysis of the application of modern technologies in foreign armed forces, on the one hand, and in the Ministry of Defense and Serbia Armed Forces on the other. It is important to suggest the benefits of using modern technologies in military ecosystems for medical surveillance.*

1. UVOD

U cilju osavremenjivanja vojnog obrazovanja i obuke Ministarstvo odbrane i Vojska Srbije nastoji da uvede napredne tehnologije koje bi odgovorile zahtevima i potrebama današnjice. Vojska Srbije izvršava misije i zadatke u skladu sa Ustavom i na osnovu neotuđivog prava Republike Srbije na individualnu i kolektivnu odbranu.

U razvijenijim državama veoma je izražena primena savremenih informaciono – komunikacionih tehnologija u vojnoj industriji, dok države u razvoju, kao što je Srbija, te promene beleže mnogo sporije. Prvenstveno se suočavaju sa problemima ekonomske prirode i odlivom kadrova. Neadekvatno obučena vojska jedan je od problema u mnogim zemljama sveta.

Internet inteligentnih uređaja zasniva se na interakciji između različitih pametnih uređaja koji uglavnom koriste bežičnu tehnologiju. Primeri primene *IoT* su: poljoprivreda, pametne kuće, pametni gradovi, zdravstvena zaštita. Brz razvoj Interneta inteligentnih uređaja i Virtuelne realnosti usmerio je tradicionalno vojno razmišljanje u pravcu savremenog.

Proces donošenja vojnih odluka fokusira se na informacijama dobijenih iz podataka za planiranje različitih vojnih operacija. Savremene vojne operacije se mogu odvijati u realnom ili virtuelnom okruženju. U oba slučaja komandanti imaju malo vremena za procenu, izradu operativnog plana i donešenje odluka. Vojni sektori mnogih država sveta prepoznali su mogućnosti korišćenja *IoT* i *VR* za unapređenje realizacije borbenih i neborbenih operacija [1]. Korišćenjem *VR*-a dobija se adekvatna slika realnog terena, dok se primenom *IoT*-a dobijaju precizne situacione slike, u medicini i logistici.

U radu su predstavljeni koncepti Interneta inteligentnih stvari i Virtuelne realnosti, kao i primena istih u stranim oružanim snagama i Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije. Cilj ovoga istraživanja jeste da se predloži model baziran na primeni *IoT*-a i *VR*-a koji bi adekvatno odgovorio zahtevima savremenih svetskih trendova i osavremenio način obuke jedinica.

2. SAVREMENE INFORMACIONE – KOMUNIKACIONE TEHNOLOGIJE U VOJSCI

Internet inteligentnih uređaja (eng. *Internet of Things - IoT*) je novi koncept informacionih tehnologija koji se propulzivno razvija [2]. Definiše se kao globalna mrežna infrastruktura koja omogućava povezivanje fizičkih i virtuelnih uređaja interoperabilnim komunikacionim protokolima i inteligentnim interfejsima [3]. Prema *Gartner informatics research and consulting company*, Internet inteligentnih uređaja predstavlja mrežu fizičkih objekata koji sadrže ugrađenu tehnologiju za komunikaciju i interakciju sa svojim unutrašnjim stanjem ili spoljašnjom okolinom. Rodić [4] ističe da *IoT* predstavlja paradigmu modernog društva u kojoj su ljudi i uređaji povezani i međusobno komuniciraju. Te naglašava da postoji i humana dimenzija Interneta inteligentnih uređaja i da je ona prisutna u zdravstvu [4]. Na osnovu ovih definicija, autori u radu [5] istiću da *IoT* koncept dodaje novu dimenziju povezanosti „bilo čega“. U radu

[3] naglašeno je da se *IoT* može primeniti: u lične i poslovne svrhe, u domačinstvima, gradovima, poslovanju, trgovini, logistici, energetici, poljoprivredi, industriji, obrazovanju, zdravstvu, upravi, robotici i drugim oblastima.

Osnovni slojevi Interneta inteligentih uređaja su: hardver, infrastruktura, aplikacije i servisi. Hardver je najniži sloj i omogućava povezivanje fizičkih uređaja. Infrastruktura je drugi sloj koji omogućava povezivanje uređaja na bežičnu ili neku drugu računarsku mrežu. Sloj aplikacije i servisa vrši pribavljanje podataka sa uređaja, obradu i isporuku. Neophodan uslov za razvoj pametnih okruženja i smislenu primenu *IoT* u različitim područjima ljudskog delovanja je usavršavanje aplikacija i servisa [3].

Bitne karakteristike *IoT*-a su [3]:

- Povezanost (bilo šta se može povezati sa globalnom informacionom i komunikacionom infrastrukturom),
- Servisi zasnovani na objektima *(IoT* ima mogućnost da pruža servise u vezi sa objektima),
- Heterogenost (iako su uređaji koji se povezuju heterogeni, oni mogu međusobo da komuniciraju),
- Dinamičke promene (stanje uređaja se dinamički menja, iz uspavanog stanja se prelazi u budno stanje, itd.),
- Ogromne razmere (broj povezanih uređaja kojima treba upravljati i koji međusobno komuniciraju je za bar jedan red veličine veći od broja trenutno povezanih uređaja na Internet).

Inteligetni uređaji su instrumenti ili mašine sa svojstvima računara koji mogu da komuniciraju sa drugim uređajima u okruženju i izvode inteligentne operacije. U inteligentne uređaje spadaju [3]:

- Senzori (mere fizičke veličine iz okruženja prikupljajući podatke kao što su vibracije, temperatura, pritisak i druge, koje pretvara u signal čitljiv korisniku i/ili instrumentu, obrađuje ga i analizira). Senzori mogu biti: toplotni, mehanički, hemijski, optički, senzori jonskog zračenja, akustični i ostali.
- Aktuatori (predstavljaju tip motor koji je odgovoran za pomeranje ili kontrolu mehanizma ili sistema). Mogu biti: mehanički, električni ili softverski.
- Mikrokontroleri (mikroprocesor sa ugrađenom memorijom, generatorom takta, časovnikom i hardverom za povezivanje sa spoljnim uređajima, kao što su senzori, aktuatori i prenosnici podataka). Miktrokontroleri imaju sledeće tipove memorije: *ROM* (eng. *Read-Only Memory*), *RAM* (eng. *Radnom Access Memory*) i nevolatilnu memoriju za čuvanje programa.
- Mikroračunari (svaki računar koji se sastoji od mikroprocesora, memorije, ulaznom i izlaznog interfejsa). Radnje koje on izvodi zavise od vrste primljenih podataka u binarnom formatu. Za prenos podataka od mikroprocesora do izlaznih jedinica nadležan je izlazni interfejs. Napajanje inteligentnih uređaja se može ostvariti preko električne mreže, baterija, solarih panela. Pomoću memorije omogućeno je čuvanje podataka iz senzora. Inteligentni uređaji treba da imaju i procesor i komunikacioni interfejs.

Iz fizičkog sveta podaci se prikupljaju sa senzora i predaju računarskim komponentama koje ih prosleđuju *IoT* softverskim platformama. *IoT* platforma može da pristupi, čuva, skladišti, transformiše podatke koje detektuju inteligentni uređaji, ali i da ih sigurno poveže i integriše sa poslovnim procesima i sistemima [6]. Za razvoj platforme Interneta inteligentnih uređaja neophodne su hardverske i softverske komponente. U hardverske komponente spadaju:

- Senzori (za merenje temperature, vlažnosti vazduha, pritiska, itd.),
- Aktuatori (za kontrolu osvetljenja, klimatizacije),
- Mikroračunari (*Raspberry Pi*),
- Mikrokontroleri (*Aurdino*),
- Mrežna infrastruktura (ruteri, svičevi, kablovi).

U softverske komponente spadaju:

- Razvojna okruženja (*Eclipse, Aurdino IDE* i dr.),
- Operativni sistemi prilagođeni za uređaje (*Raspbian*),
- Softver za specifično pametno okruženje.

Virtuelna relanost predstavlja računarski model realnog sveta dostupan našim čulima. Informacioni model realnog ili virtuelnog sveta je apstraktna slika kreatora koja se čuva na medijumima. Medijum treba da omogući čuvanje i prenos informacija kroz prostor i vreme [3]. Osećaj virtuelne realnosti postiže se "varanjem" ljudskog mozga, konkreto vizuelnog korteksta i delova mozga za percepciju pokreta. Plavšić navodi da su neki od sinonima za virtuelnu realnost: artificijelna ili veštačka stvarnost, sajber prostor, virtuelna pristupnost, telepristupnost i kompjuterski generisano okruženje [7]. Etimološki, virtuelno (lat. *virtus*) označava ono što je nestvarno i nema fizički oblik, dok realnost (lat. *realis*) predstavlja stvarno stanje stvari koje postoje i koje mogu biti doživljene [8]. Veoma je izazovno napraviti osećaj prisustva na imaginarnom mestu, a simulacija virtuelne realnosti nastoji da zavara um da se nalazi na drugoj lokaciji.

Tehnologija virtuelne realnosti najčešće se definiše kao korišćenje računara i specijalnih hardversko – softverskih pomagala za generisanje "virtuelnog okruženja" u realnom vremenu [9]. Stojanović naglašava da je cilj ove simulacije stvaranje jakog osećaja prisutnosti u virtuelnom okruženju [10]. Četiri fundamentalne karakteristike svakog sistema virtuelne realnosti su (Lu, et al., 1999):

- Stepen "utapanja" korisnika u virtuelni svet ili imerzivnost (eng. *immersion*) – sistemi virtuelne realnosti koji imaju visok stepen "utapanja" nazivaju se visoko imerzivnim,
- Prisutnost (eng. *presence*) – prisustvo korisnika u virtuelnom svetu definiše se kao mogućnost da korisnik vidi svoje telo ili ruke u virtuelnom

svetu pri čemu pokreti u virtuelnom treba da odgovaraju pokretima u realnom svetu,
- Navigacija (eng. *navigation*),
- Interakcija korisnika sa svetom virtuelne realnosti.

Autori u radu [9] navode da su stepeni imerzivnosti i prisutnosti najčešće obrnuto proporcionalni jedan drugome. Najčešće se to javlja kao posledica različitih mogućnosti hardvera koji se koriste u sistemima virtuelne realnosti.

Neophodno je napraviti razliku između virtuelne i proširene realnosti. Proširena realnost predstavlja varijantu virtuelne realnosti u kojoj korisnik može da vidi realni svet kombinovano sa virtuelnim objektima. Za razliku od virtuelne realnosti, proširena stvarnost ne zamenjuje realno okruženje, već ga koristi kao pozadinu.

Internet inteligentnih uređaja i Virtuelna realnost imaju sličnu osnovnu filozofiju i svrhu. Odnose se na spajanje fizičkih i digitalnih sfera, ali se zadatku približavaju iz suprotnih pravaca. Virtuelna stvarnost nastoji da digitalni svet učini stvarnim, Internet inteligentnih uređaja se bavi stvaranjem objekata u stvarnom svetu kojima se može upravljati u digitalnom [3].

Virtuelna realnost se primenjuje u medicini, vizuelizacijama u biohemiji, inženjerstvu, održavanju složenih sistema, vojnim primenama, umetnosti i industrijskom dizajnu. 3*D* svetovi zasnovani na simulaciji takođe mogu imati značajnu ulogu u realizaciji nastavnog procesa. Primena različitih metoda vizuelizacije studentima i profesionalcima može da omogući kolaborativni rad i komunikaciju, a time i razvojne ideje i prostor za njihovu realizaciju [3].

3. PRIMENA INTERNETA INTELIGENTNIH UREĐAJA I VIRTUELNE REALNOSTI U VOJNIM SISTEMIMA

Vojni sistemi koriste savremene tehnologije kako bi objedinili sve učesnike u borbenim operacijama i komandovali snagama koje izvode borbena dejstva u ratnom i vanrednom stanju. Sektor odbrane je veoma zainteresovan za mogućnosti obrade informacija uključujući prikupljanje, odbradu i transfer do definisane osobe. Jedan od najvećih izazova današnjice je zaštita od ilegalne imigracije, krijumčarenja i terorizma [1].

Domeni primene IoT u vojnim sistemima su:
- Zaštita transporta,
- Obučavanje vojske,
- Sistemi za upravljanje vatrom,
- Odbrambeni sistemi,
- Zdravstvena zaštita,
- Pametne kasarne,
- Sistemi za upravljanje energijom.

Defense Industry Daily ističe da Američka Vojska koristi RF-ITV1 sistem za potrebe logističke službe. Sistem primenjuje RFID tehnologiju za praćenje položaja i stanja vojnog tereta od pošiljaoca do odredišta. Pomoću mapa i izveštaja pruža se podrška logističkim jedinicama. Američka Vojska nedeljno obavi oko 16.000 isporuka ovim sistemom, koji je od 2010. godine najveći sistem praćenja pošiljki na svetu zasnovan na RFID tehnologiji. Na taj način efikasno štite transport.

Tehnologije Interneta inteligentnih uređaja koriste se i tokom vojnih obuka. Različite borbene situacije se mogu modelirati virtuelnom stvarnošću, dok se položaj i fiziološko stanje vojnika može pratiti posredstvom senzora [1]. Mađarska i američka Vojska koriste simulacioni sistem *MILES*4 koji može simulirati stvarne borbene situacije [11]. Američka, japanska, australijska, španska, norveška i korejska Vojska koriste automatski sistem kontrole vatre, čiji senzori reaguju brže i preciznije. Balističke rakete pomoću računara i radarske tehnologije prate i nišane neprijateljske ciljeve [11]. Pomoću savremenih sistema radara efikasno se kontroliše vazdušni saobraćaj. Kako bi imali detaljnu sliku o situacijama na frontu i van njega, amerikanci koriste *C4ISR* (eng. *Command, Control, Communications and Computers – Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*) sistem. Vrlo složena i široko rasprostranjena mreža od nekoliko miliona senzora daju adekvatne podatke u stavrnom vremenu koji su značajne za donošenje odluka i komandovanje [1], a ujedno predstvalja veoma uspešan odbrambeni sistem Sjedinjenih Američkih Država. Medicinsko stanje vojnika je od presudnog značaja prilikom realizacije borbenih i neborbenih operacija. *Tempus Pro* je uređaj razvijen od strane američke, norveške i britanske Vojske, a služi za medicinski monitoring. Uređaj prati virtuelne signale sa senzora koji se nalaze u šlemovima vojnika. Potresi mozga i druge traume mogu se detektovati za kratko vreme što olakšava pružanje prve pomoći.

Mađarska Vojska realizovala je uz pomoć *NATO*-a 2015. godine projekat izdrade pametne vojne baze koristeći koncept pametnog grada. Osnovna ideja projekta je bila da se olakša posao komandanata i praćenje ulazaka i izlazaka vozila i osoblja [12].

Unapređenjem energetske efikasnosti oružanih snaga bavi se *NATO Smart Energy* program. Osnovna ideja projekta je promena vođenja operacija uz uštedu energije. U američkoj i britanskoj Vojsci se pojavljuju termini Intenet Inteligente bitke (eng. *Internet of Battle Things - IoBT*) i Internet Inteligentne Vojske (eng. *Internet of Military Things - IoMT*) koji predstavljaju primenu *IoT* tehnologije u borbenim i neborbenim operacijama [13].

Domeni primene *VR* u vojnim sistemima su:
- Simulacija letenja,
- Obučavanje medicinskog osoblja,
- Virtuelni vojni kampovi,
- Simulacija borbenih operacija,
- Simulacija vozila,
- Lečenje posttraumatskog stresnog poremećaja.

Virtuelni simulatori letenja koriste se za obuku pilota. Tokom podučavanja komunicira se sa kontrolom letenja.

Simulatori su elektronski zatvoreni sistemi koji su u stanju da se naginju, pomeraju i okreću. Čitav sistem reaguje na komande koje mu zadaje pilot koji se obučava. Dobija povratne informacije od uređaja, što mu omogućava da oseti simulator koji oponaša akcije stvarnog vazduhoplova. Simulator pomuću velikog broja monitora prikazuju slike virtuelnog pejzaža, scenarija bojnog polja.

Američka Vojska je prva počela da koristi *VR* za obučavanje vojnog medicinskog osoblja. Pomoću naočara doktori dobijaju relanu sliku borbene liniji i vojnika koji se tamo nalaze, kao i simulacije raznih povreda. Korišćenjem virtuelne realnosti upoznaju sa raznim vrstama povreda i efikasnije leče pacijente.

Ogromnu industriju video igara vojska je počela da koristi za stvaranje realnih virtuelnih scena za potrebe vojnih kampova. Ovakve igre pomažu vojnicima da se snađu u mnogim situacijama i da se naviknu na razna okruženja. Većina većih američkih vojnih baza ima ogromna prostranstva koja se koriste za realizaciju virtuelnih vojnih kampova. Simumulacija borbenih operacija koristi se za obučavanje novih regruta u veštinama i tehnikama koje su im neophodne za efikasno funkcionisanje u jedinicama kopnene vojske, rečnih jedinica i mornarice, vazduhoplovnih snaga. Pomoću naočara za virtuelnu stvarnost koje su im postavljenje na glavi dobijaju seriju slika virtuelnog okruženja kroz koji se kreću. Na taj način dobijaju osećaj dubine i realizam. U opremu su ugrađeni i sistemi za praćenje. Tipična simulacija sadrži niz scenarija sa kojima regrut treba da se suoči, a promena vremenskih uslova daje realniju sliku stvarnosti.

Simulatori vozila predstavljaju potpunu kopiju vojnog vozila i dostupan je za autonomnu obuku i vežbanje vožnje na nivou većih organizacionih jedinica. 3*D* grafička baza podataka obezbeđuje obuku u svim vrstama okruženja kao što su pustinja, džungla, urbana područja, seoski putevi, bazni kampovi.

Za uspešno lečenje posttraumatskog stresnog poremećaja koriste se virtuelna realnost. Vojnici mogu da nauče kako da žive sa svojim simptomima. Suočavaju se sa situacijama koje su izazvale problem u virtuelnom svetu, postepeno se prilagođavaju, te dolazi do smanjivanja simptoma.

4. PRIMENA *IOT* I *VR* U VOJSCI REPUBLIKE SRBIJE

Priroda obuke u Ministarstvu odbrane i Vojsci Srbije oduvek su privlačili pažnju različitih eksperata i istraživača u vojnom sektoru. Obuka se realizuje primenom različitih metodičkih priručnika, kao što su priručnici za obuku pešadije, za pešadijsko naoružanje, za komandire odeljenja, za taktičku i fizičku obuku. Vojska Srbije, kao jedna od najstarijih organizacija, primenjuje savremene trendove u cilju unapređenja obrazovno – vaspitnog rada i razvoja sistema obuke njenog sastava [14].

U miru, Vojska Srbije može obavljati borbene i neborbene operacije, učestvovati u multinacionalnim operacijama. U skladu sa Zakonom može planirati, pripremati i izvoditi operacije za vreme vanrednog stanja [15]. Cilj upotrebe Vojske Srbije u ratu je da se ispoljavanjem njenih ukupnih sposobnosti neprijatelj prinudi da odustane od namera koje želi da ostvari oružanim nasiljem. U tom pogledu planiraju se, pripremaju i izvode borbene i neborbene operacije u saradnji sa drugim snagama sistema odbrane ili snagama prijateljskih i partnerskih država [14].

Preduslovi za uspešnu realizaciju operaciju su [14]:

- pravovremeno i potpuno vladanje informacijama o sopstvenim i neprijateljskim jedinicama,
- komandovanje u realnom vremenu,
- razbijanje neprijateljskog jezgra,
- celishodan manevar snaga,
- održavanje inicijative,
- uspešna kombinacija borbenih i neborbenih dejstava.

Kako bi se u potpunosti realizovale borbene i neborbene operacije u Vojsci Srbije uključena su savremena didaktična sredstva u proces obučavanja. Za trenažu avijatičara koriste se simulatori letenja na avionima Utva 75, Lasta i Supergaleb G-4 i helikopterima Mi-8 i Gazela. Za poboljšanje preciznosti gađanja koristi se simulaciona pištoljska streljana koja se nalazi na Vojnoj akademiji u Beogradu. Na sajmu naoružanja prestavljen je model daljinski upravljive borbene stanice mitraljeza 7.62mm PKT [15].

S obzirom da je *IoT* nov koncept ne postoji puno predloga kako bi se on iskoristio za potrebe Ministarstva odbrane i Vojske Srbije. MO i VS pokušava da uvede savremene informaciono – komunikacione tehnologije u nastavni proces na Vojnoj akademiji i u drugim ustanovama koje su značajne za obrazovanje vojnih jedinica. Proučavanjem literature i sagledavanjem trenutnog stanja zaključujemo da oružane snage Republike Srbije daleko zaostaju u poređenju sa mnogim evropskim državama. U literaturi su prisutni pregledni radovi koji se bave različitim primenama *IoT* i VR u vojskama Sjedinjenih Američkih Država, Velike Britanije, Mađarske, Francuske, Australije, Norveške, Japana, Švedske i Koreje i očekivanim primenama u budućnosti u skladu sa prisutnim izazovima.

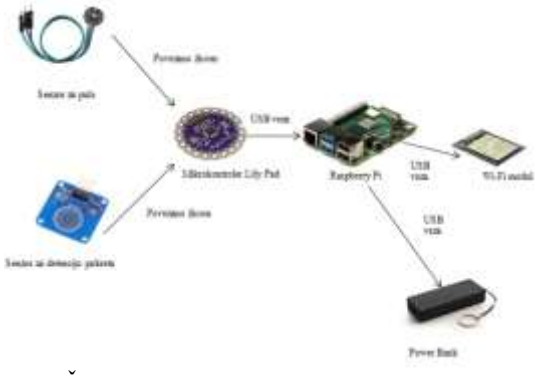
Kako bi odgovorili zahtevima koje im nameću savremeni svetski trendovi, Ministarstvo odbrane i Vojska Srbije treba da obezbede određena finansijska sredstva i školovani kadar koji bi na adekvatan način pomogao da se realizuje projekat primene *IoT*. Posredstvom savremenih tehnologija olakšalo bi se izvođenje borbenih i neborbenih operacija.

Primena pametnih senzora instaliranih na sistemimama naoružanja na brodovima, bespilotnim letelicama, kopnenim vozilima daje nove mogućnosti za realizaciju taktičkih vežbi. Pametne kasarne mogu da se izrade korišćenjem koncepta pametnih gradova. Na taj način bi

se lakše koordiniralo stanjem u kasarni i van nje. Ugradnjom pametnih senzora u vozila jednostavnije bi se pratio transport za potrebe logističke službe. U toku realizacije borbenih i neborbenih operacija kopnenih jedinica (pešadije, artiljerije, inžinjerije) korišćenje pametnih šlemova i pancira davalo bi adekvatne informacije neposredno nadređenim komandama o zdravstvenom i psihičkom stanju vojnika. Na taj način bi se moglo u relativnom kratkom vremenskom periodu odgovoriti na probleme koji nastaju i olakšao bi se rad medicinskog osoblja na vežbama. U obuci avijatičara potrebno je obezbediti nove simulatore letanja koji će dati što realniji prikaz stvarnosti. Razvojem posebnih virtuelnih terena jedinice roda pešadije i artiljerije bi se lakše pripremili za realizaciju taktičkih vežbi na realnom terenu.

Za poboljšanje kvaliteta izvođenja vežbi sa profesionalnim pripadnicima Ministarstva odbrane i Vojske Srbije napravljen je predlog modela realizacije vežbe primenom *IoT* tehnologije. Pomoću predloženog sistema moguće je kontrolisati zdravstveno stanje vojnika prilikom izvođenja vežbe. Na unutrašnjoj strani pancira koji vojnici koriste prilikom izvođenja vežbi bio bi postavljen uređaj koji prati zdravstveno stanje učesnika vežbe. Za implementaciju ovakvog sistema potrebne su sledeće komponente: senzori za merenje pulsa i detekciju pokreta, mikroprocesor koji će prihvatati podatke sa senzora, mikroračunar i bežična internet veza koja omogućava slobodno kretanje vojnika prilikom izvođenja vežbe. Podaci sa senzora se prosleđuju na oblak, gde se vrši analiziranje i skladištenje podataka. Ove podatke može pratiti starešina na svom računaru ili mobilnom telefonu pomoću *Android* aplikacije.

Za izradu sistema koji će se ugrađivati u pancire učesnika vežbe koristio bi se senzor *Pulse sensor* za *Arduino*, mikrokontroler *LilyPad* i mikroračunar *Raspberry Pi*. Šematski prikaz komponenti sistema za merenje pulsa i detekciju pokreta prikazan je na slici 1.



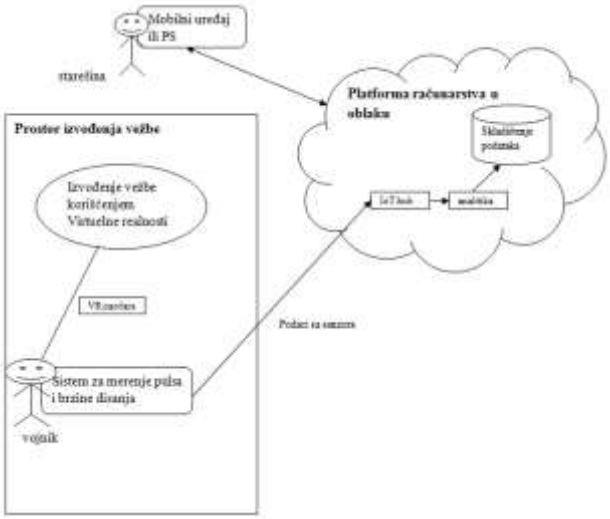
Slika 1. Šematski prikaz komponenti za merenje pulsa i detekciju pokreta

Za merenje otkucaja srca koristi se sensor za puls, dok se brzina disanja vojnika može izmeriti primenom senzora za detekciju pokreta. Oba senzora su povezana za *Arduino LilyPad* mikrokontroler i *Raspberry Pi* mikroračunar. Ceo sistem je potrebno upakovati i postaviti sa unutrašnje strane vojnog prsluka (slika 2), dok bi se sensor za puls postavio na donjen delu vrata na karotidnoj arteriji i pričvrstio trakom. Izmereni senzorski podaci se prenose do oblaka preko *Raspberry Pi* mikroračunara pomoću *Wi-Fi* modula. *Power Bank* baterija omogućava napajanje uređaja za merenje pulsa i detekciju pokreta.

Slika 2. Vojnički prsluk u koji se može implementirati sistem za detekciju zdravstvenog stanja vojnika

Platforma računarstva u oblaku sa integrisanom *IoT* platformom omogućava prijem velikih količina očitanih senzorskih podataka, a to je moguće izvršiti pomoću *Big data* analitike na platformi računarstva u oblaku. Prikupljeni senzorski podaci se preko komunikacionih modula prosleđuju do baze podataka – radi analize i skladištenja. Podaci se mogu analizirati primenom softverskih alata za analitiku i kasnije se skalsište u bazu podataka.

Integracija rešenja primene *IoT* i *VR* za potrebe Ministarstava odbrane i Vojske Srbije prikazana je na slici 3.



Slika 3. Integracija rešenja primene *IoT* i *VR* za potrebe Ministarstva odbrane i Vojske Srbije

Pomoću mobilne aplikacije koja se nalazi na mobilnom telefonu starešine pozivaju se veb servisi koji omogućavaju pristup podacima. Veb servisi se mogu kreirati pomoću programskog jezika *C#*, a postaviti na *Microsoft Azure* platformi kao *Cloud* servis. *Android* aplikacija kreirana pomoću programskog jezika *Java* u programskom okruženju *Android Studio* omogućava da starešina dobije jasnu sliku o stanju njegovim vojnika tokom izvođenja vežbe. Posebno se naglašavaju alarmantne situacije, kao što je nemogućnost očitavanja pulsa koja može nastati kao posledica prestanka rada srca. Kada ima jasnu sliku o stanju svoje jedinice, starešina

može lakše komandovati medicinskim i spasilačkim ekipama.

5. ZAKLJUČAK

Najprepoznatljiviji pomak u dobi modernog rata je to što su informacije postale najefikasnije oružje. Vojni sistemi prikupljaju informacije i na taj način sprovode misije i zadatke koje predstavljaju jezgra svake suverene države. Široka primena Interneta inteligentnih uređaja utiče na vojne operacije. Komandanti mogu donositi odluke u stvarnom vremenu na osnovu informacija koje dobiju iz uređaja koji su zasnovani na *IoT* tehnologiji.

U ovom radu opisani su teorijski koncepti Interneta inteligentih stvari i Virtuelne realnosti. Predstavljenje su različite oblasti primene u vojnim sistemima kroz pametno nadgledanje zdravstvenog stanja vojnika, pametna vozila, pametne vojne baze, pametne logističke sisteme, pametno upravljanje energijom, pametne vojne kasarne. Prikazani su i sistemi koji se koriste u obuci profesionalnih pripadnika Ministarstva odbrane i Vojske Srbije, kao i mogućnosti realizacije novih sistema kako bi se olakšala realizacija borbenih i neborbenih operacija. Definisan je novi model za praćenje zdravstvenog stanja vojnika primenom Interneta inteligentnih uređaja. Rešenje predloženo u ovom radu može se uspešno koristiti u procesu komandovanja neborbenim i borbnim opercijama i omogućiti medicinsko zbrinjavanje ranjenih.

U daljem radu neophodno je da se projektuje i implementira ovaj sistem u vežbi koja bi se realizovala primenom Virtuelne realnosti. Na taj način bi se uočile prednosti korišćenja savremnih informaciono – komunikacionih tehnologija u realizaciji zadataka koji se nalaze pred profesionalnim pripadnicima vojske.

Pored mnogih prednosti koju donosi široka primena Interneta inteligentnih uređaja najvažniji nedostatak *IoT*-a je velika ranjivost ovih složeni sistema. Potrebno je razlimšljati i na temu sigurnosnih mehanizama koji bi udovoljili zahtevima *IoT* tehnologije. Ovaj problem je presudan u vojnim sistemima jer je kontrola protoka informacija pruža najvažniju prednost.

LITERATURA

[1] Bognar, E. K. “Possibilities and security challenges of using IoT for military purposes“, XIII Evfolyam, 2018.

[2] Mladenović, S., Uzelac, A., Janković, S., Mladenović, D. “Primenta IoT koncepta u saobraćaju“, XXXIII Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – PosTel 2015, Beograd, 2015.

[3] Radenković, B., Despotović-Zrakić, M., Bogdanović, Z., Barać, D., Labus, A. “Elektronsko poslovanje”, udžbenik, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Beograd, 2015.

[4] Rodić-Trmčić, B., Labus, A., Bogdanović, Z., Despotović-Zrakić, M., Radenković, B. “Development of an IoT system for students- stress management”, Facta Universitatis, Electronics and energetics, Univerzitet u Nišu, Niš, 2018.

[5] Uzelac, A., Mladeović, S., Zoranović, D., Zdravković, S., Janković, S. “Komparativna analiza IoT platformi“, Simpozijum o operacionim istraživanjima, 2015.

[6] Damnjanović, D., Primena Internet of Thnigs (IoT) rešenja u upravljanju održavanjem u proizvodnji, 2018.

[7] Plavšić, J. “Virtuelna realnost u arhitekturi na primeru Zemunskog keja“, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2019.

[8] Šiđanin, P., Lazić, M. “Virtuelna i proširena realnost: koncepti, tehnike, primene“, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2018.

[9] Ratko, G., Navalušić, S., Zeljković, M., Milojević, Z., Megađa, I. “Virtuelna realnost – novi prilaz u projektovanju i proizvodnji“, Infoteh 2006, Jahorina, 2006.

[10] Stojanović, F. “Virtuelna realnost: Osnove i izrada igara“, master rad, Univerzitet u Nišu, Prirodno-matematički fakultet, Niš, 2017.

[11] Zheng, E., Carter, W. “Leveraging of the Internet of Things for a More Efficient Military“, Lanham, 2015.

[12] *http://www.natolibguides.info/smartenergz/documents*

[13] Poulter, A., Matthew, M. “The Internet of Military Things“, 2018.

[14] *http://www.elearning.mod.gov.rs*

[15] *http://www.vs.rs*

ANALIZA MOGUĆNOSTI PRENOSA PODATAKA VOJNIM VF I VVF RADIO KOMUNIKACIONIM MREŽAMA
PERFORMANCE ANALYSIS OF DATA TRANSMISSION IN MILITARY HF AND VHF RADIO COMMUNICATION NETWORKS

Vladimir Ristić[1], Saša Devetak[1], Jovan Bajčetić[1]
Vojna akademija[1]

Sadržaj – *U radu je opisan i analiziran prenos podataka korišćenjem vojnih taktičkih radio mreža sa težištem na analizi razlike između brzine prenosa iz ugla krajnje aplikacije (korisnika) u odnosu na deklarisanu (programiranu) brzinu prenosa za konkretan spojni put (medij). Izmereni su i analizirani vremenski parametri na dve realne (VF i VVF) kriptozaštićene taktičke mreže, sa ciljem utvrđivanja pomenute razlike i opisani su njeni uzroci. Za prenos podataka korišćena je komercijalna e-mail client aplikacija, namenska aplikacija za upravljanje radio uređajima i softverski definisani radio uređaji. Prenos podataka realizovan je na šifrovanim radio linkovima koji omogućavaju brzine prenosa do 43 kbit/s. Za potrebe analize vršeno je slanje podataka (datoteka) različitih veličina koristeći različite brzine prenosa.*

Abstract - *The paper presents data data transmission analysis through military tactical radio networks. The focus was directed to the difference between the transfer rate from the end user experience in relation to the declared (programmed) transfer speed for a concrete communication path (media). Two experimental (HF and VHF) encrypted tactical networks were used in order to measure and analyze time related parameters and to determine the aforementioned differences and describe the causes. A commercial e-mail client application, dedicated application for radio device management and software-defined radio devices were used to transfer data. Data transmission was realized through an encrypted radio link that allows transmission datarate up to 43 kbps. For analysis purposes, data (files)* used were prepared to be with *different sizes in order to analyze the performances using different transfer datarates.*

1. UVOD

Radio komunikacione mreže su komunikacione mreže ostvarene pomoću radio talasa. Ovaj tip komunikacionih mreža, za komercijalne potrebe se primenjuje na mestima gde kablovsku infrastrukturu nije moguće postaviti ili je cena uvođenja takve infrastrukture previsoka. Osim toga, poseduju osobine koje predstavljaju prednost u odnosu na kablovsko umrežavanje, kao što su mobilnost korisnika, laka mogućnost proširivanja i brzo i jeftino uspostavljanje mreže privremenog trajanja.

Navedeni tip komunikacionih mreža je od izuzetnog značaja za korisnike čija je funkcionalnost bazirana na visokoj mobilnosti a u uslovima potpunog odsustva bilo kakve infrastrukture. Jedan od takvih korisnika jeste Vojska Srbije. U literaturi [1, 2] su analizirane mogućnosti prenosa informacija u vojnim taktičkim radio komunikacionim mrežama.

Ovakvi specifični korisnici imaju i specifične zahteve koje komercijalne bežične komunikacione mreže ne ispunjavaju. Za razliku od komercijalnih mreža koje imaju nizak nivo zaštite informacije i mali domet, vojne komunikacione mreže koriste nekomercijalnu zaštitu informacije i omogućavaju domete koji se mere desetinama (za VVF), stotinama pa i hiljadama kilometara (za VF radio mreže).

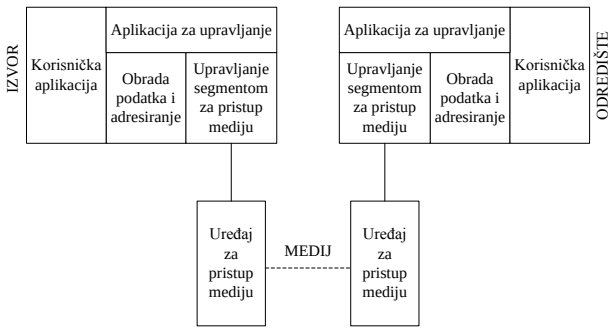
Ovakve komunikacione mreže su namenjene za prenos podataka za potrebe aplikacija koje čine komandno informacione sisteme (KIS), sisteme za upravljanje vatrom (SUV), vazdušno osmatranje i javljanje (VOJ) kao i za prenošenje tekstualnih i drugih informacija za potrebe krajnjih korisnika.

U cilju analize mogućnosti prenosa podataka izvršena su merenja na dostupnim radio i terminalnim uređajima sa aplikacijama za prenos podataka što će biti predstavljeno u nastavku rada.

Značaj ovog rada proističe iz analize mogućnosti brzine prenosa podataka bazirane na korelaciji između deklarisanih i realnih brzina prenosa podataka.

2. KOMUNIKACIONI MODEL ZA PRENOS PODATAKA

Za potrebe ovog rada formiran je komunikacioni model prikazan na Slici 1. Komunikacioni model prikazuje put podataka od izvora do odredišta.



Slika 1. Prikaz komunikacionog modela

Slanje podataka se vrši preko korisničke aplikacije, u konkretnom slučaju radi se o e-mail klijentskoj aplikaciji. Aplikacija za upravljanje se može podeliti na dva segmenta – segmenta za obradu podataka i adresiranje i

segmenta koji upravlja radio uređajem i prosleđuje podatke ka modemu radio uređaja. Segment za obradu podataka i adresiranje prima podatke od klijentske e-mail aplikacije, čuva ih u svojoj bafer memoriji, podacima pridružuje adrese namenjene adresiranju uređaja u okviru definisane radio mreže, priprema podatke za slanje (segmentira, dodaje zaglavlje bloku podataka, dodaje kontrolne podatke) i prosleđuje ih radio uređaju. Upravljanje obuhvata između ostalog i prosleđivanje komandi modemu i radio uređaju (aktiviranje predaje, prelazak na prijem ...).

U radu su posmatrane dve karakteristike telekomunikacionog sistema – brzina prenosa podataka i vreme potrebno za prenos podataka.

Brzina prenosa podataka, posmatrano na putu od izvora do odredišta informacije, uslovljena je svakim elementom komunikacionog modela (Slika 1).

Vreme prenosa podataka je vreme potrebno za prenos podatka od izvora do odredišta. Svaki od elemenata na Slici 1 unosi određeno kašnjenje iz jednog od dva (ili oba) razloga: obrada (transformacija) podataka i dodavanje sopstvenih podataka. Ukupno vreme potrebno za prenos podataka predstavlja zbir vremena po elementima.

Vreme potrebno za prenos je direktno uslovljeno brzinom prenosa, ali i još nekim karakteristikama i činiocima.

Brzina prenosa podataka za konkretnu komunikacionu sesiju (npr. prenos jednog e-mail-a) može biti automatska (izbor vrši uređaj/aplikacija) ili podešena ručno, od strane korisnika sistema. U komercijalnim sistemima najčešća je automatska, dok je u specifičnim sistemima uobičajena implementacija automatskog i ručnog podešavanja brzine prenosa podataka. Ovo podešavanje je, u zavisnosti od konkretnog tehničkog rešenja, moguće izvršiti na pojedinim elementima komunikacionog sistema i ono se, najčešće, odnosi samo na element na kom je podešavanje izvršeno (ne na čitav spojni put između izvora i odredišta). S obzirom na to da pojedini sistemi ne omogućavaju sticanje uvida u realnu brzinu prenosa na pojedinim elementima i/ili brzinu prenosa na čitavom spojnom putu, postavlja se pitanje kolika je ona ili, drugim rečima, koliko je odstupanje realne brzine, na čitavom spojnom putu, u odnosu na brzinu koja je definisana na jednom od elemenata.

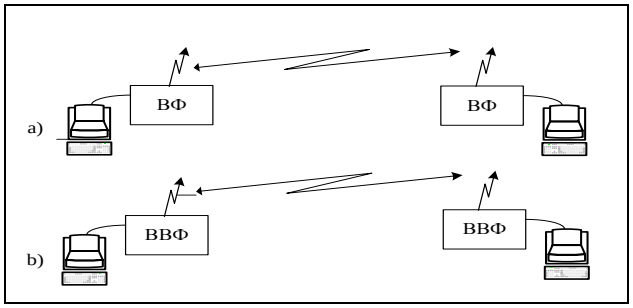
Slična je situacija i kada je reč o vremenu potrebnom za prenos podataka. Pojedini sistemi ne mere konkretnu vrednost, niti vrše njen proračun. Ovu vrednost je moguće izračunati na osnovu deklarisane brzine prenosa. Ono što se, u ovom slučaju, pojavljuje kao problem jesu sledeći činioci:

- brzine su najčešće deklarisane za pojedinačne elemente sistema, a ne za čitav sistem;
- pored „korisnih“ podataka, potrebno je uzeti u obzir dodatnu količinu podataka „servisnog“ tipa (zaglavlja, ubačeni kontrolni podaci i sl.);
- na ukupno vreme prenosa potrebno je dodati kašnjenja koja unosi algoritam po kome se obavlja komunikacija između uređaja/aplikacija.

3. OPIS SCENARIJA VOJNIH RADIO KOMUNIKACIONIH MREŽA

Za potrebe analize prenosa podataka preko vojnih radio komunikacionih mreža, formiran je scenario sa jednom VF (Slika 2a) i jednom VVF (Slika 2b) radio komunikacionom mrežom.

Radio uređaji korišćeni za pristup mediju su TRC-3700 (VF) i TRC-9210 (VVF) proizvođača Thales [3]. Reč je o prenosnim, primopredajnim radio uređajima koji omogućavaju prenos nezaštićenog ili zaštićenog govora i podataka u različitim komunikacionim režimima i vrstama rada.



Slika 2. Scenario sa radio komunikacionim mrežama VF i VVF opsega

Korišćenje tehnike prenosa se razlikuju za VF i za VVF radio uređaje.

VF radio uređaji su konfigurisani tako da se informacije prenose u ALE 3G (Automatic Link Establishment 3rd Generation) vrsti rada koja je specifična za uređaje proizvođača Thales. Ova vrsta rada predstavlja unapređenje MIL-ALE-188-141A US DoD standarda [4]. Prenos podataka vršen je deklarisanom brzinom od 9600 bit/s.

VVF radio uređaji su konfigurisani da prenos podataka realizuju u Combat Network Radio (CNR) režimu rada, koristeći 8CPM modulaciju, tehniku frekvencijskog skakanja (FH) i kanal širine 25 kHz preko kog prenose podatke modulisane nestandardizovanim integrisanim modemima. Prenos podataka vršen je deklarisanim brzinama od 19200 bit/s i 43000 bit/s.[5, 6]

Kao terminalni uređaji, korišćeni su prenosni računari TACTER-31M proizvođača Tadiran [7], sa Windows XP SP2 operativnim sistemom, aplikacijom za upravljanje MACS (Multimedia Access Communications Server) proizvođača Thales i e-mail klijent aplikacijom Outlook Express. Terminalni uređaji su serijskim portom (RS-232) povezani sa radio uređajima da bi se omogućilo upravljanje i prenos podataka.

Integrisana kriptozaštita podataka u kombinaciji sa mehanizmima korekcije grešaka (FEC i ARQ) čini ove sisteme prilično otpornim na slučajne i (zlo)namerne uticaje.

Navedeni faktori (frekvencijski opseg, tehnike prenosa, zaštita podataka, širina opsega komunikacionog kanala, mehanizmi korekcije) utiču da su brzine koje se mogu očekivati na ovom tipu mreža znatno niže u odnosu na komercijalne mreže.

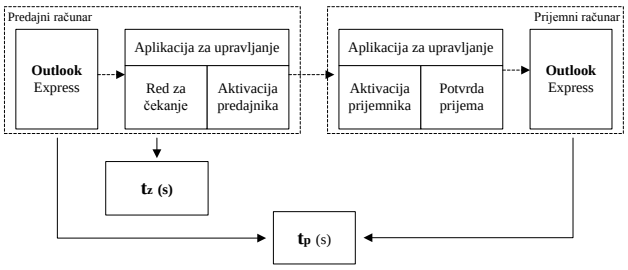
Za potrebe ispitivanja realizovan je prenos podataka (datoteka) različitih veličina. Veličine datoteka (VD) koje su korišćene su: 19 kB, 81,5 kB, 152 kB, 294 kB, 760 kB. Prenos podataka vršen je deklarisanim (realnim) brzinama prenosa podataka (v_d), koje su podešene u okviru aplikacije za upravljanje i na radio uređaju i iznose 9600 bit/s, 19200 bit/s i 43000 bit/s.[8]

Deklarisanom brzinom od 9600 bit/s kod VF radio uređaja vršen je prenos datoteka od 19 kB i 81,5 kB s obzirom na to da prenos većih datoteka nije bio optimalan. Prenos većih datoteka prouzrokuje veliko kašnjenje, pogotovo što uređaj na svakih šest minuta prekida prenos u trajanju od jednog minuta radi obavljanja drugog saobraćaja na radnom kanalu [9].

Merenja su realizovana u laboratoriji na definisanim konfiguracijama. Za svaku veličinu datoteke izvršeno je po deset merenja.

4. REZULTATI MERENJA I ANALIZA

Tokom prenosa podataka, vršeno je merenje vremena trajanja prenosa (t_p) i vremena zadržavanja u redu za čekanje aplikacije za upravljanje predajnog računara (t_z). Vreme trajanja prenosa predstavlja ukupno vreme potrebno za prenos datoteke od izvora do odredišta, odnosno od predajnog do prijemnog terminalnog uređaja (računara). Vreme zadržavanja u redu za čekanje aplikacije za upravljanje predajnog računara je vreme od dolaska datoteke u MACS aplikaciju do početka slanja datoteke preko MACS aplikacije. Tačke merenja ovih vrednosti su prikazane na slici 3.



Slika 3. Tačke merenja

Dobijene srednje vrednosti rezultata merenja (t_{psr} – srednje vreme trajanja prenosa, t_{zsr} – srednje vreme zadržavanja u redu za čekanje) prikazane su u Tabeli 1.

Tabela 1. Rezultati merenja

Tip RU, deklarisana brzina prenosa v_d (bit/s)	Veličina datoteke VD (kB)	Srednje vreme trajanja prenosa t_{psr} (s)	Očekivano vreme trajanja prenosa t_{po} (s)	Srednje vreme zadržavanja u redu za čekanje t_{zsr} (s)	Izračunata brzina prenosa v_i (bit/s)
TRC-3700 9600 bit/s	19	78,00	16,21	2,33	1995,49
	81,5	153,50	69,55	53,75	4349,50
TRC-9210 19200 bit/s	19	35,00	8,11	5,50	4447,09
	81,5	65,60	34,77	27,28	10177,56
	152	119,80	64,85	15,42	10393,86
	294	218,25	125,44	33,00	11035,27
	760	255,75	324,27	27,00	24343,77
TRC-9210 43000 bit/s	19	48,20	3,62	18,80	3229,21
	81,5	70,70	15,53	37,05	9443,39
	152	109,67	28,96	30,83	11354,26
	294	131,40	56,01	3,20	18329,13
	760	161,00	144,79	8,80	38670,31

Pored rezultata merenja u Tabeli 1, prikazane su očekivane i izračunate vrednosti.

Očekivano vreme trajanja prenosa podataka (t_{po}) dobijeno je na sledeći način:

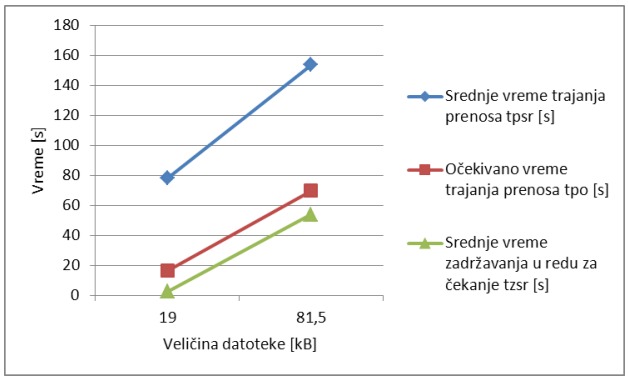
$$t_{po}\ [s] = \frac{VD\ [bit]}{v_d\ [bit/s]} \quad (1)$$

Izračunata brzina prenosa podataka (v_i) dobijena je na sledeći način:

$$v_i\ [bit/s] = \frac{VD\ [bit]}{t_{psr}\ [s]} \quad (2)$$

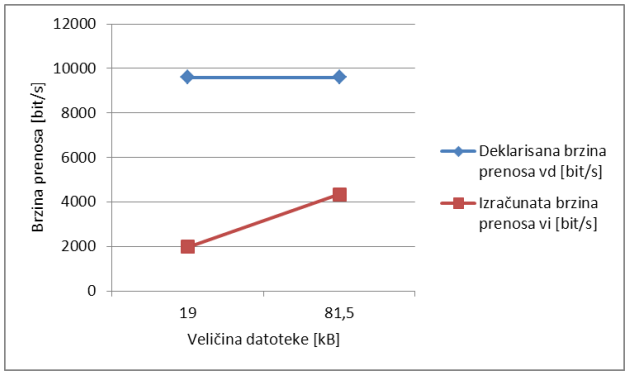
Na sledećim slikama prikazani su rezultati u vidu grafikona zavisnosti vremena prenosa od veličine datoteke koji omogućavaju poređenje i analizu korelacije između realnog (t_{psr}) i očekivanog (t_{po}) vremena trajanja prenosa, kao i grafikona koji prikazuju odnos između deklarisane (podešene) brzine prenosa (v_d) i izračunate (realne) brzine prenosa (v_i).

Na Slikama 4 i 5 prikazani su rezultati dobijeni pri prenosu podataka VF radio komunikacionom mrežom korišćenjem uređaja TRC-3700 sa podešenom brzinom prenosa 9600 bit/s.



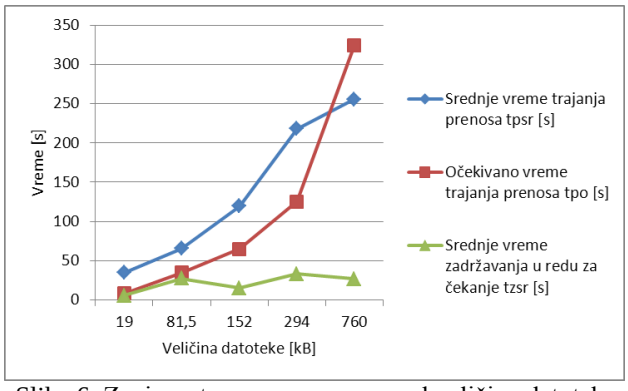
Slika 4. Zavisnost vremena prenosa od veličine datoteke (TRC-3700 9600 bit/s)

Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da je srednje vreme trajanja prenosa za datoteke malih veličina (19 i 81,5 kB) zadovoljavajuće (vreme prenosa manje je od pet minuta). Odnos realnog i očekivanog vremena trajanja prenosa podataka se smanjuje sa povećanjem veličine datoteke, samim tim se i realna brzina prenosa podataka približava deklarisanoj brzini prenosa podataka. Srednje vreme zadržavanja u redu za čekanje se višestruko povećava sa povećanjem veličine datoteke, što nije negativno uticalo na brzinu prenosa podataka.



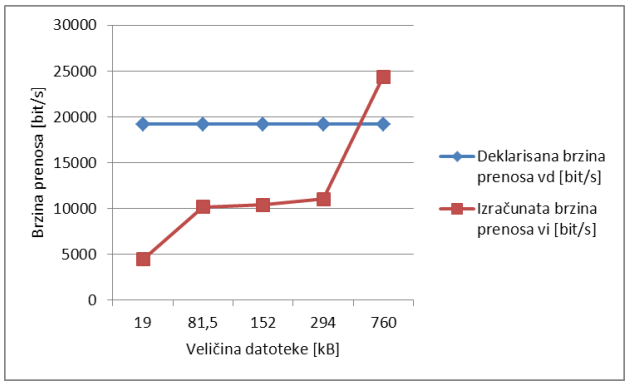
Slika 5. Odnos deklarisane i izračunate brzine prenosa (TRC-3700 9600 bit/s)

Slike 6. i 7. prikazuju dobijene vrednosti pri prenosu podataka korišćenjem VVF radio uređaja TRC-9210 sa podešenom brzinom prenosa od 19200 bit/s.



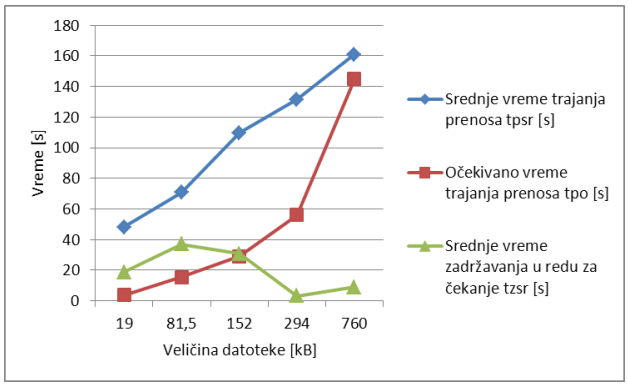
Slika 6. Zavisnost vremana prenosa od veličine datoteke (TRC-9210 19200 bit/s)

Poređenjem realnog i očekivanog vremena trajanja prenosa može se uočiti da se sa povećanjem veličine datoteke vrednost očekivanog vremena trajanja prenosa približava realnom (srednjem) vremenu trajanja prenosa. Za datoteku veličine 760 kB realno vreme trajanja prenosa je manje od očekivanog, odnosno realna brzina prenosa podataka je veća od deklarisane brzine podešene na radio uređaju. Srednje vreme zadržavanja u redu za čekanje, povećanjem veličine datoteke, na početku blago raste, a zatim ima približno konstantnu vrednost.



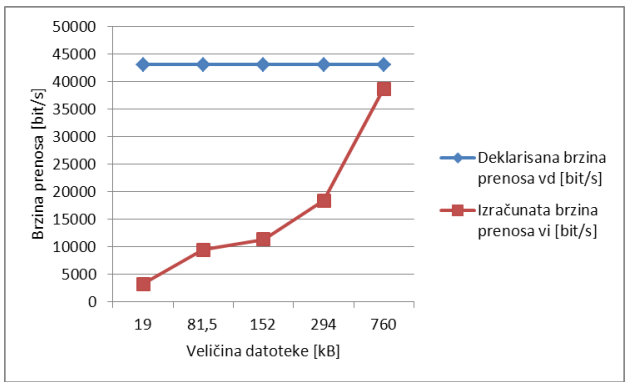
Slika 7. Odnos deklarisane i izračunate brzine prenosa (TRC-9210 19200 bit/s)

Na Slikama 8. i 9. prikazani su rezultati dobijeni pri prenosu podataka VVF radio komunikacionom mrežom korišćenjem uređaja TRC-9210 sa podešenom brzinom prenosa od 43000 bit/s.



Slika 8. Zavisnost vremana prenosa od veličine datoteke (TRC-9210 43000 bit/s)

Na osnovu prikazanog može se zaključiti da očekivano vreme trajanja prenosa podataka pri prenosu podataka manjih i srednjih veličina do 300 kB ima znatno manju vrednost od realnog vremena trajanja prenosa. Tek sa povećanjem veličine datoteke na 760 kB vrednosti očekivanog i realnog vremena trajanja prenosa se približavaju jedna drugoj. Samim tim i izračunata brzina prenosa podataka se približava podešenoj brzini od 43000 bit/s. Srednje vreme zadržavanja u redu za čekanje za datoteke veće od 300 kB se drastično smanjuje i skoro je zanemarljivo.



Slika 9. Odnos deklarisane i izračunate brzine prenosa (TRC-9210 43000 bit/s)

Analizom dobijenih rezultata može se zaključiti da je prenos datoteka malih veličina do 80 kB moguć u svim režimima rada korišćenjem VF i VVF radio komunikacionih mreža.

Upotreba VF radio uređaja sa deklarisanom brzinom prenosa 9600 bit/s za prenos većih datoteka, preko 80 kB nije optimalna. Vreme zadržavanja u redu za čekanje kod VF radio uređaja se višestruko povećava sa povećanjem veličine datoteke.

Iskorišćenost resursa VVF radio uređaja sa aspekta deklarisane brzine prenosa podataka znatno raste sa povećanjem veličine datoteke koja se prenosi. Prenos manjih i srednjih datoteka do 300 kB može da se vrši optimalno i pri brzinama od 19200 bit/s, dok je za prenos većih datoteka preko 300 kB poželjno korisiti brzine 43000 bit/s. Vreme zadržavanja u redu za čekanje kod VVF radio uređaja se smanjuje sa povećanjem veličine datoteke, uz povećanje brzine prenosa podataka.

5. ZAKLJUČAK

U radu je opisan i analiziran prenos podataka korišćenjem radio uređaja VF i VVF opsega sa aspekta brzine prenosa podataka u zavisnosti od veličine datoteke. U tom cilju formiran je scenario sa radio uređajima TRC-3700 i TRC-9210 i terminalnim uređajima TACTER-31M. Na osnovu dobijenih rezultata merenja izvršeno je poređenje realnog i očekivanog vremena trajanja prenosa datoteka različitih veličina, pri različitim brzinama, sa osvrtom na vreme zadržavanja u redu za čekanje. Analizom dobijenih rezultata može se zaključiti da je za prenos većih datoteka optimalna upotreba VVF radio uređaja sa deklarisanom brzinom prenosa podataka 43000 bit/s. Kao rezervna varijanta može se koristiti i deklarisana brzina 19200 bit/s. Prenos datoteka malih veličina do 80 kB moguć je u svim režimima rada korišćenjem VF i VVF radio komunikacionih mreža.

ZAHVALNICA

Istraživanje opisano u ovom radu je realizovano u okviru projekta „Platforma objedinjenih IP (Internet Protokol) usluga za potrebe jedinica taktičkog nivoa“ VA-TT/3/20-22 za period od 2020. do 2022. godine koje stipendira Univerzitet odbrane u Beogradu.

LITERATURA

[1] Devetak S., Suša V. „Mogućnosti prenosa informacija i povezivanja taktičkih radio mreža u različitim komunikacionim režimima“, XVIII konferencija o informacionim i komunikacionim tehnologijama (YU INFO 2012), Kopaonik, 2012.

[2] Bajčetić J., Pavlović B. „ Analiza e-mail servisa kroz IP radio VVF mrežu malog kapaciteta“, XXIX Simpozijum o novim tehnologijama u poštanskom i telekomunikacionom saobraćaju – POSTEL 2011, Beograd, str. 295-304, 2011.

[3] https://www.thalesgroup.com/en/markets/defence-and-security/radio-communications/land-communications/tactical-radios (Posećeno 13.01.2020.)

[4] http://everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD-0100-0299/MIL-STD-188-141A_24838/ (Posećeno 13.01.2020.)

[5] Aulin T., Rydbeck N., Sundberg C-E. „Continuous Phase Modulation – Part I: Full Response Signaling“, IEEE Transactions on Communications, vol. COM-29, No. 3, pp. 196-209, March 1981.

[6] Aulin T., Rydbeck N., Sundberg C-E. „Continuous Phase Modulation – Part II: Full Response Signaling“, IEEE Transactions on Communications, vol. COM-29, No. 3, pp. 210-225, March 1981.

[7] http://www.ruggedpcreview.com/3_handhelds_tallatech_tacter-31m.html (Posećeno 13.01.2020.)

[8] Devetak S. „Model telekomunikaciono-informatičkog obezbeđenja snaga Kopnene vojske u odbrambenoj operaciji“, doktorska disertacija, Univerzitet odbrane, Vojna akademija, Beograd, 2016.

[9] Devetak S., Dragović R., Bajčetić J. „Analiza performansi taktičkih radio-komunikacionih mreža u prenosu podataka“, 62. Konferencija ETRAN, Palić, jun 2018.

NOVI PRISTUP SKALIRANJU MULTI-TENANT SISTEMA

A NEW APPROACH TO SCALING MULTI-TENANT SYSTEMS

Vesna Pavković[1], Srđan Vukmirović[2], Slobodan Ilić[3]
Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu [1-3]

Sadržaj – *Ubrzani razvoj računarskih nauka doveo je do razvoja novih stilova softverske arhitekture za razvijanje i održavanje višekorisničkih sistema i sistema koji obrađuju velike količine podataka. Kod ovakvih sistema susrećemo se sa problemima poput podele podataka, servera i drugih računarskih resursa, sigurnosti i slično, te je veoma bitno odabrati adekvatnu arhitekturu za modelovanje i razvijanje pomenutih sistema. Upotreba multi-tenancy arhitekture u cloud okruženju se pokazala kao optimalno rešenje. Arhitektura se zasniva na prinicpu deljenja jedne instance aplikacije i obradi više korisničkih zahteva istovremeno, te su sigurnost korisnika i pravilno skaliranje resursa ključni zahtevi koji moraju biti zadovoljeni. Rad opisuje novi pristup skaliranju ovakvih sistema i ilustruje očekivane prednosti primene ovog pristupa.*

Abstract – *Today's emerging development of computer science has brought the need for developing new architectural styles for deploying and maintaining systems with multiple users and big data amounts. System and user security, sharing computer resources such as data, servers, etc., are the common problems encountered while working with these systems. To overcome these issues an adequate architectural style should be used. Using multi-tenancy architecture in cloud environment proved to be an optimal solution. As multi-tenancy implies sharing one application instance and serving multiple requests at the same time, tenant's security and proper scaling of resources are key requirements that must be satisfied. A new approach for scaling multi-tenant systems is proposed in this paper. Also, expected results after applying this approach have been illustrated.*

1. INTRODUCTION

The rapid development of information technology introduces new demands that standard monolithic architecture cannot longer satisfy. This has led to the massive development and usage of microservice architecture and cloud computing [1]. By National Institute of Standards and Technology (NIST) definition, cloud computing is "a model for enabling ubiquitous, convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g. networks, servers, storage, applications and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction" [2]. The cloud is composed of three service models, four deployment models and five essential characteristics. Three types of services provided by cloud are Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS) and Infrastructure as a Service (IaaS). These three services as well as deployment models and essential characteristics are explained in detail in [2]. All these aspects of cloud computing give desirable advantages in terms of high scalability, unlimited resources, cost reduction, data distribution and ease of use of the application by multiple users. Some of the most mentioned systems with multiple users and big amounts of data which could fully utilize cloud properties are power systems and SCADA [3].

Multi-user approach in cloud environment is realized on principles of multi-tenancy architecture – a new architectural style mainly used in SaaS model [4,5]. This architecture implies that single application instance is shared among multiple independent users. This means that users do not share only the hardware itself but the operating system, middleware and application components as well. The group of users that share the same application view are referred to as tenants [6]. The best practice for realizing multi-tenancy is to deploy a middleware or PaaS model of service due to complex implementation of functionality of sharing one application instance among multiple users [6]. When developing a multi-tenant application, we must pay attention to following aspects:

- data isolation and security in order to prevent data collision and appearance of invalid data,
- tenant authentication and authorization of its actions in order to avoid application access by unauthorized tenants, and
- system scalability - system's ability to handle increased number of users and user's requests.

As to our knowledge, recent research focuses on fulfilling one of these three requirements – either security or data isolation or system scalability. Our idea is to develop a solution which is mainly focused on system scalability but also fulfills aspects of security and data isolation. The solution should be generic and easily extensible.

The rest of the paper is organized as follows. First, related work is presented in Section 2. Proposed solution is described in Section 3 while Section 4 summarizes the concepts of this paper and gives plans for future work.

2. RELATED WORK

Proper scaling of system resources improves user experience, reduces cost and successfully copes with unexpected changes in demands for application

capacities. In order to enable proper system scaling different patterns may be applied to the solution [7]. Also, depending on the business decisions, integrated tools provided by cloud provider can be used for system scaling. Nevertheless, researchers are eager to develop new scaling algorithms that are specific to the problem and that overcome the performances of existing solutions.

Vondra and Sedivy et al. [8] developed an auto-scaler tool with queueing network model at the core that scales up based on latency and down based on utilization. They tested it with basic threshold-based algorithms and found it to be very stable and cost-effective. This work is interesting to us since we want our solution to have a smart scaling component which will scale the system based on network, memory or CPU usage according to the number and nature of tenant's requests.

The authors et al. [9] expend standard rule-based autoscaling policy using PRISM model to measure temporal parameters, such as time for looking back and cool-down period, to enhance the performances of scalability policy. This research is out of scope of our work since we aim to develop our own autoscaling component, but it gives us valuable information about important aspects of scaling components that should be taken into consideration when developing or improving scaling algorithms.

Lu et al. [10] designed, implemented and evaluated the InSTechAH – a big data-oriented cost-effective cluster autoscaling and scheduling scheme in private cloud which improves the resource utilization and maintains the required quality of services by autoscaling and scheduling smart background computing tasks.

The authors et al. [11] developed a Hadoop platform deployment method for various cloud infrastructures using Occopus (an open source, cloud agnostic software for configuring and orchestrating distributed infrastructures on single as well as multi-cloud environments) in order to provide an easy-to-use, portable and scalable way to deploy Hadoop platform with main goal to avoid vendor-locking issues.

Tran et al. [12] developed an autoscaling algorithm based on predicting resource utilization in advance using fuzzy logic, genetic algorithms and neural networks. Afterward, scaling decisions are being validated through evaluating SLA violations. They highlight improved system efficiency.

Moghaddam et al. [13] propose an Anomaly and Cause Aware autoscaling framework. The idea is to predict anomalies using anomaly prediction module and based on anomaly type (local - targeted by elastic VM solution or global – system-wide anomalies) decide whether to scale the system vertically or horizontally. They claim to obtain better scalability.

[14] proposes an autoscaling mechanism for scaling resources at different resource levels of cloud services based on predicted workload. For predicting workload they used a linear regression model. The proposed solution satisfies the SLA and reduces the cost.

Chen et al. [15] introduce a new self-adaptive resource allocation method based on control theory and optimization algorithms. The method is composed of feedback loops where each loop goes through iterative QoS prediction model and PSO-based runtime decision algorithm, both developed by same authors. Using predicted QoS value PSO makes decision on resource allocation. The authors improved resource allocation by approximately 5-6%.

3. PROPOSED SOLUTION DESIGN

We were inspired to design a solution which could satisfy the defined aspects without slowing down the entire system. The central idea is to have a smart load balancer which will manage the resources so the system can scale automatically without disrupting the user experience.

The solution's architecture consists of several key components, as shown in Fig. 1. Since this is a multi-tenant system in the first layer we have multiple tenants that are unaware of the existence of other tenants and have the sense that they are the only user of the system. Each tenant is composed of telemetric devices that send measurements to be stored in database and operators who can access and process those data. The measurements provided by tenants are real time data from industry-based environment. Each telemetric device is defined with ID and properties which contain information about measurements collected by it and every operator has its ID, username, password and the ID of telemetric devices whose data it can access and process. Operators can see only data of the telemetric devices which belong to same tenant as the operator. The division and grouping of the operators and devices into tenants depends on the system's architecture. When a tenant initiates a request, it sends its credentials to the authentication service which verifies its identity and allowed actions using the configuration file. The request could, for example, be an action of writing/reading to/from database. When the identity is confirmed tenant's request is forwarded to the load balancer. After receiving a request load balancer communicates with service manager (a helper component) to collect information of server state so it can decide to which server it will forward the request. The simplest way is to use the round robin algorithm to distribute requests among servers but we aspire to make load balancer a smart component which uses artificial intelligence to distribute the requests and manage the resources. The allocation and deallocation of servers (resources) is based on the number and nature of tenant's requests. The outputs of the optimization algorithms give us information about the nature of tenant's requests. These requests can mainly utilize either memory or CPU or network. Then based on this information the load balancer will determine how to scale the resources. For example, if the majority of tenant's requests in the defined period of time mainly utilize server's memory to be served then

scale the resources by memory utilization. One server can serve multiple requests from different tenants. Servers should be stateless, and the tenants should not worry about the location and number of servers. The lowest layer in the architecture is database. We have only one primary database that contains data of all tenants and two copies of database i.e. two secondary databases in order to prevent data loss. When a request for writing the measurement to database is received if the database have already had that measurements the old value is automatically sent to history database so only the current values are stored in database. History database keeps all measured values in order to allow operators to make reports and different kinds of processing data. Also, in this layer we have a component called database manager which communicates with service manager and database and takes care of storing and managing data. This component periodically checks the state of database and initiates its replication to secondary databases. Having an application organized in multiple layers should improve its performances.

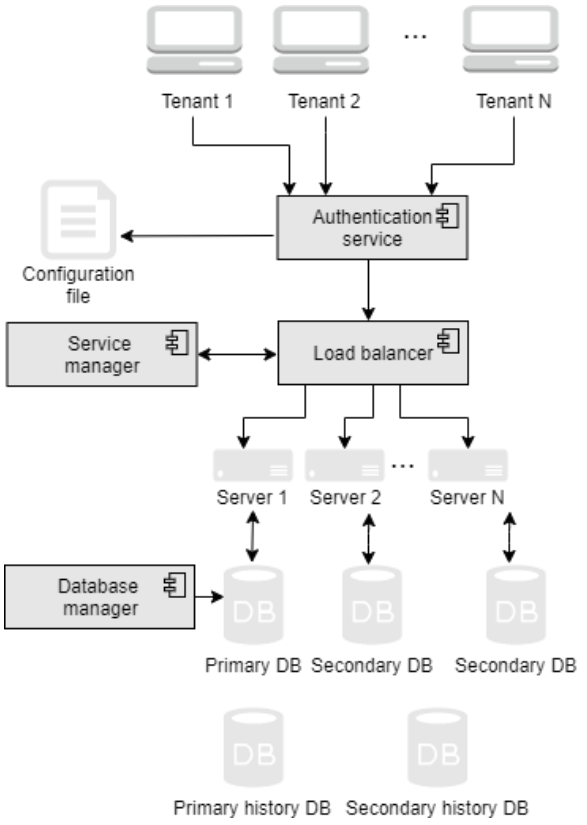


Fig. 1. Solution architecture

The solution is in development phase and we inspire to achieve good results in terms of system scalability and stability, its performances and ease of development and maintenance.

4. SUMMARY

Fulfilling the scalability property for multi-tenant systems in the cloud environment proved to be very significant due to its advantages such as ability to adopt to the increasing demands in the system, cost reduction and improved user experience. Different researches regarding system scalability have been presented and a new approach for scaling is proposed and described. Expected results are improved system's scalability and stability, good performances and easy system maintenance. Implementation and evaluation of the proposed solution using real data from industry-based environment is left for future work.

REFERENCES

[1] V. K. Pachgare, "Microservices Architecture for Cloud Computing", Journal of Information Technology and Sciences, Vol. 2, Issue 1, 2016.

[2] P. Mell, T. Grance, "The NIST Definition of Cloud Computing", NIST SP 800-145, 2011.

[3] D. S. Markovic, D. Zivkovic, I. Branovic, R. Popovic, D. Cvetkovic, "Smart power grid and cloud computing", Renewable and Sustainable Energy reviews, pp. 566-577, May 2013.

[4] J.Kabbedijk, C.P. Bezemer, S. Jansen, A. Zaidman, "Defining multi-tenancy: A systematic mapping study on the academic and the industrial perspective", The Journal of Systems and Software, pp. 139-1148, 2015.

[5] C. P. Bezemer, A. Zaidman, B. Platzbeecker, T. Hurkmans, "Enabling Multi-Tenancy: An Industrial Experience Report", 2010, IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM)

[6] R. Krebs, A. Wert, S. Kounev, "Multi-Tenancy Performance Benchmark for Web Application Platforms", Proceedings of the 13th International Conference on Web Engineering (ICWE 2013), Aalborg University, Denmark. Springer-Verlag, July 2013.

[7] B. Wilder, Cloud Architecture Patterns, 1st ed., O'Reilly, 2012.

[8] T. Vondra, J. Sedivy, "Cloud autoscaling simulation based on queueing network", Simulation Modelling Practice and Theory, pp. 83-100, 2017.

[9] A. Evangelidis, D. Parker, R. Bahson, "Performance modelling and verification of cloud-based auto-scaling", Future Generation Computer Systems, pp. 629-638, 2018.

[10] Z. Lu, X. Wang, J. Wu, P. C. K. Hung, "InSTechAH: Cost-effectively autoscaling smart computing Hadoop cluster n private cloud", Journal of Systems Architecture, pp. 1-16, 2017.

[11] R. Lovas, E. Nagy, J. Kovacs, "Cloud agnostic Big data platform focusing on scalability and cost-efficiency", Advances in Engineering Software, 2018.

[12] D. Tran, N. Tran, G. Nguyen, B. M., Nguyen, "A Proactive Cloud Scaling Model Based on Fuzzy Time Series and SLA Awareness," International Conference on Computational Science, ICCS 2017, 12-14 June 2017, Zurich, Switzerland.

[13] S. K. Moghaddam, R. Buyya, K. Ramamohanarao, “ACAS: An anomaly-based cause aware auto-scaling framework for clouds”, Journal of Parallel and Distributed Computing, pp. 107-120, 2-019.

[14] J. Tang, C. Liu, Y. Shang, Z. Mao, J. Chen, “Workload Predicting-Based Automatic Scaling in Service Clouds”, 2013, IEEE Sixth International Conference on Cloud Computing (ICCC)

[15] X. Chen, H. Wang, Y. Ma, X. Zheng, L. Guo, “Self-adaptive resource allocation for cloud-based software services based on iterative QoS prediction model“, Future Generation Computer Systems, 2020.

Analiza Uticaja Kvantizacione Matrice na Performanse JPEG Kompresije

Quantization Matrix Influence Analysis on the JPEG Compression Performance

Miklоš Pot[1], Robert Pinter[2], Željen Trpovski[3]
[1,2]Visoka Tehnička Škola Strukovnih Studija, Subotica, [3]Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad

Sadržaj – *JPEG kompresija je najpoznatiji standard za kompresiju slike koji je objavljen 1992. godine, a i danas je u veoma širokoj upotrebi. Ipak, pri velikim stepenima kompresije mogu se javiti vizuelne posledice kao što su bloking efekat ili nazubljene ivice. Ovaj rad analizira uticaj kvantizacione matrice Q na performanse JPEG kompresije s obzirom na ostvareni odnos signal/šum (PSNR) i indeks strukturne sličnosti (SSIM) između originalne slike i slike nakon postupka kompresije i dekompresije.*

Abstract – *JPEG compression is the most well known standard for digital image compression that was introduced in 1992, and since then it is in widespread use. However, with high compression ratios visual artifacts such as blocking effects or jagged edges can occur. This paper analysis the influence of the quantization matrix Q on the performance of the JPEG compression as a function of peak signal to noise ratio (PSNR) and structural similaritz index (SSIM) between the original image and the image after compression and decompression.*

1. UVOD

Potreba za prenosom vizuelnog sadržaja daleko prevazilazi dostupni propusni opseg. U nekomprimovanom formatu, kolor slika dimenziaj 1920x1080 piksela zauzima oko 6 MB memorijskog prostora. Jedan minut HD video sekvence sa 30 frejmova u sekundi zauzima oko 10 GB memorije. Podaci koji se razmenjuju preko društvenih mreža takođe pokazuju eksponencijalni rast. Sledeći podaci služe ako ilustracija o dnevnom protoku: pregleda se 6 milijardi Youtube videa, 95 miliona fotografija i videa se deli preko Instagrama, i 4 PB podataka se generiše preko Facebook-a, uključujući i 350 miliona fotografija. Sa obzirom na ograničenje memorijskog prostora i na propusni opseg, značaj kompresije je očigledan.

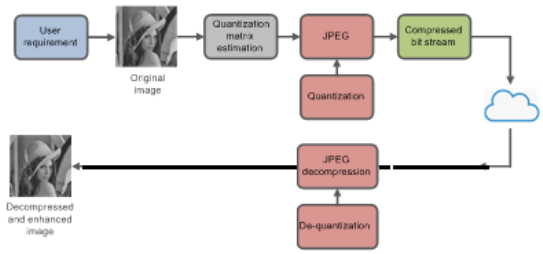
Istraživanja na polju kompresije slike su vođena od strane timova kao što je Joint Photographic Expert Group koji su 1992 godine predstavili JPEG standard, a za kojim je kasnije sledio i JPEG 2000. Tek nedavno 2015 godine, Google je predstavio WebP algoritam koji je dodatno povećao stepen kompresije za slike visoke rezolucije koji su danas u upotrebi. Kod ovih tradicionalnih pristupa, kompresija se sastoji od tri osnovna bloka: linearna transformacija, kvantizacija (koja unosi degradaciju) i kodovanje (bez gubitaka). Ovaj metod ima dobar odnos između stepena kompresije i degradacije.

U zavisnosti od sadržaja slike, tipične vrednosti za stepen kompresije koiršćenjem JPEG postupka variraju između 10 i 20. Dodatno smanjenje veličine fajla moguć je samo na račun kvaliteta dekomprimovane slike. Drugi pristup predviđa poboljšanje slike u fazi post-procesiranja kako bi se nadoknadila degradacija usled visokog stepena kompresije.

JPEG postupak baziran je na Diskretnoj Kosinusnoj Transformaciji (DCT) koji blokove od 8x8 piksela projektuje na 64 bazne funkcije. Predložene modifikacije u odnosu na originalni algoritam omogućavaju podešavanja u procesu kodovanje i smanjivanje bloking efekta u fazi dekodovanja. U procesu kodovanja, korisnik bira kvalitet dekomprimovane slike od veoma skromnog do veoma visokog kvaliteta, koji se dodatno preslikava na PSNR. Na osnovu izabranog kvaliteta i empirijski odabrane relacije između stepena degradacije (mereno sa PSNR) i stepena kompresije, algoritam određuje koja kvantizaciona matrica treba da se koristi za JPEG kompresiju. Blok-dijagram postupka prikazan je na Silci 1.

Ovaj rad je organizovan na sledeći način: Korišćeni postupci kao što su JPEG kompresija i estimacija kvantizacione matrice opisani su u Poglavlju 2. U

Poglavlju 3 prikazani su eksperimentalni rezultati, a Zaključak je dat u Poglavlju 4.

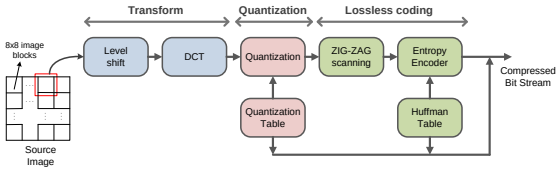


Slika 1. Blok dijagram postupka

2. POSTUPCI

2.1. Pregled JPEG postupka

JPEG proces sastoji se iz nekoliko koraka: 1) Rastavljanje slike na blokove 8x8 piksela, 2) Pomeranje nivoa: od intentziteta svakog piksela oduzima se 128, tako je opseg pomeren sa 0-255 na opsegkoji je između -128 i +127, 3) DCT transformacija svakog bloka, 4) Kvantizacija, 5) Cik-cak skeniranje bloka od 8x8 koeficijenata kako bi se iskoristila retkost matrice sa kvantizovanim DCT koeficijentima, 6) Run-length i entropijsko kodovanje. Dijagram toka algoritma prikazan je na Slici 2.



Slika 2. Blok šema JPEG kompresije

Jezgro procesa je DCT koji vrši kompaktno zapisivanje svakog bloka u svega nekoliko koeficijenata. Direktna i inverzna transformacija opisani su jednačinom (1):

$$C(u,v) = \alpha(u)\alpha(v)\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)\cdot\cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right]\cdot\cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right]$$

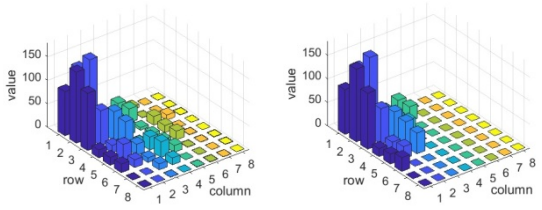
$$f(x,y) = \sum_{u=0}^{N-1}\sum_{v=0}^{N-1}\alpha(u)\alpha(v)C(u,v)\cdot\cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right]\cdot\cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right]$$

$$\alpha(u) = \begin{cases}\sqrt{1/N} & \text{for } u = 0\\ \sqrt{2/N} & \text{for } u = 1,2,\ldots,N-1\end{cases}$$

Nakon toga blok se kvantizuje (deli sa matricom kvantizacije element-po-element i zaokružuje). Kvantizacija je jedini korak koji unosi nepovratni gubitak informacija, svi ostali koraci su reverzibilni. Pošto je kvantizacija presudan korak pri kompresiji slike, biće detaljno objašnjena u sledećem odeljku.

2.2. Kvantizacija

Izborom različitih kvantizacionih matrica mogu se postići različiti odnosi kompresije. Kvantizaciona matrica nije definisana JPEG standardom, već je korisnik bira u zavisnosti od željenog kvaliteta rekonstrukcije. Kvalitet kvantizacione matrice može varirati između 1 i 100. Kvalitet 1 odnosi se na najviši stepen kompresije i najgori kvalitet slike, dok se kvalitet 100 daje najbolji kvalitet uz najmanji stepen kompresije. Za postizanje optimalnog nivoa kompresije, izvršeni su subjektivni testovi koji su rezultovali kvantizacionom matricom Q_{50} koji je dobar kompromis između stepena kompresije i kvaliteta rekonstruisane slike. Ukoliko postoji potrba za drugim kvalitetom, matrica Q_{50} se množi skalarnim faktorom. Za kvalitet preko 50 (veći kvalitet), Q_{50} se množi sa *(100-quality level)/50*. Za kvalitet koji je manji od 50 (niži kvalitet rekonstrukcije) Q_{50} se množi sa *50/quality level*. U oba slučaja skalirana kvantizaciona matrica se zaokružuje tako da sadrži samo pozitivne celobrojne vrednosti iz opsega [0,255]. Takođe su konstruisane kavntizacione matrice koje su prilagođene čovekovom vizuelnom sistemu.



(a) (b)

Slika 3. (a) Originalni blok 8x8 piksela nakon DCT transformacije. (b) Kvantizovan i dekvantizovan blok korišćenjem kvantizacione matrice Q_{50} - preostalo je samo 20 koeficijenata

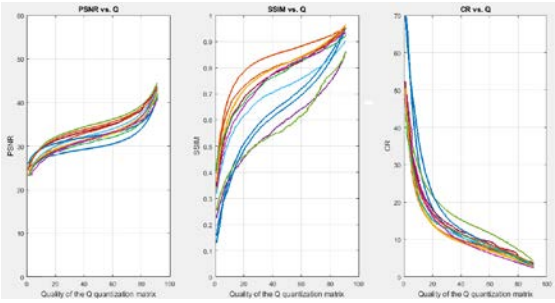
2.3. Test slike

Performanse predloženog postupka ispitane su na skupu standardnih test slika koji su prikazani na Slici 4. Slike se razlikuju na osnovu broja detalja, teksture, uniformnih regija i ivica. Praćen je uticaj kvantizacione matrice na odnos signal-šum (PSNR), indeks strukturne sličnosti (SSIM) i stepen kompresije (CR).

Slika 4.
Korišćene test slike: Baboon, Barbara, Boat, Cameraman, Clock, F16, Lake, Lena, Moon, Peppers and Pirate

2.4. Estimacija kvantizacione matrice

Modifikacija u odnosu na originalan JPEG algoritam je estimacija optimalne kvantizacione matrice prilikom postupka kompresije. Korisnik zadaje željeni kvalitet (PSNR između zadatih graničnih vrednosti). Kako bi se izvršila estimacija kvantizacione matrice, test slike su bile komprimovane i dekomprimovane korišćenjem svih kvantizacionih matrica između kvaliteta Q_5 i Q_{95}. Indeks strukturne sličnosti i stepen kompresije su takođe određeni za svaku iteraciju. Promene PSNR, SSIM i CR u funkciji kvantizacione matrice prikazane su na Slici 5. Numeričke vrednosti dobijenih rezultata prikazani su u Tabeli 1.



(a) (b) (c)

Slika 5. (a) PSNR, (b) SSIM, (c) CR u funkciji različitih matrica kvantizacije. Krive na Slici 5(b) predstavljaju test slike (od gore prema dole): Barbara, Peppers, Pirate, Boat, Lake, Lena, F16, Baboon, Moon, Cameraman, Clock

Za skoro sve test slike PSNR varira između 30dB i 35 dB. Može se uočiti da su PSNR krive (skoro) linearna funkcija kvantizacione matrice u opsegu Q_{20} i Q_{80}. Za postizanje određeni nivo PSNR, npr. 30 dB, zahvaljujući linearnosti lako se može proceniti koju kvantizacionu matricu treba koristiti. Mora se naglasiti da je estimacija moguća samo na delu krive koji je linearan. Kao što se može videti, linearnost ne važi za krive koje prikazuju indeks strukturne sličnosti i stepen kompresije.

Tabela 1
Stepen kompresije (CR), odnos signal-šum (PSNR) i indeks strukturne sličnosti (SSIM) u funkciji standardne kvantizaciona matrice Q_{50}

	Bitrate	CR	PSNR	SSIM
Baboon	0.84	9.49	29.63	0.66
Barbara	0.89	8.99	33.52	0.86
Boat	0.94	8.49	31.96	0.81
Cameraman	0.77	10.36	31.57	0.59
Clock	0.58	13.91	34.95	0.56
F16	0.83	9.66	32.71	0.74
Lake	1.05	7.60	31.14	0.80
Lena	0.72	11.10	33.79	0.79
Moon	0.72	11.07	32.19	0.64
Peppers	0.77	10.33	34.29	0.82
Pirate	0.96	8.30	31.70	0.82

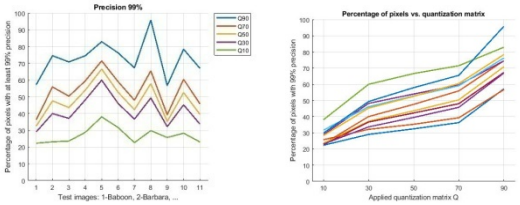
Rezultati koji su prikazani u Tabeli 1 i na Slici 5 zahtevaju pažljivu i zajedničku interpretaciju korišćenih metrike kvaliteta. Ne postoji jedinstvena mera koja može da odredi kvalitet rekonstrukcije. Sve mere su objektivne, iako reflektuju različitu informaciju. Na primer, na Slici 5a, gornja zelena linija pokazuje da test slika Clockima najveći PSNR, ali istovremeno i najmanji SSIM indeks (Slika 5b). Slika 5c prikazuje da za kvalitet kvantizacije rpeko 25 slika Clock ima najveći stepen kompresije.

3. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

U eksperimentalnoj fazi, ispitan je uticaj izabranih parametara na mere kvaliteta. Prvi test je ispitao broj piksela koji su rekonstruisani sa tačnošću od bar 99% u funkciji nivoa kvantizacije. Za tu svrhu izabrano je 5 kvantizacionih matrica (Q10, Q30, Q50, Q70 i Q90), a rezultati su prikazani u Tabeli 2 i na Slici 6.

Tabela 2. procenat piksela koji su rekonstruisani sa tačnošću od bar 99% u zavisnosti od kvantizacione matrice

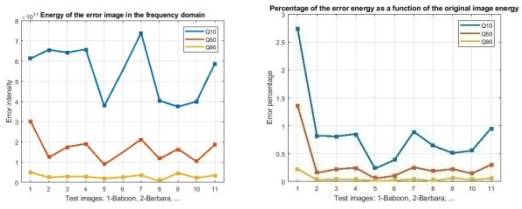
	Q_{10}	Q_{30}	Q_{50}	Q_{70}	Q_{90}
Baboon	22.31	29.00	32.46	36.30	57.18
Barbara	23.16	40.03	47.59	55.91	74.56
Boat	23.59	37.12	43.60	50.38	70.86
Cameraman	28.79	48.19	53.98	59.56	74.55
Clock	38.05	59.98	66.64	71.50	82.94
F16	31.68	46.10	52.75	59.09	76.29
Lake	22.64	36.65	42.26	47.99	67.32
Lena	29.82	49.33	57.91	65.53	95.90
Moon	25.70	32.15	35.27	39.28	56.71
Peppers	28.30	45.23	52.54	60.47	78.42
Pirate	23.01	33.65	39.51	45.76	66.98



(a) (b)

Slika 6. Eksperimentalni rezultati: (a) Procenat piksela sa 99% tačnosti za sve test slike. Brojevi na x-osi označavaju test slike: 1-Baboon, 2-Barbara, 3-Boat, 4-Cameraman, 5-Clock, 6-F16, 7-Lake, 8-Lena, 9-Moon, 10-Peppers, 11-Pirate. (b) Procenat piksela sa tačnošću od 99% u funkciji kvantizacione matrice. Od gore prema dole, linije predstavljaju sledeće test slike (za Q_{50}): Clock, Lena, Cameraman, F16, Peppers, Barbara, Boat, Lake, Pirate, Moon, Baboon.

Slika 7 prikazuje procentualnu grešku u funkciji energije originalne slike za kvantizacione matrice Q_{10}, Q_{50} i Q_{90}.



(a) (b)

Slika 7. Analiza greške u frekvencijskom domenu. (a) intenzitet greške u funkciji kvantizacionih matrica Q_{10}, Q_{50} i Q_{90} za svih 11 test slika. (b) Procenat greške u odnosu na energiju slike u funkciji kvantizacionih matrica Q_{10}, Q_{50} i Q_{90}.

Na primer za test sliku Lena, energija originalnog signala u frekvencijskom domenu je $6.28*10^{13}$, energija rekonstruisane slike je $6.27*10^{13}$, a energija slike greške je $1.16*10^{11}$. Jasno je da je energija signala za dva reda veličine veća od energije greške. Isto važi i za ostale test slike.

4. ZAKLJUČAK

Ovaj rad predstavlja analizu postupka i poboljšanje JPEG kompresije. Iskorišćena je linearna aproksimacija segmenta od interesa nelinearne zavisnosti između degradacije i stepena kompresije koji je izražen kvantizacionom matricom. Pokazan je način izbora kvantizacione matrice za postizanje unapred određenog PSNR (između 30 dB i 35 dB), i na taj način je automatski izabrana kvantizaciona matrica između Q_{20} i Q_{80}.

U budućnosti, planirano je poboljšanje slike u fazi post-procesiranja smanjivanjem bloking efekta između 8x8 blokova na koje se slika rastavlja korišćenjem odgovarajućeg filtra niskopropusnika, kao i očuvanje ivica. Takođe se planira projektovanje jedinstvene mere za ocenu kvaliteta kompresije jer koristeći odvojeno, ni PSNR, ni SSIM ne daju zadovoljavajuće rezultate.

Kao tradicionalna tehnika kompresije, robusna i univerzalno primenjiva, JPEG kompresija koja se koristi od 1992. godine, i dalje predstavlja vrhunsku tehniku za skladištenje slika i video materijala na smanjenom memorijskom prostoru. Pretpostavlja se da će sledeći koraci pri kompresiji podataka biti ostvareni korišćenjem metoda mašinskog učenja koja će na efikasan način eliminisati redundansu iz signala. Do tada će tradicionalni pristupi transformacionog kodovanja i dalje pružati robusnu i dobru istraženu opciju.

LITERATURA

[1] Wu CY, Singhal N, Krahenbuhl P. Video compression through image interpolation. In Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV) 2018 (pp. 416-431).

[2] https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-741490.html, Accessed 2017.

[3] https://www.brandwatch.com/blog/amazing-social-media-statistics-and-facts, Accessed 2019.

[4] Joint Photographic Expert Group (JPEG). Information technology – digital compression and coding of continuous-tone still images – part 1: requirements and guidelines. ISO/IEC 10918-1, ITU/CCITT Rec. T.81, 1992.

[5] W. B. Pennebaker, J. L. Mitchell: JPEG Still Image Data Compression Standard. In Springer Science & Business Media, New York, 1992.

[6] Joint Photographic Expert Group (JPEG). Information technology, JPEG 2000 standard, ISO/IEC 15444, 2000.

[7] Google. WebP Compression Study. https://developers.google.com/speed/webp/docs/webp_study, 2015. Accessed: 2015-11-10.

[8] Rippel O, Bourdev L. Real-time adaptive image compression. In Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning-Volume 70 2017 Aug 6 (pp. 2922-2930). JMLR. org.

[9] Toderici G, O'Malley SM, Hwang SJ, Vincent D, Minnen D, Baluja S, Covell M, Sukthankar R. Variable rate image compression with recurrent neural networks. In Proceedings of International Conference on Learning Representation, 2016 available as (arXiv preprint arXiv:1511.06085. 2015 Nov 19.).

[10] K. S. Thyagarajan. Still Image and Video Compression with Matlab. John Wiley & Sons, 2011, ISBN 978-0-47048416-6.

[11] R. Gonzales, R. Woods: Digital Image Processing, 4th Edition, Pearson India, 2018, ISBN: 978-9353062989.

[12] N. Ahmed, T. Natarajan, K. R. Rao. Discrete Cosine Transform. In IEEE Trans. on Computers, 23, pp. 90-93, 1974.

[13] G. K. Wallace. The JPEG still picture compression standard. In IEEE Transactions on Consumer Electronics, 38(1), 1992.

[14] Thai, Cogranne, Retraint. JPEG Quantization Step Estimation and Its Applications to Digital Image Forensics. In IEEE Transactions on Information Forensics and Security, Vol. 12, No. 1, 2017., pp. 123-133.

[15] Wang, Lee, Chang. Designing JPEG quantization tables based on human visual system. In Elsevier, 2001, signal Processing: Image communication 16, pp. 501-506.

UPRAVLJANJE BESPOSADNIM VOZILOM POMOĆU UWB RADARA I RASPBERRY PI RAČUNARA

UNMANNED VEHICLE GUIDANCE BY UWB RADAR AND RASPBERRY PI

Kristina Živanović[1], Miloš Kostić[1], Dimitrije Kolašinac[1], Aleksandar Petrović[1], Bojan Milanović[1]
Univerzitet odbrane, Vojna akademija, Generala Pavla Jurišića Šturma 33, Beograd[1]

Sadržaj – *U ovom radu, prikazano je rešenje upravljanja besposadnim vozilom pomoću UWB radara i Raspberry pi računara, u programskom jeziku Python. Upravljanje je realizovano prema scenatriju „follow me“. Za određivanje pozicije osobe koju vozilo treba da prati, korišćeni su UWB primopredajnici, dok je Raspberry pi računar korišćen za obradu podataka i komunikaciju sa besposadnim vozilom. Pozicija je određena u odnosu na koordinatni sistem koji je vezan za vozilo. Četiri UWB modula postavljena su na vozilo, dok se peti primo-predajnik nalazi kod osobe koju vozilo treba da prati. Između Raspberry pi računara i vozila, uspostavljena je WiFi konekcija. Podaci o poziciji petog UWB primopredajnika obrađeni su na Raspberry pi računaru, u Pythonu i prosleđeni na motore besposadnog vozila u vidu komandi, preko WiFi konekcije. Pri malim brzinama kretanja, Raspberry pi i programski jezik Python zadovoljavaju potrebe upravljanja prema scenariju „follow me“.*

Abstract – In this article, a solution of unmanned vehicle guidance by UWB radar and Raspberry pi realized in programming language Python is shown. Guidance is realized according to follow me scenario. UWB transceivers are used for leading person position detection, while Raspberry pi is used for data processing and communication with unmanned vehicle. Position is determined according to the coordinate system fixed to the vehicle body. Four of UWB transceivers are set on the vehicle, while the fifth is with the person that vehicle should follow. Between Raspberry and vehicle WiFi connection is established. Data, of the fifth UWB transceiver position, are processed on Raspberry pi, in Python programming language and afterwards sent to the motors of the unmanned vehicle as commands over WiFi connection. In case of small movement speeds, Raspberry pi and Python programming language satisfies guidance requirements.

1. UVOD

Besposadna vozila imaju relativno dugu istoriju. Prvo besposadno vozilo patentirano je 1915. godine, za vreme Prvog Svetskog rata, pod kodnim nazivom Ground Torpedo. Dizajnirali su ga Amerikanac Victor Villar i Englez Stafford Talbot. Prvo daljinski upravljano vozilo, koje je primenjeno u borbenim dejstvima, bio je tenk Crvene armije TT-26, koji je razvijen 1930 godine, a korišćen je za vreme Sovjetsko-Finskog rata od 1939 do 1940. Za vreme Drugog Svetskog rata, Nemci su koristili besposdno vozilo Goliath Tracked Mine, koje je originalno konstruisao francuski inženjer Adolphe Kegresse, ali je, pošto je Francuska od 1940. godine bila pod nemačkom okupacijom, proizvedeno u nemačkoj fabrici Carl Borgward Corporation u Bremenu [1].

U najširem smislu, besposadno vozilo se definiše kao bilo koje mehanizovano vozilo koje može da prevozi nešto, a da eksplicitno ne prevozi ljude [2]. Najveći značaj besposadnih vozila, ogleda se u činjenici da se njihovom upotrebom smanjuje broj ljudi koji su izloženi neposrednoj vatri neprijatelja.

Početkom 21. veka, u žiži vojno-tehničkih istraživanja našla su se polusamostalna besposadna vozila. Polusamostalno besposadno vozilo podrazumeva vozilo sa integrisanim sistemom za upravljanje nad kojim se, po potrebi, radi izvršenja određenog zadatka, može preuzeti kontrola.

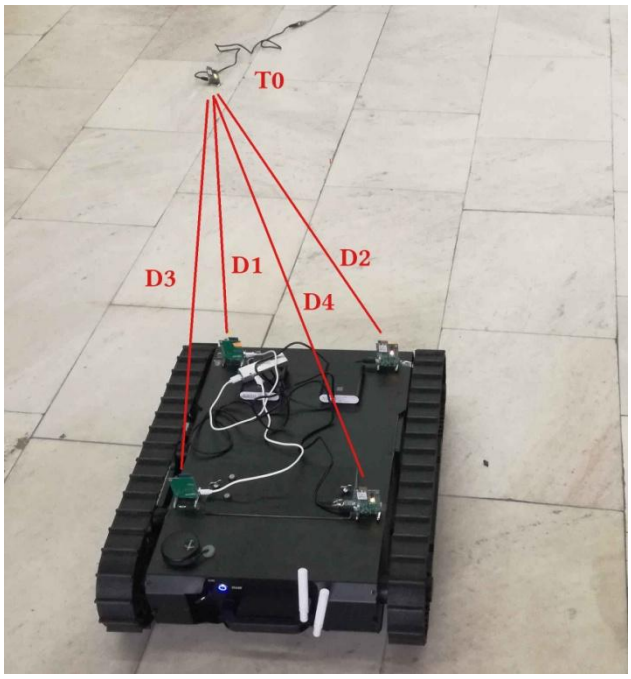
Zbog niske cene i velike pokretljivosti, u savremenim vojnim operacijama, češće se koriste besposadne letelice (Unmanned aerial vehicles – UAV) nego besposadna zemaljska vozila (Unmanned Ground Vehicle – UGV). Besposadne letelice se uglavnom koriste u misijama osmatranja terena i dejstva sa distance. Međutim za detaljniju inspekciju terena i detaljniju proveru informacija dobijenih iz vazduha, neophodno je koristiti zemaljska besposadna vozila [3]. Pored toga, zemaljsko besposadno vozilo može da se iskoristi i za logističku podršku borbenom zadatku. Vozilo bi u jednom takvom zadatku prevozilo deo opreme vojnika i autonomno se kretalo za vojnikom.

U ovom radu prikazano je jedno od rešenja scenarija u kojem se vozilo autonomno kreće za vojnikom. Vojnik na sebi nosi primopredajnik koji u kombinaciji sa primopredajnicima koji se nalaze na besposadnom vozilu određuje poziciju vojnika, u odnosu na koordinatni sistem vezan za vozilo. Podaci sa primopredajnika čitaju se pomoću Raspberry pi računara, obrađuju i u vidu komande za upravljanje radom motora, preko WiFi konekcije, prosleđuju na besposadno vozilo. Za određivanje pozicije vojnika, korišćeni su primopredajnici firme Decawave [4], dok je kao besposadno vozilo korišćen autonomni robot sa navigacijom, Jaguar Lite [5].

2. ODREĐIVANJE GREŠKE VOĐENJA

Za određivanje pozicije vojnika, korišćena je razvojna ploča firme Decawave, DWM1001 – DEV. Ova ploča na sebi sadrži modul DWM1001 koji se može koristiti za određivanje rastojanja sa greškom do 10cm. Modul na sebi ima Ultra Width Band (UWB) primopredajnik, UWB i Bluetooth antenu, USB port za povezivanje sa računarom i napajanje modula, kao i konektor za direktno povezivanje sa Raspberry pi računarom.

Signal greške vođenja određen je na osnovu razlike rastojanja između pokretnog primopredajnika koji se nalazi kod vojnika (T0) i primopredajnika koji se nalaze sa jedne odnosno sa druge strane ose robota (u pravcu kretanja robota). Na Slici 1. prikazan je scenario određivanja greške vođenja. Sa D1 i D3 obeležena su rastojanja do primo-predajnika koji se nalaze sa leve strane vozila (u smeru kretanja napred) dok su sa D2 i D4 obeležena rastojanja do primo-predajnika koji se nalaze sa desne strane vozila (u smeru kretanja napred).



Slika 1 Pozicije primopredajnika.

Signal greške vođenja po uglu određen je na osnovu razlike rastojanja između grupe primopredajnika koji se nalaze sa leve strane ose robota i grupe primo-predajnika koja se nalaze sa desne strane ose robota:

$$\varepsilon=(D_1+\mathrm{D}_3)-(D_2+\mathrm{D}_4) \qquad (1)$$

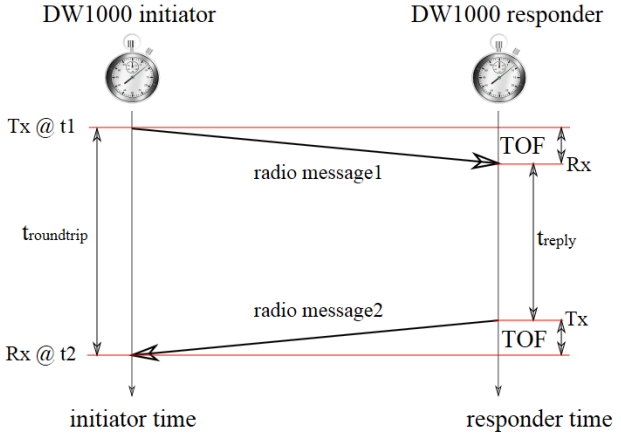
Greška vođenja po rastojanju određena je kao razlika fiksno definisanog rastojanja koje vozilo treba da održava (D) i srednje vrednosti rastojanja pokretnog primopredajnika u odnosu na pozicije fiksiranih primo-predajnika na vozilu.

$$\delta\mathrm{D}=\mathrm{D}-\frac{D_1+\mathrm{D}_2+\mathrm{D}_3+\mathrm{D}_4}{4} \qquad (2)$$

3. RASTOJANJE PRIMO-PREDAJNIKA

Princip određivanja rastojanja između dva primo-predajnika prikazan je na Slici 2. Inicijator komunikacije (pitač) šalje poruku odgovaraču i beleži vreme slanja poruke (t_1). Odgovarač prima poruku i nakon vremena obrade (t_{reply}) šalje poruku pitaču. Pitač prima poruku i beleži vreme prijema (t_2) [7]. Uz pretpostavku da se radio talas prostire brzinom svetlosti (c), rastojanje između pitača i odgovarača može da se odredi na osnovu izraza :

$$\mathrm{D}=\mathrm{c}\cdot\frac{t_2-t_1-t_{\mathrm{reply}}}{2} \qquad (3)$$



Slika 2 Princip određivanja rastojanja između modula[1].

4. RASPBERY PI

Za obradu podataka i formiranje komandi upravljanja, potreban je računar koji je dovoljno lagan da se nosi, koji ima male dimenzije, koji može da ostvari WiFi konekciju sa robotom, koji ima USB konektore radi povezivanja sa UWB primopredajnikom i koji ima operativni sistem na kojem bi mogao da se implementira Python kod. Odlučeno je, za potrebe ovog istraživanja, da se koristi računar Raspberry Pi 3 Model B+ [8]. Ovaj računar je izabran zbog malih dimenzija, USB porto-va, operativnog sistema u kojem se može pisati kod u Python programskom jeziku i komecijalne dostupnosti na domaćem tržištu.

Računar je povezan na WiFi mrežu robota prema parametrima mreže koji su dati u uputstvu autonomnog robota sa navigacijom, Jaguar Lite. Za komunikaciju sa robotom korišćen je TCP protokol sa komandama u vidu tekstualnih poruka („MMW !M 200 200“).

Komunikacija sa UWB primopredajnikom, koji se nalazi kod vojnika koje vozilo treba da prati, ostvarena je preko USB porta. Četiri primopredajnika postavljena su na

[1] Slika je preuzeta iz [7].

besposadno vozilo i informacije o njihovim pozicijama unete su u mrežu UWB primo-predajnika. Očitavanje daljina realizovano je slanjem odgovarajućeg upita, sa Raspberrija prema UWB primopredajniku, u heksadecimalnom formatu (0x0C 0x00).

UWB primo-predajnici imaju instaliran firmware koji automatski generiše odgovor sa informacijom o međusobnom rastojanju primopredajnika. Odgovor se takođe šalje u heksadecimalnom formatu, sa rasporedom bitova prema little-endijan formatu. Iz tog razloga u Pythonu je napravljen metod za pretvaranje heksadecimalnih brojeva iz formata little-endian u format decimalnih brojeva. Izdvojene informacije iskorišćene su za formiranje komandi upravljanja.

Očitavanje rastojanja i slanje poruka, realizovano je u petlji koja se ponavlja svakih 100ms.

5. REZULTATI

Zbog dinamike kretanja vozila i algoritma upravljanja, definisano je da se vozilo zaustavi i krene nazad kada je na rastojanju manjem od D=150cm u odnosu na vojnika kojeg prati i da se pokrene napred ukoliko je rastojanje u odnosu na vojnika postane veće od D=250cm.

Brzina kretanja vozila ograničena je na 20% maksimalne brzine kretanja robota. Ovo ograničenje je uvedeno zbog korišćenja relativno jednostavnog algoritma vođenja.

Da bi proverili reakciju sistema za upravljanje vozilom pri kretanju vojnika koji se udaljava od vozila, izvršili smo sledeći eksperiment:

- Vojnik koji nosi primopredajnik se udalji od vozila na razdaljinu dovoljnu da se vozilo pokrene (primopredajnik je sve vreme u visini vozila);
- Nakon zaustavljanja vojnika, čeka se zaustavljanje vozila;
- Laserskim daljinomerom izmeri se rastojanje između vojnika i vozila;

Upravljački program napisan je tako da vozilo kreće napred kada registruje rastojanje D>250cm a staje na D≤250cm (može se reći da vozilo menja režim iz kretanja u stajanje i obrnuto kada registruje razdaljinu od primopredajnika D≈250cm). Testirali smo samo reakciju prilikom zaustavljanja vozila, jer reakcija daljinomerom nije bila dovoljno brza, kako bi se izmerilo rastojanje odmah nakon pokretanja.

Sličan eksperiment smo ponovili i prilikom testiranja praćenja (održavanja rastojanja) vojnika koji se kreće ka vozilu. Razlika je u tome što se sada vojniik približi vozilu na rastojanje dovoljno da vozilo krene nazad i čeka da se ono zaustavi i zatim merimo rastojanje između njih, a sistem sada treba da reaguje kada registruje rastojanje D≈150cm.

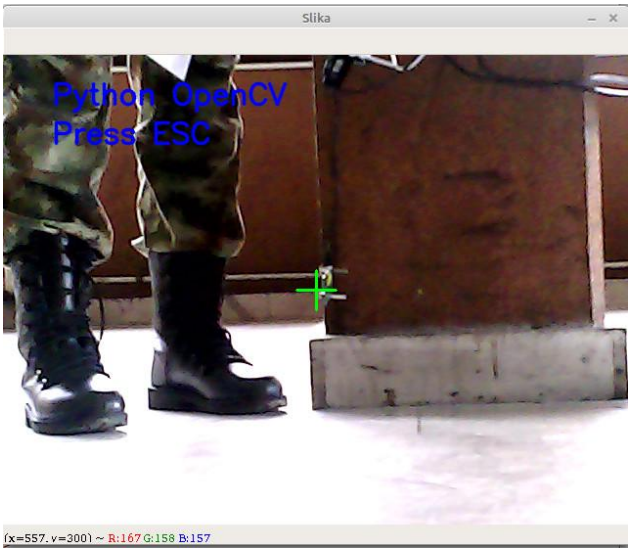
Dobijene vrednosti rastojanja pri kojima se vozilo zaustavlja nakon pokretanja napred (δD_1), odnosno nazad (δD_2), prikazane su u tabeli 1.

Tabela 1- Rastojanja zaustavljanja vozila nakon kretanja napred/nazad.

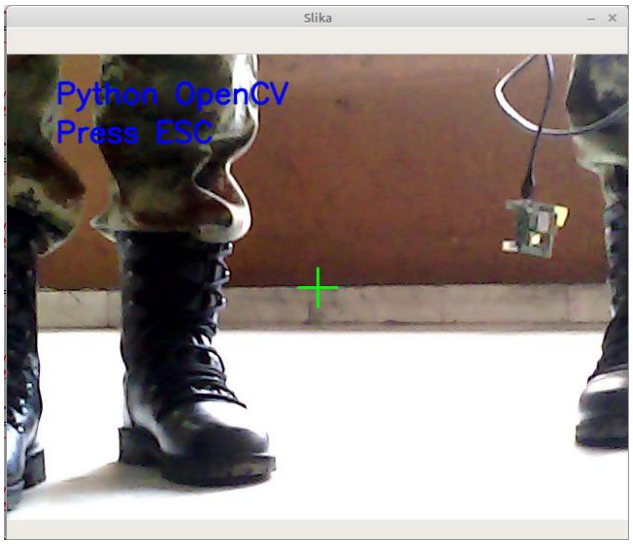
δD_1[cm]	241,7	252,8	247,9	250,2	231,4
δD_2[cm]	208,9	189,0	182,0	192,0	182,3

Za određivanje greške po uglu prilikom okretanja robota na pravac cilja koji prati korišćena je veb kamera koja je postavljena na prednji deo vozila, tako da se centralna osa kamere poklapa sa osom simetrije vozila. U programskom jeziku Python napisan je kod koji na izlaznoj slici kamere iscrtava „nišan“ (zeleni krst prikazan na Slici 3). Primopredajnik je postavljen u visini ose kamere kao na Slici 4. Zatim je pomeran levo, odnosno desno, dok se vozilo ne pokrene. Nakon ponovnog zaustavljanja vozila urađeni su snimci na kojima se vidi odstupanje pozicije primoredajnika od ose kamere tj vozila (Slika 5 i 6).

Slika 3 „Nišan“ iscrtan na kameri



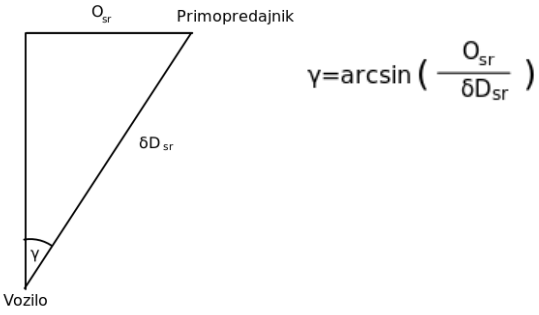
Slika 4 Primopredajnik postavljen u visini nišana



Slika 5 Odstupanje pozicije primopredajnika od „nišana“ (ose)

Slika 6 Odstupanje pozicije primopredajnika (istaknut plavim krugom) od „nišana“ (ose)

Pomoću digitalnog lenjira (Android aplikacija On-screen Ruler), sa slika smo izmerili rastojanja, odnosno horizontalno odstupanje pozicije primopredajnika od „nišana“ na kameri. Dobijene vrednosti u pikselima smo, pomoću referentnog objekta čije dimenzije znamo, pretvorili u centimetre. Dobijena rastojanja na slici 5 i 6 su, respektivno, O_1=17,85cm i O_2=21,11cm.



Slika 7 Odstupanje pozicije primopredajnika

Kada se uzme prosečna vrednost ova dva rastojanja i prosečno rastojanje zaustavljanja vozila (slika 7), dobija se prosečno ugaono odstupanje:

$$\gamma=4{,}56^{\circ}$$

6. ZAKLJUČAK

Za potrebe upravljanja besposadnim vozilom korišćeni su UWB primopredajnici, Raspberry pi računar i kod pisan u programskom jeziku Python. Rezultati eksperimenta ukazuju da predloženi sistem može da zaustavi vozilo na rastojanju od 250cm u odnosu na vojnika koji se kreće ispred vozila sa greškom od ±18,6cm. Ovo rastojanje je dosta veće od deklarisane preciznosti Decawave modula, što je posledica relativno jednostavnog algoritma upravljanja. Međutim i pored toga, ova greška zadovoljava potrebe upravljanja prema scenariju „Follow me“.

Sa druge strane prilikom pokretanja vozila u nazad, pri rastojanjima od 150cm, pokazalo se da predloženi sistem pravi grešku od ±58,9cm. Ovo je nešto značajnija greška i ona je takođe posledica jednostavnog algoritma upravljanja. Korekcijom algoritma upravljanja, situacija sa greškom prilikom kretanja u nazad se može popraviti.

Ugaona greška koju pravi vozilo pri okretanj iznosila ±4,56˚, što je u konkretnom primeru manje od širine tela vojnika koje vozilo prati.

Dobijeni rezultati pokazuju da je pomoću predloženih metoda moguće upravljati vozilom sa određenom greškom koja je prihvatljiva za navedeni scenarijo.

Primenjeno rešenje ograničeno je na brzine kretanja robota manje od 20% njegove maksimalne brzine. U daljim istraživanjima potrebno je povećati brzinu kretanja robota i primeniti naprednije metode upravljanja robotom kako bi se ispoštovala veća dinamika kretanja vozila uz smanjenje greške vođenja.

NAPOMENA (ZAHVALNICA)

Ovaj rad je nastao kao deo istraživačkog projekta Univerziteta odbrane u Beogradu VA/TT/1/19-21.

LITERATURA

[1] Finn, Anthony, and Steve Scheding, Developments and challenges for autonomous unmanned vehicles, In Intelligent Systems Reference Library, vol. 3, pp. 128-154. Springer-Verlag, 2010.

[2] Gage, Douglas W. *UGV history 101,* A brief history of Unmanned Ground Vehicle (UGV) development efforts, Naval command control and ocean surveillance center RDT and E DIV San Diego CA, 1995.

[3] MacArthur, Erica Zawodny, Donald MacArthur, and Carl Crane, Use of cooperative unmanned air and ground vehicles for detection and disposal of simulated mines, In

Intelligent Systems in Design and Manufacturing VI, vol. 5999, p. 599909. International Society for Optics and Photonics, 2005.

[4] https://www.decawave.com/about-us/ , pristupljeno 05. 01. 2020.

[5] http://jaguar.drrobot.com/images/Jaguar_lite_manual.pdf, pristupljeno 05. 01. 2020.

[6] https://www.decawave.com/product/dwm1001-development-board/ , pristupljeno 05. 01. 2020.

[7] https://www.decawave.com/wp-content/uploads/2018/10/APS013_The-Implementation-of-Two-Way-Ranging-with-the-DW1000_v2.3.pdf , pristupljeno 05. 01. 2020.

[8] https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/ , pristupljeno 08. 01. 2020.

MOGUĆNOSTI I IZAZOVI ZDRAVSTVA 4.0
5G-IoT Big Data prediktivna analitika

OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF HEALTH 4.0
5G-IoT Big Data predictive analytics

Rajko Terzić[1], Vladan Pantović[2], Dragorad Milovanović[3]
Gradski zavod za javno zdravlje[1]
Fakultet za informacione tehnologije i inženjerstvo, Beograd[2]
Akademija AFB, Beograd[3]

Sadržaj – *Nove inicijative zasnovane na vertikalnoj i horizontalnoj integraciji podataka koje su imale veliki uticaj na standarde Industrije 4.0, sada se proširuju i na optimizaciju zdravstvene zaštite. Zdravstvo 4.0 zasniva se na virtualizaciji i agregaciji usluga koje omogućavaju napredne tehnologije: automatizacija i razmena podataka na osnovu računarstva u oblaku (CC), Big Data (BD), Big Data Analytics (BDA), prediktivna analitika, internet povezanih objekata (IoT), bežični Internet i 5G tehnologije, proširena stvarnost (AR), upotreba semantičkih baza podataka (DB), veštačka inteligencija (AI). Nove mrežne tehnologije pete generacije (5G) omogućavaju sveobuhvatni pristup, poboljšavaju povezanost i omogućuju ad hoc orkestraciju usluga, integrišući pacijente, formalne i neformalne bolničare, socijalne radnike i lekare. U ovom radu autori prvo istražuju područje nastajanja Zdravstva 4.0 i identifikuju mogućnosti i izazove na osnovu razumevanja relevantnih osnovnih tehnologija kao i principa realizacije pametnih zdravstvenih proizvoda i sistema. Cilj rada je pogled na trenutnu sliku istraživanja i praktične primene područja u nastajanju Zdravstva 4.0, sa posebnim osvrtom na domen zdravstvene zaštite.*

Abstract - *New initiatives based on vertical and horizontal data integration, which have had a major impact on Industry 4.0 standards, are now expanding to optimize healthcare. Healthcare 4.0 is based on virtualization and aggregation of services that enable advanced technologies: automation and data sharing based on cloud computing (CC), Big Data (BD), Big Data Analytics (BDA), predictive analytics, Internet of things (IoT), wireless Internet and 5G technologies, augmented reality (AR), use of semantic databases (DB), artificial intelligence (AI). New fifth generation (5G) network technologies provide comprehensive access, enhance connectivity and enable ad hoc orchestration of services, integrating patients, formal and informal nurses, social workers and physicians. In this paper, the authors first explore the emerging field of Healthcare 4.0 and identify opportunities and challenges based on an understanding of relevant underlying technologies as well as the principles for the realization of smart healthcare products and systems. The aim of the paper is to provide an overview of the current picture of research and the practical application of emerging Health 4.0 areas, with particular subject in the healthcare domain.*

1. UVOD

Zdravstvo u dvadesetom veku pokrenuto je statističkim prosecima, što se odrazilo na vrednosti koje definišu dijagnozu, vrstu i dozu propisanih lekova, hirurški pristup koji će se odabrati. Sadašnja praksa udaljava se od generalizacije i kreće prema definiciji zahteva pojedinca u stvarnom vremenu. Personalizovani lek ili precizna medicina omogućava individualni tretman bilo gde, u bilo kojem trenutku. Istovremeno nadgledanje i upravljanje zdravljem postaje *personalizovano i pravovremeno* jer nove tehnologije pojedincima omogućuju da svakodnevno izvode rutinske aktivnosti praćenja zdravlja i upravljanja koristeći virtualizovane alate i IoT sisteme zasnovane na principima Industrije 4.0 koja povezuje fizički i virtualni svet u stvarnom vremenu [1].

Zahvaljujući razvoju 5G mreža davnašnja ideja o zdravstvenim uslugama na mestu potrebe tj. tamo gde se ona pruža pacijentu i izvan bolnica i ustanova postaje ostvariva, ali pojavljuju se novi izazovi: na koji način se zdravstvena nega proširuje izvan bolnica; kako se usluge prilagođavaju pojedincima, a ne da se zasnivaju na statističkim prosecima; kako se IoT prediktivna analiza upotrebljava u pomoći pacijentima sa hroničnim stanjima; kako lekovi postaju interaktivni kako bi se sprečile nuspojave. Četvrta revolucija u medicini pokreće teme koje imaju uticaj na sve učesnike sektora zdravstva u kontinuirano digitalizovanom i povezanom okruženju. Značajno se menja način rada i konzumiranja usluga, kao i poslovni modeli u zdravstvenom domenu. Neophodno je da razvoj politike zdravstva i zdravstvene zaštite prelazi na upravljani i integrisani pristup zasnovan na pouzdanoj organizaciji ljudi i tehnologije. Kompletna zdravstvena industrija se pomera iz sistema koji je reaktivan i usmeren na plaćanje za uslugu, *na sistem zasnovan na vrednosti, koji meri ishode i osigurava proaktivnu prevenciju* [2, 3].

Nove mrežne tehnologije, poput mreže pete generacije (5G) omogućavaju sveobuhvatni pristup, poboljšavaju povezanost i omogućuju *ad hoc* orkestraciju usluga, integrišući pacijente, formalne i neformalne negovatelje, socijalne radnike i lekare. Virtualizacija u području zdravstva je uslovljena strategijom razvoja 5G mreža.

U prvom delu rada, prikazan je nastanak Zdravstva 4.0 i identifikovane su mogućnosti 5G, IoT i BD tehnologija. U drugom delu analizirani su izazovi realizacije novih zdravstvenih sistema. Ističe se značaj proaktivne analitike i prediktivnog modelovanja. Takođe se naglašava važnost korišćenja CASE alata u modelovanju poslovnih procesa. Koncept digitalizacija zdravstva je izložen u trećem poglavlju, kao i potreba za transparentnošću u radu i uvođenje koncepata otvorenih podataka.

2. ZDRAVSTVO 4.0

Standardi Industrije 4.0 proširuju se na optimizaciju zdravstvene zaštite. Zdravstvo 4.0 zasniva se na virtualizaciji i agregaciji usluga koje omogućavaju napredne tehnologije 5G konekcija IoT povezanih objekata i BD prediktivna analitika [1].

Mobilni zdravstveni informacioni sistem (*m-Health*) i bežični internet podržavaju javno zdravlje i kliničku negu, a takođe je široko dostupan i može poboljšati zdravstvene organizacije na različitim nivoima (regionalni, zajednica, pojedinačni). *Elektronski zdravstveni karton* sadrži podatke o pacijentima i dostupan je od strane zdravstvenog osoblja. Klinički sistem podrške odlučivanju pomaže u donošenju odluka u vezi njihovih pacijenata. Neophodno je voditi računa i o administrativnom osoblju koje vodi kliničku evidenciju pacijenata i organizuje upravljanje finansijama.

Veliki broj podataka je moguće prikupiti o jednom pacijentu. IoT tehnologija, medicinski uređaji, laboratorijski rezultati, pametni telefoni i uređaji za praćenje zdravlja kontinuirano generišu podatke u stvarnom vremenu. Cilj rada je da se napravi pregled trenutne slike akademskih istraživanja i praktične primene područja u nastajanju *Zdravstva 4.0*, sa posebnim osvrtom na domen zdravstvene zaštite.

2.1 5G-IoT tehnologija

Internet objekata (IoT) obuhvata proces objedinjavanja uređaja koji su umreženi, procesa i usluga koji podržavaju osnovne životne zahteve. U nedavnom istraživanju potvrđeno je da IoT zauzima vitalnu ulogu u smanjenju pritisaka na zdravstvene sisteme omogućavanjem dobrih rešenja. *Cloud tehnologija* s druge strane omogućava robusne, proširive virtualizovane resurse kao usluge putem Interneta i koristi se za arhiviranje velikih podataka. Kombinujemo IoT i računarstvo u oblaku da bismo razvijali radni okvir za zdravstvene aplikacije u kojem pacijenti i članovi porodice, lekari, medicinske sestre, laboratorijski tehničari, bolnica ili zdravstveni centar dele podatke i usluge na jedinstvenoj platformi. Sistem poboljšava performanse, povećava efikasnost i maksimizira upotrebu resursa [4, 5].

Međutim, IoT u zdravstvu je još uvek u početnoj fazi razvoja. Razlog integrisanja zdravstvene zaštite i IoT medicinskih uređaja je poboljšanje kvaliteta i efikasnosti usluga. Sada se nastavlja sa istraživanjem kako transformirati zdravstvenu industriju smanjenjem troškova i fokusiranjem na bolju negu pacijenata. Upotrebom inteligentnog sistema i moćnih algoritama moguće je generisati značajne kritične podatke u stvarnom vremenu koji se dalje analiziraju [6, 7].

Opisaćemo ukratko IoT funkcionalnost i povezanost sa senzorskim i bežičnim tehnologijama za implementaciju neophodnih zdravstvenih aplikacija. IoT se široko koristi u području medicinske nege već duže vreme. Većina zdravstvenih aplikacija zasnovanih na IoT projektovana je za prepoznavanje, praćenje i proveru autentičnosti objekata i ljudi, prikupljanje podataka o pacijentu i osoblju te korišćenje senzora vitalnih parametara (temperatura, puls...). Bolnički uređaji su priključeni na senzore za stalno beleženje zdravstvenih pokazatelja pacijenata, uključujući krvni pritisak, nivo kiseonika u krvi, otkucaje srca, nivo holesterola i druge podatke. Podaci u stvarnom vremenu zatim se prenose na centralni uređaj poput mobilne infrastrukture ili računara gde se dalje klasifikuju i analiziraju.

Bežična IoT rešenja omogućuju pristup podacima pacijenata u bilo kojem trenutku i udaljeni nadzor. Mreža senzorskih i zdravstvenih uređaja pojednostavljuje prikupljanje celovitog zdravstvenog profila pacijenta, što može biti smernica za preporuke lečenja i odgovarajuću medicinsku negu. Lekari i medicinske sestre reaguju na vitalne pokazatelje i upotrebljavaju zapise kako bi se izbegla pogrešna dijagnoza ili zloupotreba lekova.

Izazovi primene IoT u medicini su *interoperabilnost, upravljanje podacima, privatnost* i *bezbednost.*

2.2 BD analitika

Danas nosivi uređaji igraju vitalnu ulogu u mnogim okruženjima kao što su kontinuirano nadgledanje zdravlja pojedinaca, upravljanje saobraćajnim prometom, prognoze vremena i pametni dom. Senzorski uređaji kontinuirano generišu ogromnu količinu podataka koji se arhiviraju na računarskom oblaku (*Cloud*).

Skupovi podataka koji su tako veliki po obimu i tako složeni da tradicionalni softverski proizvodi za obradu podataka nisu u mogućnosti da preuzmu, upravljaju i obrađuju podatke u ograničenom vremenskom roku, zahtevaju BD (*Big Data*) tehnologiju. BD obuhvata obradu strukturisanih, ne strukturisanih i delimično strukturisanih podataka obima petabajta (PB) a za najveće projekte u opsegu eksabajta (EB). Obim podataka je ekstreman (*Volume*), širokog spektra (*Variety*) tipova podataka i velike brzine (*Velocity*) obrade i analize podataka. Izvori podataka su veb lokacije, mobilne aplikacije, naučni eksperimenti, kao i senzori i drugi uređaji na Internetu objekata [8, 9].

BD koncept sadrži skup povezanih komponenti koje omogućavaju zdravstvenim organizacijama praktičnu upotrebu podataka i podršku u donošenja poslovnih odluka: IT infrastruktura neophodna za BD podršku; primena analitike; tehnologija potrebna za BD projekte; povezane skupove veština i studije BD slučajeva.

BD u zdravstvenom sistemu obuhvata elektronske zdravstvene podatke, koji su obimni i složeni tako da je teško (ili nemoguće) upravljati podacima primenom tradicionalnih softverskih/hardverskih rešenja. BD obuhvata i tehnike obrade podataka i načina donošenja zaključaka i važnih poslovnih odluka. BDA primenjuje napredne tehnologije i statističke tehnike u pronalasku skrivenih obrazaca podataka i generiše informacije za podršku donošenja značajnih odluka [10, 11].

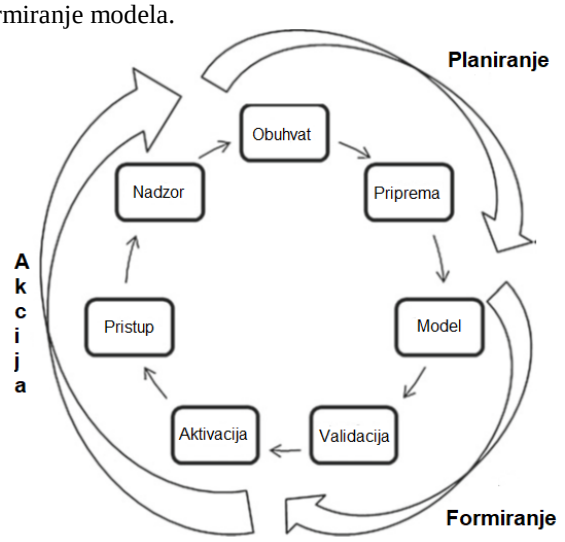
Tabela 1. Tradicionalna i BD analitika.

Koncept	Tradicionalna analitika	Big Data analitika
Fokus na	deskriptivna analitika dijagnostička analitika	prediktivna analitika nauka o podacima ML inovacije
Skup podataka	ograničen skup smanjen broj tipova pročišćeni podaci strukturirani podaci	velikih razmera veliki broj tipova sirovi podaci polu-/nestrukturirani
Model	jednostavni modeli	kompleksni modeli
Arhitektura	centralizovane baze	distribuirane baze podataka
Šema	fiksna/statična šema	dinamične šeme

Analitika podataka je naučna disciplina ispitivanja sirovih podataka u svrhu donošenja ispravnih odluka na osnovu smislenih zaključaka. Ključne razlike tradicionalne analitike u odnosu na BD analitike prikazane su u Tabeli 1.
Model podataka je postupak konstrukcije dijagrama za dubinsko razumevanje, organizovanje i arhiviranje podataka za uslugu, pristup i upotrebu.
Upotreba CASE alata u svim fazama analize, specifikacije procesa, modelovanja podataka stvara dobru osnovu za buduću fizičku realizaciju svake baze podataka, pa i BD. Detektovanje dimenzija za analizu i obradu podataka olakšavaju budući razvoj DW (*data warehouse*) platformi [12]. Prediktivni model upotrebljava statističke metode za analizu trenutnih i istorijskih činjenica u predviđanju.

Slika 2. Analitički modeli zasnovani na pravilima i verovatnoći.

Prediktivna analitika koristi se u medicinskoj i zdravstvenoj zaštiti, farmaciji i drugim područjima. Proces prediktivnog modelovanja podeljen je u tri faze: *planiranje, formiranje i implementacija*. Planiranje uključuje definisanje opsega i pripremu (Slika 3). Neophodno je postaviti jasne ciljeve, pročistiti i organizovati podatke, uključujući nedostajuće vrednosti i popravljanje ekstrema, napraviti opisnu analizu podataka sa statističkom raspodelom i formirati skupove podataka za formiranje modela.



Slika 3. Proces prediktivnog modelovanja.

Ogroman dotok IoT podataka zahteva razumevanje i analiza sadržaja. *Opisna analitika* se više ne smatra efikasnom. Neophodno je biti proaktivan *prediktivnom analitikom* koja koristi raznovrsne metode statistike i teorije informacija za modelovanje podataka pomoću mašinskog učenja (ML). Omogućeno je proučavanje novih i starih podataka u svrhu predikcije. Proaktivna analitika i prediktivno modelovanje pretvara nove i stare podatke u vredne informacije. Modeli predviđanja variraju zavisno od problema i vrste podataka. Većina izvora generiše podatke u obliku strimova, grafova, multimedija i nizova. Modeli zahtevaju precizno prilagođavanje različitim parametrima kako bi se ostvarila dobra efikasnost svakog izvora podataka koji generiše slike, audio, video, tekst ili tabelarne podatke sa puno obeležja. Generalizacija ili izrada modela koji je primenljiv na sve vrste podataka je izazovan zadatak [8].

3. DIGITALIZACIJA ZDRAVSTVENE ZAŠTITE

Zdravstvena industrija u svetu se u poslednje vreme suočava sa mnogobrojnim izazovima: visoki troškovi zdravstvenih usluga, veliki procenat starijeg stanovništva, pacijenti sa hroničnim bolestima, značajan nedostatak medicinskih stručnjaka. Jedan od načina prevazilaženja problema je primena zdravstvene analitike [13, 14].
Analitika obuhvata osnovne aplikacije poslovne inteligencije ili naprednije, prediktivne analitike. Jedna napredna analitike podataka je DM (*data mining*), gde analitičari procenjuju velike skupove podataka i identifikuju odnose, obrasce i trendove. Analitika podataka uključuje i istraživačku analizu podataka (identifikuje obrasce i odnose) i primenu statističkih tehnika (tačnost pretpostavka). *Kvantitativna* analiza podataka obuhvata analizu numeričkih podataka kvantifikovanih promenljivih koje se statistički upoređuju. *Kvalitativna* analiza podataka se fokusira na nenumeričke podatke kao što su video, slike i tekst.
Većina podataka u zdravstvu prethodno je arhivirana u obliku zapisa na papiru ili baze podataka. Ali danas, s obzirom na sve veću razmenu podataka u stvarnom vremenu između različitih izvora poput ručnih uređaja, nosivih uređaja, pametnih uređaja i upotrebe digitalnih zdravstvenih podataka, trend upravljanja podacima u zdravstvu kreće se prema digitalizaciji i BD.
Zdravstveni sistemi ubrzano prihvataju velike količine podataka, vođeni evidencijom, regulatornim zahtevima i potrebama nege pacijenata. Napredak u zdravstvu povećava količinu zdravstvenih kartona koji su dostupni u elektronskom formatu. Istovremeno, ostvaren je ubrzan napredak u kliničkoj analitici. BD takođe omogućava podršku širokom rasponu medicinskih i zdravstvenih funkcija, uključujući podršku kliničkim odlukama i upravljanje zdravstvenom zaštitom stanovništva. Stoga je potreban efikasan sistem upravljanja znanjem zasnovan na podacima.
BD koncepti u zdravstvenom sistemu sadrže osnovne podatke o pacijentu, razne analize, laboratorijske izveštaje, medicinske slike, spisak lekara i medicinskih sestara, međutim odnosi se i na podatke na društvenim mrežama. Mnoge države su usvojile koncept BD za pojednostavljenje pružanja usluga, stvaranje mogućnosti za inovacije, identifikovanje novih pristupa usluga.

Iako je IoT na početku razvoja, značajno i bitno povećanje broja povezanih uređaja dovodi do eksponencijalnog porasta količine podataka. Stoga IoT postaje prirodni partner za BD jednostavno zato što obezbeđuje potrebne količine podataka za analitiku. Integrisanje BD sa IoT zavisi od infrastrukture okruženja koja uključuje arhiviranje i klaud infrastrukturu. Organizacije se pokušavaju prebaciti na PaaS (*platform as a service*) platformu koja omogućava skalabilnu, fleksibilnu i efikasnu sofisticiranu arhitekturu. Mnoge klaud usluge obuhvataju i IoT platforme za implementaciju aplikacija.

Neophodno je da organizacije razviju infrastrukturu za prikupljanje i čuvanje podataka, obezbeđivanje pristupa i osiguranje informacija dok su u skladištu i u tranzitu. Na visokom nivou, to uključuje sisteme za skladištenje i BD servere, softver za upravljanje podacima i njihovom integracijom, softver za poslovnu inteligenciju i analizu podataka i BD aplikacije. Alati bezbednosne infrastrukture obuhvataju šifrovanje podataka, autentifikaciju korisnika i druge kontrole pristupa, sisteme za praćenje, mrežne barijere, upravljanje mobilnošću.

Specifične tehnologije za BD su softverska biblioteka *Apache Hadoop* otvorenog koda za skalabilno i distribuirano računarstvo. Radni okvir *Apache Spark* je klastersko računarstvo za distribuiranu obradu podataka i može da se rasporedi na različite načine.

DL (*Data Lakes*) predstavlja jedno mesto na kome se centralizuju svi podaci ustanove, struktuirani i ne struktuirani, dobijeni iz različitih izvora na jednu logičnu platformu, koja postaje osnova za upravljanje velikim količinama podataka na konzistentan, brz, efikasan i fleksibilan način. DL koncept postaje svojevrsni sinonim modernog skladišta podataka. DL sadrži izuzetno velike količine sirovih podataka u izvornom formatu i korisnicima olakšavaju pristup kada se pojavi potreba [15]. Idealno hosting okruženje za DL je upravo *cloud*. Cloud tehnologija sa svojim prednostima skalabilnošću, performansama, dostupnošću, sigurnošću i troškovnom isplativošću upravo predstavlja idealnu osnovu.

Pomoć u podsticanju rasta DL predstavljaju inicijative digitalne transformacije i IoT. Konvencionalne SQL baze podataka su dizajnirane za pouzdane transakcije i *ad hoc* upite, ali poseduju ograničenja. *NoSQL* baze podataka predstavljaju rešenje, tako što čuvaju podatke i upravljaju njima na način koji omogućava veliku brzinu rada i veliku fleksibilnost i skalabilnost. Zaposleni u DL predstavljaju radne celine od više inženjera za podatke, arhitekte podataka, analitičari podataka, programeri i eksperti za podatke. Trećina su konsultanti. Većina zaposlenih sa punim radnim vremenom su profesionalci upravljanja podacima koji su unakrsno obučeni za BD, *Hadoop* i napredne analitike. Većina u DL konceptu je fokusirana na analitiku, ali ostali su angažovani na poslovima podataka za marketing, prodaju, zdravstvo.

Baze podataka u memoriji IMDB (*in-memory data base*) je sistem za upravljanje bazama podataka koji se prvenstveno oslanja na radnu memoriju računara. IMDB baze su brže od baza podataka optimizovanih za diskove, a što je značajno u BD analizama i formiranju skladišta podataka DW (*data warehouse*) i centara podataka DM (*data mart*). BD analitika zahteva specifične veštine od zaposlenih u organizaciji ili angažovanje spoljnih stručnjaka. Mnoge od ovih veština su povezane sa ključnim komponentama BD tehnologije, kao i sa specifičnim disciplinama: nauka o podacima, pretraživanje podataka, statistička i kvantitativna analiza, vizuelizacija podataka, opšte programiranje i struktura podataka i algoritmi.

Posebna pažnja prilikom obrade BD se daje otvorenim podacima OD (*open data*) koji pomažu u kreiranju politika na osnovu dokaza, omogućavaju među-sektorsku saradnju, omogućavaju praćenje tokova novca, poboljšavaju kvalitet upravljanja prirodnim resursima, omogućavaju praćenje rezultata i efekata, podstiču ravnopravni razvoj i unapređuje kvalitet donošenje odluka [14].

4. ZAKLJUČAK

Ovaj rad naglašava značaj IoT i BDA tehnologija koje postaju značajan aspekt u transformaciji zdravstvenog sistema. Napredovanjem tehnologija 5G povezanih IoT uređaja poput senzora i nosivih uređaja za snimanje i prenos podataka, zdravstveni podaci postaju BD. Očekuje se da će zdravstvene usluge iskoristiti prednosti Zdravstva 4.0. Nosivi medicinski uređaji imaju vitalnu ulogu u mnogim okruženjima kao što su kontinuirano nadgledanje zdravlja pojedinaca, upravljanje saobraćajnim prometom, pametni dom itd. Senzorski uređaji kontinuirano generišu ogromnu količinu podataka koji se arhiviraju na računarskom oblaku.

Autori istražuju područja nastajanja Zdravstva 4.0 i identifikuju mogućnosti i izazove na osnovu razumevanja relevantnih osnovnih tehnologija kao i principa realizacije pametnih zdravstvenih proizvoda i sistema. Uočeno je da iako je globalna stopa prihvatanja tehnologija *e-zdravlja* i *m-zdravlja* dosad bila ispod očekivanja, nove mrežne 5G tehnologije omogućavaju sveobuhvatnu virtualizaciju i prediktivnu analitiku.

Jedna posebna prednost BD analitike je omogućavanje zdravstvenim organizacijama da istražuju novi uvid i pronađu *optimalna rešenja* koja iz komplikovanih promenljivih stvore uslove za bolju zdravstvenu uslugu. U pogledu sposobnosti i koristi za analizu podataka, naglašavamo pet potencijalnih koristi za zdravstvene organizacije: *informatička infrastruktura, operativne koristi, organizacijske koristi, upravljačke prednosti* i *strateške koristi.*

U prethodnom periodu, analitika podataka u zdravstvu mogla se lako sprovesti upotrebom alata i tehnika poslovne analitike. Međutim, današnji zdravstveni podaci postali su BD koji su značajniji, složeniji i dinamičniji, s različitim formatima i izvorima. Stoga je za upravljanje i analizu podataka potrebna sofisticirana računarska infrastruktura i efikasni analitički alati. Postoje četiri vrste analitičkih podataka o zdravstvenoj zaštiti: *opisna*, *dijagnostička*, *prediktivna* i *receptivna*.

U istraživanju vezanom za materijal u ovom radu, autori su imali izvesne teškoće. Naime, ne postoji strukturiran pristup istraživanju u oblasti zdravstva 4.0, 5G-IoT Big data i prediktivna analitika u vladinim i edukativnim institucijama. Deluje da je danas to privilegija velikih kompanija poput *Amazon*, *Google*, *Facebook* i *Microsoft*.

Iako se većina slaže u proceni ogromnih potencijalnih prednosti analitike velikih podataka u zdravstvu, problemi i izazovi pojavljuju se u tri glavna područja: neophodno znanje za upravljanje podacima i tehnički izazovi,

privatnost i poverljivost, upravljanje promenama organizacije kroz transformacijske izazove pokrenute novim tehnologijama.
U narednom periodu, kao nastavak istraživanja autori pripremaju predlog pilot-projekta 5G-MIoT u okviru inicijative pametni gradovi.

LITERATURA

[1] J.Chanchaichujit, A.Tan, F.Meng, S.Eaimkhong, Healthcare 4.0 next generation processes with the latest technologies, Springer 2019.

[2] C.Bhatt, N.Dey, A.S.Ashour (Eds), Internet of Things and Big Data technologies for next generation healthcare, Springer 2017.

[3] G. Manogaran et al., *Big Data analytics in Healthcare Internet of Things*, Chapter 10 in H.Qudrat-Ullah, P.Tsasis (Eds), Innovative healthcare systems for the 21st century, Springer 2017.

[4] T.Saheb, L,Izadi, "Paradigm of IoT Big data analytics in the healthcare industry: A review of scientific literature and mapping of research trends", Telematics and Informatics, vol.41, Aug. 2019, pp.70-85

[5] F.Firouyi et al., "Internet-of-Things and Big data for smarter healthcare: From device to architecture, applications and analytics", Future Generation Computer Systems, Vol.78, Jan. 2018, pp.583-586

[6] C.Mavromoustakis, G.Mastorakis, J.M.Batalla (Eds.), Internet of Things (IoT) in 5G Mobile Technologies, Springer 2016.

[7] D.Milovanović, V.Pantović, Z.Bojković, "5G-IoT tehnologija za pametnije gradove: MIoT inovativna infrastruktura", InfoTech, 2019.

[8] C.S.R.Prabhu, A.S.Chivukula, A.Mogadala, R.Ghosh, L.M.J.Livingston, *Internet of Things (IoT) and Big Data analytics*, Chapter 8 in Big Data analytics: Systems, algorithms, applications, Springer, 2019.

[9] P. Dineshkumar et al., "Big data analytics of IoT based health care monitoring system", in Proc. UPCON 2016.

[10] P. Dineshkumar et al., "BigData based on healthcare analysis using IoT devices", in Proc. ICSET 2017.

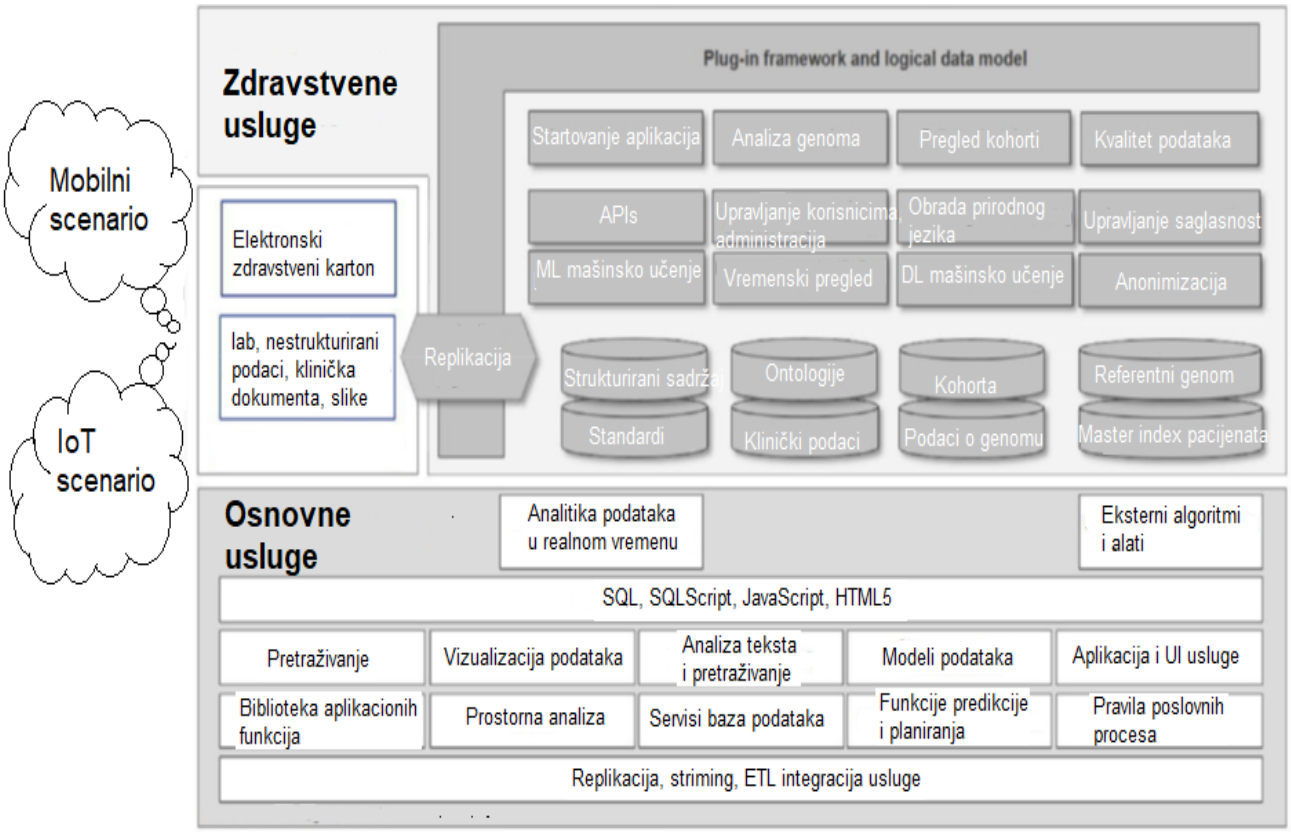
[11] N.V. Chawla, D.A. Davis, "Bringing Big data to personalized healthcare: A patient-centered framework", Journal of General Internal Medicine 28(3), 2013, pp.660-665

[12] Terzić R., Nešković A., Pantović V., "Elektronska razmena podataka u poslovnom području fakturisana realizacija u sekundarnoj zdravstvenoj zaštiti", InfoTech, 2016.

[13] Groves P., Kayyali B. Knott D., Van Kuiken S., *The Big data revolution in healthcare*, Center for US Health System reform business technology office, McKinsey & Company, 2013

[14] Terzić R., Majstorović M., "Concept Open Data, its application and experience", *Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courie*r, 67(2), 2019.

[15] Russom, P. *Data Lakes: Purposes, practices, patterns, and platforms*, TDWI & SAS, 2017.



Slika 1. Primer BDA sistema analitike u zdravstvu.

EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND REASONING IN SMART CITIES

OBJAŠNJIVA VEŠTAČKA INTELIGENCIJA I REZONOVANJE U PAMETNIM GRADOVIMA

Nenad Petrović, Milorad Tošić
University of Niš, Faculty of Electronic Engineering

Abstract *- From business and healthcare to entertainment, artificial intelligence is currently playing a leading role when it comes to innovation and progress. Despite the fact that current solutions, that leverage deep learning based on artificial neural networks and machine learning, have shown solid performance and robustness, they lack the ability to provide human-understandable explanations of their decisions, which is crucial in certain more sensitive application domains. In this paper, semantics-based approach to explainable artificial intelligence is presented and illustrated in two case studies related to smart cities. First case study is related to decision making process in autonomous cars, while second considers energy efficiency within smart homes.*

Sadržaj *– Od poslovanja, preko zdravstva, do zabave, veštačka inteligencija trenutno igra vodeću ulogu što se tiče inovacija i napretka. Bez obzira na to što trenutna rešenja koja koriste mašinsko i dubinsko učenje zasnovano na neuronskim mrežama pokazuju zadovoljavajuće rezultate i robustnost, ono što im fali jeste mogućnost da obezbede ljudima razumljiva objašnjenja svojih odluka, što je krucijalno u pojedinim domenima. U ovom radu je prikazan semantički-zasnovan pristup objašnjivoj veštačkoj inteligenciji i ilustrovan na primeru dve studije slučaja u okviru pametnih gradova. Prva se tiče odlučivanja u autonomnim automobilima, dok druga razmatra energetsku efikasnost pametnih kuća.*

1. INTRODUCTION

Rapid evolution of artificial intelligence technologies in last decade has brought us many novels use cases and futuristic applications never seen before. The performance of deep learning techniques based on artificial neural networks is becoming more than satisfiable, due to large amount of available data.

On the other side, in most cases, these systems act as black boxes to humans, as they cannot provide any explanation of their results and decisions. Many studies indicate that, in general humans have quite low level of trust, when it comes to autonomous systems [1]. However, it was also concluded that the ability of these systems to provide sound explanations and interpretation of their results to users is one of the key factors of trust [2].

Moreover, the lack of interpretability could lead to catastrophic consequences, especially when it comes to more sensitive domains, such as transportation, power distribution, healthcare and defense [3], where human intervention might be of utmost importance. For that reason, there are many incentives for laws and legal regulations which impose that these machine-made decisions have to be explainable and transparent to humans. A notable example is Article 22[1] of EU GDPR stating the right not to be subject to a decision based solely on automated processing.

In this paper, we propose an approach to explainable artificial intelligence (XAI) leveraging ontologies and semantic technology in context of smart city environments. In smart city architectures, it is assumed that many decisions are brought (semi-)automatically by machines – from autonomous vehicles and energy efficiency to smart home applications. Therefore, the adoption of XAI is highly relevant in this domain. Two case studies are considered: 1) autonomous car decision-making 2) energy efficiency in smart home.

2. BACKGROUND AND RELATED WORK

A. Explainable Artificial Intelligence (XAI)

Explainable Artificial Intelligence (XAI) refers to a new wave of artificial intelligence techniques or extensions to the existing ones in order to enable human users to understand, trust and cooperate with AI-driven systems [3]. These systems should be able to explain their capabilities and understandings - what was done, what it is doing now, and what is the next turn [4]. However, these explanations also depend on the domain, system usage context and user role within the considered system. For example, different explanation could be provided to software developer, smart grid operator and autonomous car driver.

Once the explanations are constructed, they are shown to user. The user is able to take the results into further consideration and provide feedback to autonomous system in order to confirm the results, correct/refine them by providing additional information/instructions or take another action using the provided interface [3, 4, 5].

[1] https://www.privacy-regulation.eu/en/22.htm

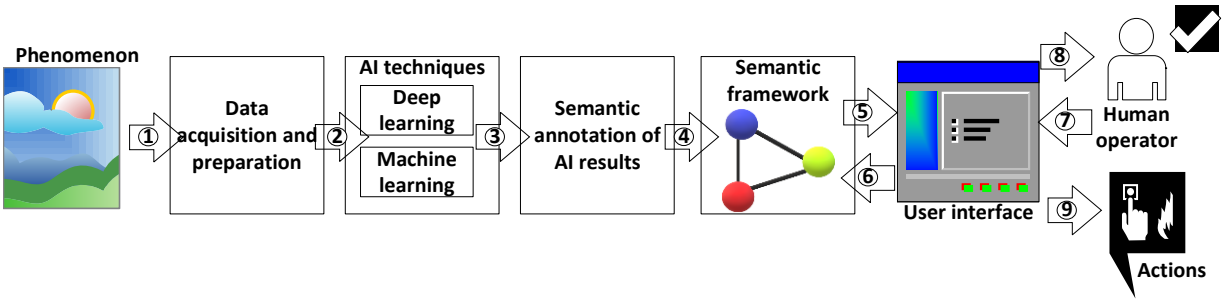


Figure 1. Architecture overview and components: 1-Observations/measurement of phenomenon 2-Filtered and prepared data 3-Results of AI algortihms and techinques 4-Triplets describing the results 5-SPARQL query for retrieval of possible actions 6-Possible actions 7-Generating explanations and refreshing user interface for human operator 8-Action selection 9-Executing the selected actions

For that reason, it is identified that human-computer interaction and provided interaction interfaces play important roles in XAI systems.

Once the explanations are constructed, they are shown to user. The user is able to take the results into further consideration and provide feedback to autonomous system in order to confirm the results, correct/refine them by providing additional information/instructions or take another action using the provided interface [3, 4, 5]. For that reason, it is identified that human-computer interaction and provided interaction interfaces play important roles in XAI systems.

Many different approaches to XAI have been proposed. For example, in [6], an approach to explanation of Bayesian Network predictions based on low-level features is given with main purpose to support decision-making in clinical practice. On the other side, [7] proposes a solution for smart home, where high-level explanations of autonomous system decisions related to household device control are constructed translating the numeric values to human-understandable predicates. An interesting approach adopting scenario-based design for XAI systems is presented in [8]. In this design methodology, the user stories are used to provide representations that connect specific sub-tasks (micro-level user activities) with the main goal [8].

However, in our paper, the main focus is on adoption of semantic technology and ontologies in XAI systems, targeting the high-level explanations of system decisions to end-users involving some aspects of scenario-driven design.

B. Semantic Technology and Ontologies

Semantic technology encodes the meaning of data separately from its content and application giving the ability to understand data, exchange the understanding and perform reasoning. In the context of semantic technologies, ontologies are used for description of the shared conceptualization of a particular domain or its aspects [9].

In computer science, ontology refers to a vocabulary of terms used to represent certain knowledge. In this context, ontology is often defined as a representational artifact, which designates some combination of universals, defined classes, and relations between them [10]. The formalization of this knowledge representation is made in a form understandable and suitable for use by both humans and computers, which is one of its main advantages when it comes to adoption in XAI systems. Ontology consists of classes, individuals, attributes and relations. Classes represent abstract groups, collections or types of objects. Individuals are instances of these classes. Attributes refer to properties, characteristics and parameters of classes. Relations define ways in which classes and individuals are related. Collection of facts specified according to the conceptualization defined by ontology is often stored separately from the ontology itself and called a knowledge base.

Both the ontologies and facts are represented using the RDF standard language in the form of (subject, predicate, object) triplets and persisted inside the triple stores. SPARQL is a language used for query execution against the RDF triple stores. The results are retrieved in order to support different reasoning mechanisms that enable inference of new knowledge starting from the existing knowledge base.

Among the existing solutions in area of XAI, some of them incorporating semantic technology were identified. In [11], a review of approaches leveraging semantic technology to annotate and explain various low-level and high-level features within neural networks and machine learning techniques from various domains is given. Moreover, it was also considered how semantic technology can augment the existing AI techniques in order to provide explanations of the achieved results. In [12], an ontology aiming XAI was proposed. It represents concepts as kinds of informational states shared between a producer and a consumer. The function of producer is to generate a state (the representation) according to a certain situation that occurs. Function of the consumer is to act in some way once the conceptual representation sent by the producer has been received. In [13], a proposal of semantic-based approach to interpretability of AI results

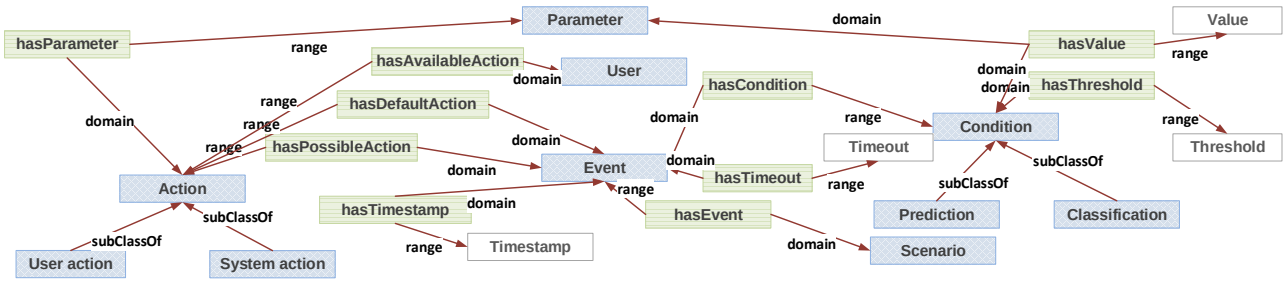


Figure 2. XAI Decision Support Ontology

within cognitive smart cities is presented showing the potential of this research direction when it comes to smart city use cases.

3. FRAMEWORK OVERVIEW

A. Architecture and Components

First, the data about the observed phenomenon is collected using the sensors and measurement devices or other data acquisition techniques, depending on the of the phenomenon itself. After that, the acquired data is filtered and preprocessed in order to achieve the suitable form for the AI techniques that will be used. The prepared data is sent as input to the component leveraging AI techniques (such as neural networks, machine learning, computer vision and data mining). This component performs the data analysis and forwards the results to the component that constructs their semantic descriptions in a form of RDF triplets.

The constructed triplets are inserted into triple store. Apart from triple store that stores both the knowledge base and ontology definitions, the semantic framework also includes API for SPARQL queries. Furthermore, the possible actions which can be executed in current system context are shown. It is up to user to see the explanations of the results and select the desired action which will be executed. Overview of the proposed solution for XAI based on ontologies and semantic technologies is given in Fig. 1.

B. XAI Decision Support Ontology

The role of this ontology is to describe the knowledge necessary to support decision-making in a system which relies on artificial intelligence algorithms and techniques. That knowledge is used to both generate the explanations of the events that occurred within a particular scenario and help to the users make a proper decision in such cases. Moreover, this ontology can be leveraged for automated generation of user interface. In Fig. 2, the proposed ontology is shown.

Each event has a timestamp for time reference and could contain one or many conditions that need to be fulfilled in order to confirm its occurrence. Conditions refer to results of AI techniques, such as prediction and classification. Each condition has value of confidence and threshold which are included to enable reasoning in a style similar to fuzzy reasoning [14]. If the value of confidence is greater than the threshold, the condition is considered as true.

For each event, when they occur, there could be one or many possible actions, which could be taken by either user or system. Some of these action require the values of parameters that are set using the provided human-computer interaction interface. Furthermore, different types of human operators could see different actions available. Once the parameters are provided, the corresponding actions could be taken. However, there could be a timeout interval which defines the maximum time allowed to the user for action choice. If user does not make any choice within that time interval, the defined default action is executed.

C. Decision-Support Algorithm

In Listing 1, pseudocode of algorithm for ontology-driven decision support in XAI systems is given. As input, the algorithm takes the name of the scenario, reference to the knowledge base and parameters inserted by human operators via user interface.

First, all the possible events for given scenario are retrieved. For each of the events, it is checked whether all its conditions are fulfilled in order to determine whether it occurred or no. Condition refers to results of AI-based techniques, such as prediction and classification. Each condition is translated to SPARQL queries for retrieval of both result values and the threshold value. If the retrieved value is above the threshold, then the condition is considered as fulfilled. If all the conditions hold, it can be concluded that particular event occurred and all the possible actions are shown to the user. The explanations of the possible actions are generated and shown, summarizing why some of the conditions are true, showing the threshold and their current value. Now, it is up to user to select the desired action. For some of the available actions, additional parameters might be needed. These parameters have to be provided by users using the available interaction interface.

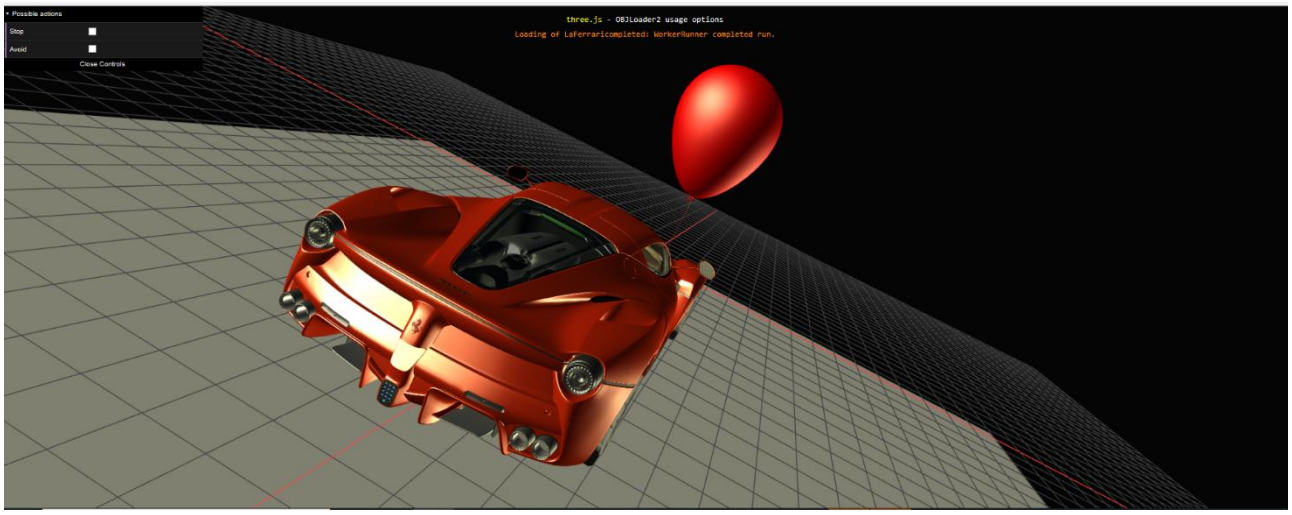


Figure 3. Autonomous car scenario simulation using Three.js

Listing 1. Ontology-driven decision-making in XAI-based system

Input: semantic knowledge base, scenario name, user parameters
Output: Decision explanations and actions
Steps:

```
1. Retrieve all scenario.hasEvent.events;
2. For each event in events
3.     result:=true;
4.     For each c in events.hasCondition.conditions
5.       If(c.hasValue.value>c.hasThreshold.threshold)
6.          result:=result AND true;
7.       else
8.          result:=result AND false;
9.       end if;
10.      ShowMessage(c+"has result"+result);
11.      If(result)
12.         Retrieve possible actions event.hasPossibleAction.action;
13.         Show possible actions;
14.         Wait user decision(event.hasTimeout.timeout);
15.         Take user-selected actions choice;
16.         Take user parameters: p1…pn for actions;
17.         Execute actions( p1…pn);
18.         Default: Execute event.hasDefaultAction.action;
19.      End if;
20.    End for;
21. End for;
22. End.
```

4. SCENARIOS

A. Autonomous Cars in Smart City

For autonomous cars, it is of utmost importance to properly identify all the obstacles along the road and act accordingly to ensure that no damage will be caused and lives endangered. However, during the busy hours, it is quite risky to just stop the car or change the current driving direction quickly, as further damage might be even worse. So, in what follows, one scenario where driver intervention relying on XAI is crucial.

Let us assume that air balloon finished up on the road. It is highly likely that computer vision algorithm and LIDAR-based techniques are going to detect it as an obstacle. However, during the busy hours, stopping the car or changing the lane unexpectedly may have fatal consequences. For that reason, it is better to provide XAI with user interface to the driver which would allow the selection of final decision which action to perform among the available choices.

In what follows, a concrete use case of our approach within the previously described scenario is given. The goal is to detect an event which is entitled "fake obstacle". This event consists of three conditions: 1) the object is classified as obstacle with confidence threshold value greater than 70% 2) the object is classified as "solid" with threshold greater than 60% 3) the object is close 65%. Moreover, let us assume that autonomous car is driven during the night and that detection of obstacle material relies on camera image analysis. Moreover, let us assume that an obstacle was detected, but due to lack of light, the material detection computer vision-based algorithm fails and obstacle was classified as solid. Once the event is detected, the XAI-based user interface shows a brief description of the situation, such as "Potentially, an obstacle was detected with confidence 74% that is 64% solid and 80% close". Moreover, the available actions are also shown: avoid obstacle, stop car, do nothing. However, the driver is able was able to recognize that it was an air balloon and selects the action to do nothing avoiding the risk of collision with other cars by changing the lane or stopping.

For this scenario, an interactive 3D simulation environment run in web browser inspired by [15] was created using Three.js[2] library for JavaScript. Three.js is an open-source, JavaScript-based library and Application Programming Interface (API) used for rendering rich and animated 3D computer graphics inside a web browser, as shown in Fig. 3.

[2] https://threejs.org/

B. Energy Efficiency in Smart Home

In this scenario, we consider the control of household electric devices based on the proposed ontology-based XAI framework.

Let us assume that smart meters acquire the electric measurements. The measurements are recorded, processed analyzed, in order to detect anomalies, predict energy consumption or save energy based on AI techniques, such as system presented in [16]. For example, if a heating device fails based on current and voltage measurement analysis, it will be turned of to prevent further damage. However, the consumer device can also be turned off to save energy when the desired ambient temperature is reached or when the predicted energy consumption is above the provided threshold.

For evaluation purposes, AR application for simulation of this scenario was created leveraging our approach for automated code generation based on ontologies [17]. The application is run in web browser using JavaScript relying on AR.js[3] library. This library enables fast and intuitive creation of simple marked-based AR applications, showing solid performance even on older smart phone devices. A screenshot of AR application is given in Fig. 4. Scrolling the transparent 3D cube near marker on the heating device to the left or to the right, the user is able to list all the possible actions. The desired action is perfromed by clicking/touching the 3D cube.

Figure 4. AR.js simulation for energy efficiency scenario

5. EVALUATION AND RESULTS

In Table 1, the results achieved for the described usage scenarios are given.

The first column shows the name of the considered scenario. The next column displays the names of the events observed within the considered scenario. Moreover, the third column is the time needed for semantic annotation of AI technique results and triplet insertion. The fourth column is the time needed for execution of SPARQL queries for event detection. The fifth column is the time needed to display the available actions once the event is detected. Finally, the last column is the total time delay as overhead of ontology-based XAI. The evaluation was performed on a laptop equipped with Intel i7 7700HQ CPU, NVIDIA GTX1050 GPU with 2GB VRAM and 16GB of DDR4 RAM. The code generator was implemented in Java. For ontology management, triplet insertion and SPARQL queries, TaaSOR service [18] was used.

Table 1. Evaluation results

Scenario	**Steps**				**Total time [s]**
	Event	***Semantic annotation [s]***	***Detect [s]***	***Explanation [s]***	
A	Fake obstacle	0.94	0.85	0.77	2.56
B	Lack of energy	0.81	0.71	0.94	5.25
	Too Hot	0.51	0.69		
	Danger	0.76	0.83		

6. CONCLUSION AND FUTURE WORK

The initial results achieved for the proposed approach in two case studies seem promising. However, there are still many aspects which have to be considered in future for production-ready XAI solutions based on ontologies and semantic technology for time-critical applications. Providing both the results and explanations timely is of utmost importance in many real-time applications relying on AI techniques, such as autonomous cars. The analysis of performance for different types of triple stores and technologies is not considered in this paper and planned for our future work. In our case, the times were the order of magnitude of 1 second, which might not be fast enough for some cases.

Furthermore, an interesting research direction in future could be the extension of the proposed approach for blockchain-based XAI systems [19] in where the decisions are made based on decentralized consensuses of multiple predictors. Moreover, we plan to adapt (or possibly extend) the proposed semantic framework to enable verification of AI-based autonomous systems.

Finally, in future the detailed evaluation of benefits achieved utilizing the proposed appraoch will be perfromed. For example, the amount of traninig data required for material detection (soft against hard) in different light conditions for autonomous car scenario will be compared using the semantic framework proposed in this paper and without it.

ACKNOWLEDGMENT

This work has been supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

[3] https://github.com/jeromeetienne/AR.js/blob/master/README.md

REFERENCES

[1] Shahrdar, S., Menezes, L., Nojoumian, M., "A Survey on Trust in Autonomous Systems", Intelligent Computing, pp. 368–386, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01177-2_27

[2] Winikoff, M., "Towards Trusting Autonomous Systems", Engineering Multi-Agent Systems. EMAS 2017, Lecture Notes in Computer Science, vol 10738, Springer, pp. 3-20, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91899-0_1

[3] Turek, M., "Explainable Artificial Intelligence" [Online]. Available on: https://www.darpa.mil/program/explainable-artificial-intelligence. Last accessed: 2020/01/17.

[4] Gunning, D., Stefik, M., Choi, J., Miller, T., Stumpf, S., Yang, G.-Z., "XAI—Explainable artificial intelligence", Science Robotics, 4(37), pp. 1-2, 2019. https://doi.org/10.1126/scirobotics.aay7120

[5] Mark, G., Core, H., Lane, C., van Lent, M., Gomboc, D., Solomon, S., Rosenberg, M., "Building explainable artificial intelligence systems", IAAI'06. AAAI Press, pp. 1766–1773, 2006.

[6] Kyrimi, E., Marsh, W., "A Progressive Explanation of Inference in 'Hybrid' Bayesian Networks for Supporting Clinical Decision Making", JMLR: Workshop and Conference Proceedings vol 52, pp. 275-286, 2016.

[7] Houzé, É., Diaconescu, A., Dessalles, J. L., Menga, D., "Explainable AI as Interface between Users and Autonomic Systems : the Case of the Smart Home", AIMLAI'19, pp. 1-4, 2019.

[8] Wolf, C. T., "Explainability Scenarios: Towards Scenario-based XAI Design", IUI'19, pp. 252-257, 2019. https://doi.org/10.1145/3301275.3302317

[9] Gruber, T., "Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing", International Journal Human-Computer Studies 43 (5-6), pp. 907-928, 1995.

[10] Davies, J., Studer R., Warren, P., *Semantic Web Technologies: Trends and Research in Ontology-based Systems*, John Wiley & Sons, 2006.

[11] Seeliger, A., Pfaff, M., Krcmar, H., "Semantic Web Technologies for Explainable Machine Learning Models: A Literature Review", 1st Workshop on Semantic Explainability (SemEx 2019), pp. 1-16, 2019.

[12] Fumagalli, M., Ferrario, R., "Representation of Concepts in AI: Towards a Teleological Explanation", Joint Ontology Workshops (CAOS 2019), pp. 1-12, 2019.

[13] Alonso, J. M., Mencar, C., "Building Cognitive Cities with Explainable Artificial Intelligent Systems", pp. 1-10, 2018.

[14] Tzafestas, S. G., Venetsanopoulos, N. et al., *Fuzzy Reasoning in Information, Decision and Control Systems*, Kluwer Academic Publishers, 1994. https://doi.org/10.1007/978-0-585-34652-6

[15] Petrovic, N., Kocic, Dj., "Adopting linear optimization to support autonomous vehicles in smart city", 2019 27th Telecommunications Forum (TELFOR), pp. 1-4, 2019. https://doi.org/10.1109/telfor48224.2019.8971185

[16] Petrović, N., Kocić, Đ., "Data-driven Framework for Energy-Efficient Smart Cities", Serbian Journal of Electrical Engineering, Vol. 17, No. 1, Feb. 2020, pp. 1-23, 2020. https://doi.org/10.2298/SJEE2001041P

[17] Djordjevic, L., Petrovic, N., Tosic, M., "Ontology based approach to development of augmented reality applications", 2019 27th Telecommunications Forum (TELFOR), Belgrade, Serbia, pp. 1-4, 2019. https://doi.org/10.1109/TELFOR48224.2019.8971208

[18] Tosic, M., Seskar, I., Jelenkoivc, F., "TaaSOR – Testbed-as-a-Service Ontology Repository", Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, vol 44., Springer, 2012, pp. 419-420.

[19] Nassar, M., Salah, K., ur Rehman, M. H., Svetinovic, D., "Blockchain for explainable and trustworthy artificial intelligence", Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery, pp. 1-13, 2019. https://doi.org/10.1002/widm.1340

IoT TEHNOLOGIJA – PRIMENA U OBLASTI TRANSPORTA, BEZBEDNOSTI I POLJOPRIVREDE
IoT TECHNOLOGY – USE CASES IN THE FIELD OF TRANSPORT, SECURITY AND AGRICULTURE

Vladan Nešić, dipl.inž.elektrotehnike, Ivan Petrović, dipl.inž.saobraćaja
Preduzeće za telekomunikacije „Telekom Srbija“ a.d. Beograd

Sadržaj – *IoT je skraćenica termina Internet of Things ili u bukvalnom prevodu Internet Stvari. IoT tehnologija predstavlja sistem gde međusobno povezani različiti senzorski uređaji, putem neke pristupne tehnologije, šalju široki spektar informacija na IoT platformu, a koje se potom obrađuju i prikazuju korisnicima putem pametnih aplikacija. Navedenim podacima i samim senzorskim uređajima korisnici mogu da upravljaju sa svog računara ili mobilnog pametnog uređaja. Ova komunikacija između korisnika i IoT platforme se obavlja putem Interneta. U ovom radu predstavljeni su slučajevi korišćenja i širok dijapazon primene IoT tehnologije u različitim oblastima, čime su rešeni problemi zaštite transporta u jednom, odnosno povećanja efikasnosti u poljoprivredi u drugom slučaju.*

Abstract – *IoT is abbreviation for The Internet of Things term. IoT technology is a system where different interconnected sensor devices, via some of access technology, send wide spectrum of informations to the IoT platform, which are later processed and shown to users on smart applications. These data and the sensing devices themsleves can be controlled by users from their PCs or mobile smart phones. This comunnication between users and IoT platform is provided online on Internet. This document presents useage of IoT technology in completely different fields, whitch solved the problems of transport protection in one case, and increasing efficiency in agriculture in the other one.*

1. UVOD

Ideja za uvođenje IoT tehnologije u sistem Telekoma Srbije javila se kao posledica dugogodišnjih problema vezanih za podzemnu infrastrukturu. Telekom Srbija se godinama suočavao sa brojnim krađama bakarnih kablova i zloupotrebama podzemne infrastrukture, što je prouzrokovalo višemilionske štete. Pored novčanih gubitaka problem je predstavljala i posredna šteta u vidu nezadovoljstva korisnika usled prekida saobraćaja i narušavanja celokupne reputacije Telekoma Srbija.
U potrazi za rešenjem ovog problema prepoznata je IoT tehnologija i LoRaWAN mreža kao pogodan alat.
Takođe, ova tehnologija predstavlja i rešenje za mnoge duge buduće Use Case-ove. Primarnim projektom zaštite sopstvene infrastrukture formirana je IoT platfoma skalabilna i proširiva za dalju nadogradnju.

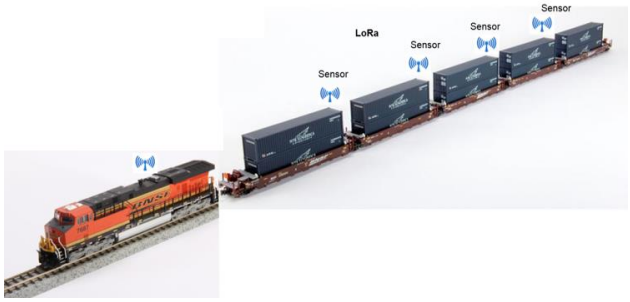
2. PRIMENA IOT TEHNOLOGIJA U RAZLIČITIM SFREAMA

Nakon godinu dana eksploatacije Sistema zaštite TK podzemne infrastrukture i višemilionskih ušteda, Telekom Srbija je započeo komercijalizaciju svoje IoT platforme. Platforma kreirana tokom projekta zaštite podzemne infrastrukture postala je osnov za rešavanje brojnih problema u različitim oblastima, počev od bezbednosti i zaštite, preko transporta, poljoprivrede, zdravstva itd. Multitenant platforma ima mogućnost da u vertikali prihvati veliki broj potpuno nezavisnih rešenja baziranih na LPWAN tehnologiji koja nalazi primenu u najrazličitijim sferama.
U poljoprivredi to mogu biti registar poljoprivrednih gazdinstava, evidencija kultura i useva, upravljanje poljoprivrednim mašinama, navodnjavanje, đubrenje, detekcija glodara i drugih štetočina itd.
Različite vrste daljinskog merenja (vodomeri, gasomeri, strujomeri) omogućuju stvaranje takozvanih Smart Metering sistema.
Sa bezbednosnog aspekta može se vršiti detektovanje otvaranja vrata i prozora na objektima, kao i detekcija i prevencija od požara i poplava.
Jedna od najpopularnijih grana IoT-a, Smart Home, omogućava upravljanje kućnim uređajima poput klima uređaja, bojlera, frižidera, veš mašina i sistema za grejanje.
Pored „Pametnih Kuća“, ništa manje popularni nisu ni „Pametni Gradovi“. Oni se takođe dotiču različitih segmenata pa se najčešće mogu videti pametni parkinzi, pametni sistemi odnošenja smeća, pametna rasveta itd. Daljinsko očitavanje parametara ljudskog organizma u cilju prevencije bolesti i praćenja zdravstvenog stanja deo su Smart Healthcare sistema, dok Smart Tracking omogućava praćenje vozila, robe ali i osoba i kućnih ljubimaca.
Generalno gledano, stambeni objekta, čitava naselja i gradovi, različiti uređaji, mašine, čitava industrijska postrojenja ili infrastruktura sada mogu dobiti „pamet“ koju omogućava IoT platforma Telekoma Srbije. Preko 340 LoRa baznih stanica raspoređeno je na teritoriji Republike Srbije, što omogućava pokrivanje LoRa mrežom u različitim delovima zemlje, a krajnji cilj je pokrivanje celokupne teritorije. Ovakva infrastruktura postala je osnov za primenu IoT tehnologija i stavranje pametnih gradova, zgrada, njiva, soabraćajnica… Dva projekta koja su se već izdvojila su Pametne Železnice i Pametne njive.

3. PAMETNE ŽELEZNICE

Republika Srbija svojim položajem je od vajkada predstavljala raskrsnicu puteva. Tako je i danas ona pogodna za tranzit ljudi i dobara, a takav transport se odvija i železničkim koridorom 10, pravcem između Subotice i Preševa. Usled smanjenih brzina kretanja kompozicija ovim koridorom, uzrokavanih problemima u

samoj železničkoj infrastrukturi, javio se novi problem napada na kompozicije koje prevoze robu. Kontejneri sa robom koji prolaze kroz našu zemlju ovim koridorom postali su meta krađa, što je prouzrokovalo ogromnu materijalnu štetu, ali i dovelo u pitanje sigurnost srpskih železnica. U potrazi za rešenjem, Telekom Srbija je predložio korišćenje IoT tehnologije kao tehnologije koja svojim karakteristikama može da odgovori na postojeće izazove.

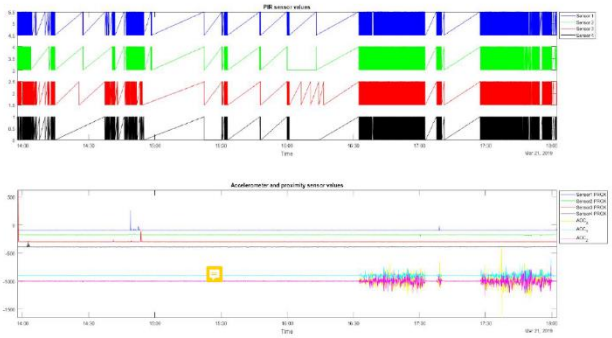


Slika 1. Železnička kompozicija opremljena LoRa senzorima

Za potrebe ovog slučaja korišćenja bilo je potrebno osmisliti pametnu bravu koja se postavlja na vrata kontejnera da sa jedne strane detektuje prisustvo neovlašćenih lica na vagonima, dok sa druge strane sprečava obijanje vrata i krađu robe. U saradnji sa partnerskom firmom BitGear razvijena je jedinstvena pametna brava koja zadovoljava sve zadate potrebe, kako mehaničke tako i elektronske. Prilikom ulaska kompozicije u našu zemlju, vrši se montaža ovih pametnih brava na sva vrata kontejnera čime se najpre fizički konteneri zaključavaju i sprečava se njihovo nasilno i neovalšćeno otvaranje. Nakon instalacije, pametne brave se aktiviraju korišćenjem aplikativnog sistema monitoringa i na scenu stupaju njihove senzorske karakteristike. Ovim putem se vrši prijava i identifikacija brave na sistem, kao i verifikacija njene tačne pozicije na određenom vagonu. Svaka brava opremljena je senzorima koji su sposobni da prepoznaju prisustvo na vagonima dok je kompozicija u pokretu. Takođe, brave mogu registrovati i pokušaje vandalizacije, odnosno pokušaje da se brava polomi, tj. obije.

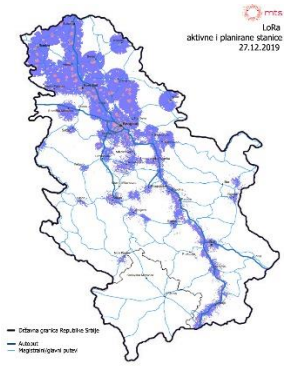
Slika 2. Pametna brava

Sve ove događaje, koristeći signal LoRa mreže, pametne brave prenose do mrežnih servera IoT platforme, sa koje se informacije dalje šalju na multifunkcionalni aplikativni sistem monitoringa.
Na vozovima koji prevoze robu, nalazi se posada koju pored mašinovođe čine i pripadnici security agencije i policije. Svi oni imaju pristup aplikaciji za nadzor putem koje dobijaju obaveštenja o događajima koje brave registruju u realnom vremenu. Dok posade vozova notifikacije dobijaju putem mobilnih ili tablet uređaja, postoji i web aplikacija prilagođena monitorisanju od strane stacionarnih kontrolnih centara. Na taj način omogućeno je da u realnom vremenu, kontrolni centri sa jedne strane, odnosno posade vozova sa druge strane mogu da reaguju u skladu sa definisanim procedurama istog momenta kada dođe do pokušaja krađe robe koja se prevozi.



Slika 3. Dijagram očitavanja pametne brave tokom kretanja voza

Kada kompozicija pristigne u krajnji terminus na teritoriji Republike Srbije, odnosno kada napušta zemlju, vrši se deaktivacija sistema i demontaža pametnih brava sa kontejnera. Nakon toga, brave su spremne za ponovnu upotrebu na sledećoj kompoziciji koja ulazi u zemlju.
Duž celog železničkog Koridora 10, od Subotice do Preševa, Telekom Srbija je postavio LoRa bazne stanice koje omogućavaju pokrivenost ovog poteza LoRa mrežom i komunikaciju pametnih brava sa IoT platformom dok je voz u pokretu.



Slika 4. Mapa pokrivanja LoRa signalom

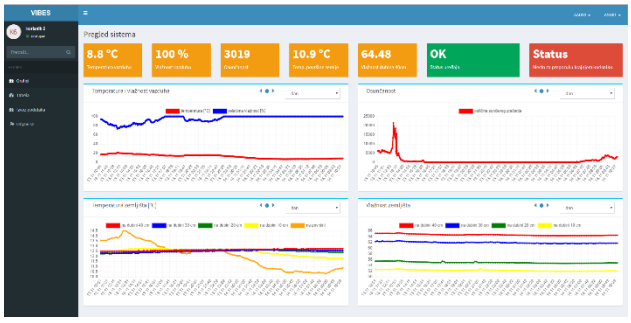
4. PAMETNE NJIVE

Ruralne sredine, udaljena poljoprivredna dobra, često su van domašaja izvora napajanja energijom i nedostupna su za različite vidove tehnologija. U tom smislu, zbog svojih karakteristika velikog dometa i uređaja sa autonomijom baterije i do 10 godina, LoRaWAN se nameće kao idealno rešenje za različite potrebe digitalizovanja poljoprivrede. Ovim se rukovodio i Telekom Srbija i predstavio

univerzalno rešenje za različite poljoprivredne kategorije u cilju stvaranja „pametnih njiva“.
U saradnji sa partnerskom firmom BitGear razvijeno je rešenje koje poljoprivrednicima omogućava monitoring poljoprivrednih poseda i useva, praćenje parametara u realnom vremenu, planiranje radova i reakcija kao i neverovatne uštede u resursima. Sve ovo, kao krajnji rezultat ima povećanje prinosa i poboljšanje kvaliteta useva.
Razvijeno rešenje odnosilo se na proizvođača jabuka i podrazumevalo je dve vrste uređaja. Sa jedne strane bilo je potrebno pratiti parametre atmosferskih uslova, dok je sa druge strane trebalo pratiti parametre samog zemljišta na kome se nalaze zasadi jabuke.
Za prikupljanje atmosferskih parametara razvijene su male meteo-stanice koje su opremljene senzorima temperature, vlažnosti vazduha i vazdušnog pritiska.

Slika 5. Meteo-stanica i senzorska sonda

Drugi uređaj razvijen je da prati parametre zemljišta i on je opremljen senzorima za detekciju temperature i vlažnosti zemljišta. Ovaj uređaj u vidu sonde, pobada se u zemlju i ima sposobnost da meri temperaturu i vlažnost zemljišta na četiri različite dubine: na 10, 20, 30 i 40 cm dubine. Ovakvo merenje na različitim dubinama izuzetno je značajno zbog praćenja ponašanja korena biljaka, a samim tim i prinosa. Nadzemni deo ovog senzorskog uređaja opremljen je senzorom jačine svetlosti tako da omogućava korisniku da prati osunčanost biljaka tokom dana ili na duže vremenske periode.
Za monitornig celokupnog sistema razvijena je aplikacija koja prikazuje sve parametre prikupljene sa senzorskih uređaja, i predstavlja ih korisniku u vidu brojčanih podataka ili grafikona.



Slika 6. Monitoring aplikacija za praćenje parametara Pametnih njiva

Na osnovu dobijenih informacija putem aplikacije, korisnik dobija višestruke ulazne podatke pa njihovom analizom i upoređivanjem može planirati svoje akcije i doneti najbolje odluke. Na ovaj način planira se efikasno navodnjavanje useva, samo onda kada je to potrebno, i omogućava se održavanje idealne vlažnosti zemljišta za različite kulture. Takođe, sprečava se prekomerno trošenje vode, čime se ostvaruju značajne uštede. Angažovanje radne snage i mehanizacije na terenu se svodi na minimum, čime se smanjuju troškovi i upotreba različitih resursa, dok se za useve pravovremeno obezbeđuju idealni uslovi i povećava se njihov prinos kao i sam kvalitet. Pored toga, unapređena je zaštita useva, najpre tokom zimskog perioda jer se pravovremeno može reagovati u slučajevima potencijalnog mraza.

LITERATURA

[1] BitGear Wireless Design Services d.o.o., „Testiranje senzora na Cosco vozu“, April 2019.

[2] BitGear Wireless Design Services d.o.o., „Testiranje senzora na lokaciji Delta Agrar Čelarevo“, Jul 2019.

[3] https://main.vibes.bitgear.rs/overview *

[4] https://www.actility.com/thingpark-wireless-powers-50th-commercial-national-operator-network-as-telekom-srbija-begins-rollout-of-iot-network-for-serbia-supported-by-teri-engineering/

[5] https://www.actility.com/wp-content/uploads/2019/04/Customer-stories_Telekom-Srbija_05_DIGITAL.pdf

*potrebna autentifikacija

REALIZACIJA ALGORITAMA AUTONOMNOG KRETANJA BESPOSADNOG VOZILA
REALIZATION OF CONTROL ALGORITHMS FOR AUTONOMOUS UNMANNED GROUND VEHICLE

Momir Stanković, Stojadin Manojlović i Mladen Antonić
Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija

Sadržaj – ***U radu je opisano projektovanje i implementacija algoritama autonomnog kretanja besposadnog vozila koji omogućavaju automatsko ugaono pozicioniranja vozila, kretanje po zadatoj putanji i kretanje do zadate tačke u ravni. Algoritmi autonomnog kretanja su bazirani na podacima iz integrisanih inercijalnih senzora vozila i razvijeni su u programskom paketu Matlab za konkretno komercijalno dostupno besposadno vozilo, Jaguar Lite. Performanse predloženih rešenja su eksperimentalno verifikovane u realnim uslovima.***

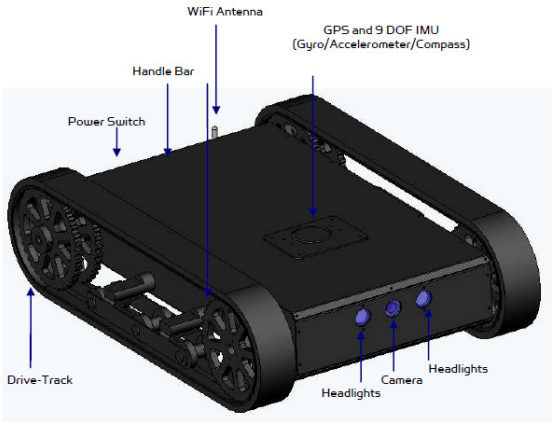
Abstract – In this paper, the design and implementation of automatic positioning, tracking reference and waypoints achieving algorithms for unmanned ground vehicle are described. The proposed autonomous systems are based on inertial sensors data. The algorithms are developed in Matlab software package for commercial unmanned ground vehicle, Jaguar Lite. The performances of proposed systems are experimentally verified through different scenarios.

1. UVOD

Savremene tendencije razvoja sistema upravljanja vozilima su usmerena na povećanje njihove autonomije. To je posebno izraženo u vojnoj industriji kod borbenih vozila, kao i kod vozila specijalne namene, koja se primenjuju u kritičnim situacijama potencijalno opasnim za ljudski život. Shodno tome, kod svih vodećih proizvođača ovakvih sistema postoji trend razvoja tehničkih rešenja u vidu besposadnih platformi sa različitim stepenom automonije i veštačke inteligencije.
Besposadna vozila, u zavisnosti od tipa integrisanih senzorskih sistema i primenjenih algoritama vođenja i navigacije, mogu posedovati različite nivoe autonomije, od početnog (nultog stepena), koji praktično podrazumeva samo daljinsko upravljanje, do najviših nivoa sa potpuno automatizovanim kretanju, donošenjem odluka i izvršavanjem zadataka [1]. Međutim, potrebno je naglasiti da trenutno komercijalno dostupna besposadna vozila, uglavnom na nekom od početnih nivoa autonomije (kretanje po zadataoj putanji, kretanje do zadate tačke), dok su razvoj sistema viših nivoa autonomije trenutno predmet naučnih istraživanja i njihova veća primena se očekuje u narednom periodu.
U ovom radu opisan je postupak projektovanja sistema algoritama za autonomno kretanje daljinski upravljanog besposadnog vozila *Jaguar Lite*, proizvođača *Dr.Robot* [2]. Istraživanje je bazirano na unapređenju postojećih algoritama kretanja vozila, kako bi se povećao stepen autonomije sistema. Na osnovu podataka inercijalnih senzora na vozilu, razvijeni su algoritmi za autonomno pozicioniranje i kretanje po programiranoj putanji.
Rad je koncipirana tako da su kakarteristike razmatranog besposadnog vozila *Jaguar Lite* date u poglavlju 2. U poglavlju 3 su opisani razvijeni algoritmi autonomnog kretanja, dok je eksperimentalna verifikacija predloženih rešenja opisana u poglavlju 4. Zaključi istraživanja su sumirani u poslednjem poglavlju.

2. KARAKTERISTIKE BESPOSADNOG DALJINSKI UPRAVLJANOG VOZILA *JAGUAR LITE*

Besposadno vozilo *Jaguar Lite*, prikazano na slici 1, predstavlja daljinski upravljiv sistem sa baterijskim napajanjem. Osnovne tehničke karakteristike vozila su date u Tabeli 1 [2].



Slika 1. Besposadno vozilo *Jaguar Lite*

Tabela 1-Tehničke karakteristike vozila *Jaguar Lite*

Dimenzije (širina/dužine/visina)	470/640/176 mm
Maksimalna brzina	8.5 km/h
Maksimalni ugao penjanja	45°
Maksimalna nosivost tereta	13 kg
Komunikacija	WiFi 802.11G
Rezolucija kamere	640x480,30 fps
Integrisani senzori	GPS, Inercijalni 9DOF
Baterijsko napajanje	LiPo 22V, 10A
Autonomija rada	3 h

Vozilo je guseničnog tipa sa pogonskim točkovima koje pokreću dva elektromotora jednosmerene struje. Upravljanje kretanjem vozila se realizije daljinskim putem (preko integrisane Wi-Fi komunikacije)

zadavanjem odgovarajuće komande motoru leve i desne gusenice, što se praktično svodi na zadavanje napona levog i desnog motora. Komunikacijskim protokolom je definisanio da se motorima zadaju komande u vidu vrednosti iz opsega $[-999 \div 999]$ koje definišu smer i brzinu rotacije pogonskih točkova. Tako, na primer, ako pošaljemo komandu "999" na oba motora istovremeno, vozilo će se kretati maksimalnom brzinom napred, dok bi se komandama "000" i "999", za levi i desni motor, respektivno, leva gusenica zaustavlja a desne okreće maksimalnom snagom, pa se vozilo rotira u mestu u levu stranu. Veća brzina rotacije vozila u mestu se postiže slanjem maksimlne vrednosti napona na motore, ali suprotnog znaka.

Vozilo je opremljeno sistemom senzora koji obuhvataju GPS senzor, optoelektronsku kameru i inercijalni 9 DOF (*degree-of-freedom*) senzor, koji kao izlaze daje ugaonu brzinu, linerano ubrzanje i magnetne uglove oko sve tri ose vozila [3]. Na osnovu sirovih podataka 9 DOF senzora proračunava se trenutna relativna ugaona orijentacija vozila u ravni, u daljem tekstu označena sa YAW_c.

Slanje upravljačkih komandi, kao i pristup svim podacima senzorkih sistema je omogućeno preko odgovarajućih IP adresa pomoću personalnog računara i različitih softverskih paketa kao što su OpenCV, LabView, MATLAB, itd. Shodno tome, ovakav sistem je pogodan za sintezu i analizu različitih algoritama autonomnog kretanja, što će biti opisano u nastavku.

3. PROJEKTOVANJE SISTEMA AUTONOMNOG KRETANJA

U ovom poglavlju opisano je projektovanje sistema autonomnog kretanja besposadnog vozila *Jaguar Lite*. Sistem je realizovan u programskom pakteu MATLAB, preko koga je ostvarena wi-fi komunikacija preko odgovarajuće IP adrese upravljačkog kanala vozila. Opisi primenjenih algoritama automatskog ugaonog pozicioniranja, estimacije pozicije u ravni i kretanja u ravni do zadate tačke opisani su u nastavku.

3.1 Projektovanje sistema automatskog ugaonog pozicioniranja vozila

U cilju realizacije algoritma autonomnog kretanja primenjen je princip negativne povratne sprege. Definisano je da se vrednosti napona (komandi) motora leve i desne gusenice proračunavaju na osnovu jednačina:

$$\begin{aligned} v_l &= V_L - k_p e_c \\ v_r &= V_R + k_p e_c \end{aligned} \tag{1}$$

gde su V_L i V_R zadane konstante, $e_c = YAW_r - YAW_c$ predstavlja razliku (grešku) između zadane (referentne) i trenutne ugaone pozicije, dok k_p parametar kojim se podešava brzina odziva sistema [4]. Na ovaj način je omogućeno autonomno ugaono pozicioniranje vozila u skladu sa zadanom referentnom ugaonom orijentacijom, koja može biti konstantna ili promenljiva. Naime, ako je $V_L = V_R = V_c$ vozilo će se uvek orijentisati tako da minimizuje grešku e_c (ako je $e_c > 0$ napon motora desne gusenice je veći pa dolazi do zaokretanja vozila tako da smanjuje grešku e_c, i obrnuto) i nakon toga će se kretati pravolinijski brziniom koja je definisana vrednošću V_c.

Kao što možemo primetiti razlika u brzinama gusenica će biti veća, što je greška e_c veća i što je vrednost parametra k_p veća. Međutim, imajući u vidu da vrednosti komandi motora moraju biti u opsegu $[-999 \div 999]$, projektovanjem je ograničeno da maksimalne vrednosti ne prelaze zadate granice.

3.2. Estimacija pozicije vozila u ravni i autonomno kretanje u ravni

Estimacija položaja vozila sa zakonom upravljanja (1), realizovana je na osnovu podataka o trenutnoj grešci ugaone orijentacije vozila, trenutnoj ugaonoj orijentaciji vozila YAW_c i zadane konstante $V_L = V_R = V_c$. Koordinate vozila u ravni ($x_c(k)$, $y_c(k)$), proračunavane su primenom algoritma:

$$\begin{aligned} &|e_c| \le \delta, \quad \begin{aligned} x_c(k) &= x_c(k-1) + bV_c \cos(YAW_c(k))\Delta T \\ y_c(k) &= y_c(k-1) + bV_c \sin(YAW_c(k))\Delta T \end{aligned} \\ &|e_c| > \delta, \quad \begin{aligned} x_c(k) &= x_c(k-1) \\ y_c(k) &= y_c(k-1) \end{aligned} \end{aligned} \tag{2}$$

gde $x_c(k\text{-}1)$ i $y_c(k\text{-}1)$ predstavljaju koordinate vozila u prethodnom trenutku merenja.

Iz (2) možemo videti da je u slučaju male apsolutne vrednosti greške $|e_c| \le \delta$ predpostavljeno pravolinijsko kretanje vozila (pošto su naponi leve i desne gusenice približno jednaki), pa u vremenskom intervalu $\Delta T = t_k - t_{k-1}$ između dva trenutka merenja, vozilo pravi pomeraj po x i y osi koji zavisi od trenutne orijentacije vozila YAW_c i brzine vozila koja je dobijena kao proizvod bV_c, gde je b konstanta proporcionalnosti između vrednosti komande motora i linearne brzine vozila, i ona u opštem slučaju zavisi od stepena redukcije motora i pogonskog točka gusenice. Eksperimentalnim putem je dobijeno da vrednost parametra b za opisano vozilo iznosi 2,75.

U slučaju kada je greška ugaone orijentacije vozila velika ($|e_c| > \delta$), predpostavljeno je da vozilo vrši samo ugaono okretnje u mestu, pa u tom slučaju nema promene koordinata vozila u ravni. Eksperimentalnim putem je dobijeno da se vrednost parametra δ kreće u opsegu $[1^\circ \div 5^\circ]$ i da izbor zavisi od usvojene vrednosti parametra k_p kao i od vrste terena po kojoj se vozilo kreće.

Primena algoritma upravljanja (1) i algoritma estimacije položaja vozila u ravni (2), omogućavaju autonomno

kretanje vozila do zadate tačke u ravni A (x_d, y_d), tako što je u referentna ugaona orijentacija YAW_r u (1) proračunavana u svakom trenutku k kao

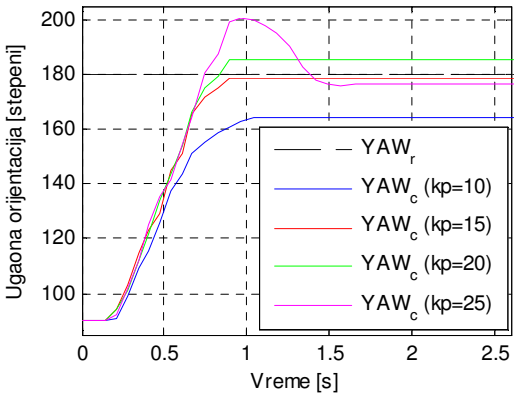
$$YAW_r(k) = \arctan\left(\frac{x_d - x_c(k)}{y_d - y_c(k)}\right) . \qquad (3)$$

sve dok greške pozicioniranja u ravni $e_x(k) = x_d - x_c(k)$ i $e_x(k) = x_d - x_c(k)$ ne budu manje od zahtevanih vrednosti, kada se vozilo zaustavlja.

4. EKSPERIMENTALNA VERIFIKACIJA

Eksperimentalna verifikacija predloženog sistema autonomnog kretanja besposadnog vozila *Jaguar Lite* je realizovana kroz tri različita scenarija, koji su objašnjeni u nastavku.

U okviru prvog scenarija analizirane su performanse automatskog ugaonog pozicioniranja vozila u mestu, tako što je vozilo postavljeno u početni položaj $YAW_{c0} = 90^\circ$ i zadavana mu je komanda da se zaokrene u mestu za 90°, odnosno referentni ugao od $YAW_r = 180^\circ$, dok je konstantni član napona oba motora podešen na nultu vrednost $V_L = V_R = 0$. Odzivi sistema za različite vrednosti parametra k_p prikazani su na slici 2.



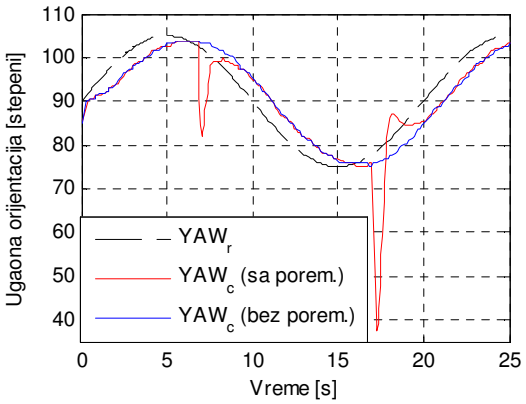
Slika 2. Karakteristike automatskog pozicinirania vozila za različite vrednosti parametra k_p

Kao što je i očekivano, sa slike 2 možemo uočiti da sa povećanjem vrednosti k_p raste brzina odziva, ali takođe i preskok sistema. Shodno tome kao kompromis između ove dve performanse u daljim analizama usvojena je vrednost $k_p = 15$ (najveća vrednost pojačanja koja ne izaziva preskok pri ugaonom pozicioniranju).

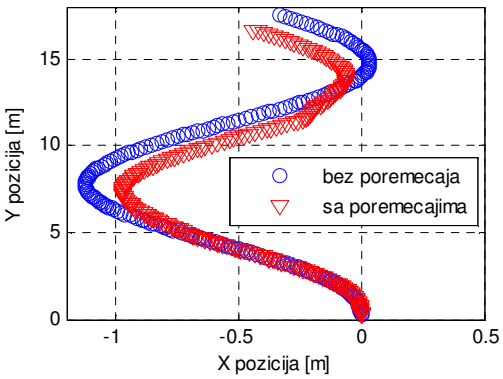
Pored toga, jasno je da u svim slučajevima postoji greška u stacionarnom stanju koja je posledica nelinearnosti tipa "mrtve zone", koja praktično onemogućuje ugaono okretanje vozila kada je greška ugaone orijentacije vozila e_c suviše mala.

U drugom scenariju razmatrano je autonomno kretanje vozila po sinusoidalnoj putanji, koja je generisana zadavanjem referentne ugaone pozicije $YAW_r = 180 + 15\sin(0.314t)^\circ$, dok su konstantni članovi napona levog i desnog motor podešeni na vrednosti $V_L = V_R = 400$ (40% maksimalnog napona).

Karakteristike praćenja zadate referentne ugaone pozicije za slučajeve sa i bez dejstva poremećaja, koji je generisan u vidu spoljašnje udarne sile koja u trenucima $t_1 = 7s$ i $t_2 = 17s$ deluje na vozilo, prikazani su na slici 3. Estimirane pozicije vozila u XY ravni, na osnovu jednačine 2, u slučajevima sa i bez poremećaja prikazane su na slici 4.



Slika 3. Karakteristike praćenja sinusoidalne referentne ugaone orijentacije vozila u slučajevima sa i bez pormećaja

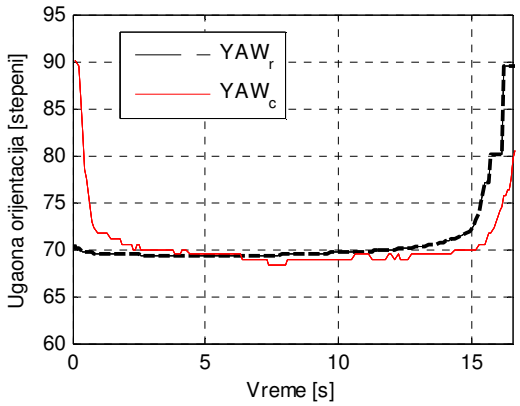


Slika 4. Estimirana pozicija vozila u slučaju sinusoidalne promene referentne ugaone orijentacije

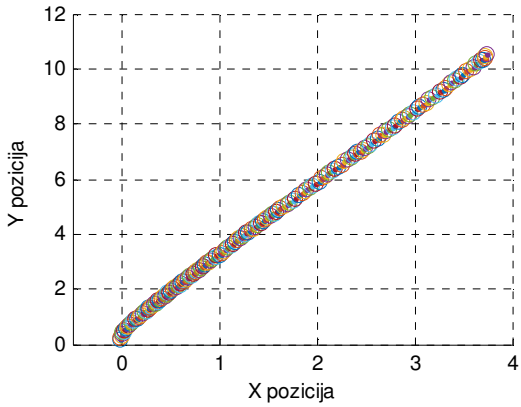
Na osnovu rezultata sa slike 3 možemo primetiti da ugaona orijentacija vozila YAW_c prati refrentnu orijentaciju YAW_r sa određenim vremenskim kašnjenjem, kao i da u slučaju dejstva poremećaja sistem relativno brzo kompenzuje nastale ugaone greške. Međutim, uticaj poremećaja je uočljiviji na slici 4 , gde se vidi razlika u putanjama u slučajevima kada na vozilo ne deluju i deluju spoljašnji poremećaji.

Treća eksperimentalna postavka se odnosila na analizu autonomnog kretanja vozila do zadate tačke u XY ravni. U toku eksperimenta pretpostavljeno je da vozilo polazi iz

koordinatnog početka ($x_{c0}=0$, $y_{c0}=0$) sa početnom ugaonom orijentacijom $YAW_{c0}=90^0$ i da treba da stigne u tačku definisanu koordinatama $x_d=3.75m$, $y_d=10.5m$, primenom algoritma (1) u kome je referentna ugaona orjentacija definisana sa (3). Promena refrentne i ugaone orijentacije vozila tokom kretanja dati su na slici 5, dok je estimirano kretanje vozila u XY ravni prikazano na slici 6.



Slika 5. Karakteristike praćenja referentne ugaone orijentacija vozila u slučaju autonomnog kretanja do zadate tačke u XY ravni



Slika 6. Estimirana pozicija vozila u slučaju autonomnog kretanja do zadate tačke u XY ravni (u metrima)

Sa slike 5 vidimo da referentna ugaona orijentacija nema značajne promene tokom većeg dela putanje, a da pri kraju kretanja, kada se vozilo približava željenim koordinatama, menja svoju vrednost. Shodno tome, i ugaona orijentacija vozila, nakon minimizacije početne ugaone greške, je približno konstantna , što pokazuje i slika 6, gde vidimo da se vozilo kreće do željene tačke praktično pravolinijski.

Ovde je potrebno napomenuti da je u sklopu eksperimenta izvršeno i neposredno merenje pozicije vozila u odnosu na početnu tačku kretanja. Dobijeni rezultati su pokazali da su odstupanja X i Y pozicije u odnosu na estimiranu poziciju bili manji od 0.15m (oko 1,5%), što su zadovoljavajući rezultati imajući u vidu eventualnu praktičnu primenu sistema.

5. ZAKLJUČAK

U radu je pokazano da se primenom inercijalnih senzora i relativno jednostavnih algoritama mogu realizovati osnovni nivoi autonomnog kretanja vozila. Eksperimentalna validacija predloženih sistema je realizovana kroz tri različita scenarija pozicioniranja i autonomnog kretanja vozila. Buduća istraživanja će se odnositi na projektovanje i realizaciju algoritama koji bi uzimali u obzir i podatke iz optoelektronskih senzora čime se mogu realizovati viši nivoi autonomije kretanja vozila.

LITERATURA

[1] Nonami, K., Kartidjo, M., Yoon, K. and Budiyono, A., 2013. Autonomus Control Systems and Vehicles, Intelligent Unmanned Systems. Springer Japan.

[2] www.drrobot.com

[3] Titterton, D., Weston, L. And Weston, J., 2004. Strapdown inertial navigation technology, Vol.17.IET

[4] Bucz, Š. and Kozáková, A., 2012. PID controller design for specified performance. *Introduction to PID Controllers: Theory, Tuning and application to frontier areas*.13

DIGITALNA TRANSFORMACIJA POSLOVNIH MODELA

DIGITAL TRANSFORMATION OF BUSINESS MODELS

Bogdan Ubiparipović [1], Predrag Matković [1], Mirjana Marić [1], Pere Tumbas[1]

Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski Fakultet u Subotici[1]

Sadržaj – *U poslednjoj deceniji dolazi do intenzivnog razvoja digitalnih tehnologija, što je uticalo na to da poslovna infrastruktura većine organizacija postane digitalna. Primena novih digitalnih tehnologija - SMACIT (Social, Mobile, Analytics, Cloud and Internet of Things [IoT]) fundamentalno je uticala na transformaciju poslovnih strategija organizacija, poslovnih procesa, proizvoda i usluga, načina povezivanja i komunikacije sa okruženjem pa konačno i čitavih poslovnih modela organizacija. Novi poslovni modeli koji nastaju na bazi pomenutih tehnologija imaju veliki uticaj na transformaciju organizacija kao i nekih industrija u celini.*

Digitalna transformacija poslovnih modela je područje nedovoljno istraženo, te ne postoji čak ni jedinstvena definicija samog pojma niti opšte prihvaćeni pristupi i okviri za uspešnu realizaciju digitalne transformacije poslovnih modela. U skladu sa prethodnim proizašao je i motiv autora za pisanjem rada na ovu temu. Autori su teorijskim pregledom literature nastojali da sistematizuju postojeća istraživanja ovog fenomena.

Abstract - *During the last decade, we witnessed an intensive development of digital technologies that caused the business infrastructure of most organisations to become digital. Application of new digital technologies – SMACIT (Social, Mobile, Analytics, Cloud, and Internet of Things [IoT]) fundamentally impacted the transformation of organisations' business strategies, business processes, products and services, means of networking and communication with the environment, and consequently, their entire business models. New business models based on mentioned technologies have a significant influence on the transformation of organisations, and even entire industries.*

The fact that to this day there is no definite, generally accepted definition of digital transformation of business models nor well-defined guidelines and frameworks for its successful realization, indicates that this area is still unexplored, with a vast potential for further research. This is the motivation for our paper, in which we intended to systematise the existing research on this phenomenon through a theoretical literature review.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Stručna literatura beleži multiplikaciju različitih percepcija pojma digitalne transformacije. Ideja digitalne transformacije obuhvata transformacione efekte novih SMACIT (Social, Mobile, Analytics, Cloud and Internet of Things [IoT]) tehnologija. Eksploatacija i integracija digitalnih tehnologija utiče na velike delove organizacije izlazeći čak i van standardnog okvira organizacije, utičući na proizvode, kanale prodaje i lanac snabdevanja. Potencijalne koristi od digitalizacije su višestruke uključujući: povećanje prodaje, unapređenje produktivnosti, podsticanje inovativnosti u kreiranju vrednosti i stvaranju novih formi interakcije sa klijentima. Kao rezultat svega toga, celokupni poslovni modeli mogu biti preoblikovani ili zamenjeni [1].

Šira definicija opisuje digitalnu transformaciju (nadalje DT) kao upotrebu tehnologije u cilju radikalnog poboljšanja performansi ili dostignuća organizacije. U pitanju je, dakle, kontinuirana promena koju organizacije pokreću kako bi izbegle negativne efekte digitalnog poremećaja, eksploatisale prednosti od same transformacije i ekstrahovale što više vrednosti iz digitalnih tehnologija i poslovnih modela [2].

Uopšteno govoreći, naučna zajednica se slaže da je DT povezana sa temeljnim pomakom u postizanju superiornih performansi organizacije i da uzima u obzir unutrašnju, spoljašnju i holističku dimenziju organizacije. Detaljnija percepcija gleda na digitalnu transformaciju kao na korišćenje digitalnih tehnologija kako bi se uticalo na pomenute tri organizacijske dimenzije: *Eksternu,* sa naglaskom na digitalno poboljšanje klijentskog iskustva kroz sve faze njegovog životnog ciklusa; *Internu*, utičući na poslovne procese, donošenje odluka i organizacionu strukturu; *Holističku*, gde su obuhvaćeni svi poslovni segmenti i funkcije, što često dovodi do potpuno novih poslovnih modela [3].

Digitalna poslovna transformacija može poprimiti mnoge oblike, pa u skladu sa tim organizacije trebaju odrediti sopstvene prioritete. Drugim rečima, organizacije moraju doneti jasnu odluku šta je potrebno transformisati. Autor Wade je definisao tzv. alat ''klavir digitalizacije'' koji služi kao pomoć organizacijama u ovom procesu odlučivanja. Klavir digitalizacije definiše sedam različitih kategorija, od kojih se svaka može digitalno transformisati. Te kategorije su: *poslovni model* (kako organizacija zarađuje), *organizaciona struktura, ljudi, procesi, IT kapaciteti* (kako se upravljanje informacijama), *ponuda* (koje proizvode i usluge

organizacija nudi) i *model angažmana* (kako se organizacija bavi svojim klijentima i drugim akterima) [4].

Navedene kategorije čine najvažnije elemente organizacionog lanca vrednosti koji se odnose na digitalnu transformaciju. Za svaki od navedenih elemenata organizacionog lanca vrednosti nužno je utvrditi jaz između aktuelnog stanja i željenog nivoa pa u skladu sa tim proceniti koliki je obim transformacije neophodan i da li se on može realizovati inkrementalnim putem ili se podrazumevaju radikalne promene. Na taj način organizacija utvrđuje sadržinu DT, odnosno područje prostiranja DT u organizaciji.

Digitalna transformacija može da utiče na redizajn poslovnih procesa, redizajn poslovne mreže, redizajn prostiranja poslovanja, transformaciju iskustava kupaca ili transformaciju poslovnog modela. Transformacija poslovnog modela najteže je područje za transformaciju jer uključuje dodatne slojeve složenosti i širok raspon uticaja premda se dotiče svih elemenata unutar organizacionog lanca stvaranja vrednosti [3].

Poslovni model je osnovna logika organizacije koja opisuje koristi koje se pružaju klijentima i partnerima. Poslovni model odgovara na pitanje kako se ostvarene koristi vraćaju u organizaciju u obliku prihoda. Stvorena vrednost omogućuje diferencijaciju od konkurencije, konsolidaciju odnosa sa klijentima i postizanje konkurentske prednosti [5].

Poslovni model uključuje sledeće dimenzije i elemente, koje organizacije trebaju kombinovati na način da jedni druge pojačavaju, čime se omogućava postizanje rasta i otežava imitacija od strane konkurenata [5]:

- Dimenzija *klijenta* sadrži segmente klijenata, kanale i odnose sa klijentima.
- Dimenzija *koristi* uključuje proizvode, usluge i vrednosti.
- Dimenzija *dodatne vrednosti* uključuje resurse, veštine i procese.
- *Partnerska* dimenzija uključuje partnere, partnerske kanale i partnerske odnose.
- *Finansijska* dimenzija uključuje prihode i rashode.

Uopšteno, poslovni model je apstraktna reprezentacija poslovanja organizacije i načina na koji ona radi. Model objedinjuje više komponenti poslovanja i stavlja ih u celinu definisanjem logičkog odnosa između organizacije i klijenta u cilju stvaranja i isporuke vrednosti za klijenta, a time i profita od poslovanja [6].

Autor Kotarba konstatuje da je definicija poslovnog modela podložna tipičnim akademskim debatama koje se kreću od jednostavnih izjava da je to plan za generisanje profita ili sistem ključnih poslovnih dimenzija, preko definicija koje poslovni model definišu kao plan za uspešno poslovanje organizacije, koji se realizuje pravilnim identifikovanjem izvora prihoda, baze klijenata, proizvoda i detalja finansiranja, do filozofskih definicija koje govore da poslovni model predstavlja odgovor na dva najvažnija pitanja: ko je klijent i koju vrednost stvaramo za klijenta [7].

U opštem smislu i DT poslovnih modela može se definisati kao modifikacija (ili prilagođavanje) poslovnih modela, koja proizlazi iz dinamičnog tempa tehnološkog napretka i inovacija koje podstiču promene u potrošačkom i socijalnom ponašanju [7]. DT poslovnih modela igra ključnu ulogu jer se individualni elementi poslovnih modela mogu digitalno transformisati. O DT se raspravljalo mnogo godina, ali još uvek ne postoji jedinstvena definicija DT poslovnih modela. Takođe, vrlo malo istraživanja bilo je fokusirano na utemeljenje pristupa kako efikasno digitalno transformisati poslovne modele, koje faze i instrumente treba uzeti u obzir. Na osnovu prethodno opisanog predmeta istraživanja, autori ovog rada definisali su i sledeće istraživačko pitanje:

IP1: Koji pristupi, okviri i alati za digitalnu transformaciju poslovnih modela postoje u referentnoj literaturi?

2. ALAT BUSINESS MODEL CANVAS KAO PODRŠKA U TRANSFORMACIJI POSLOVNIH MODELA

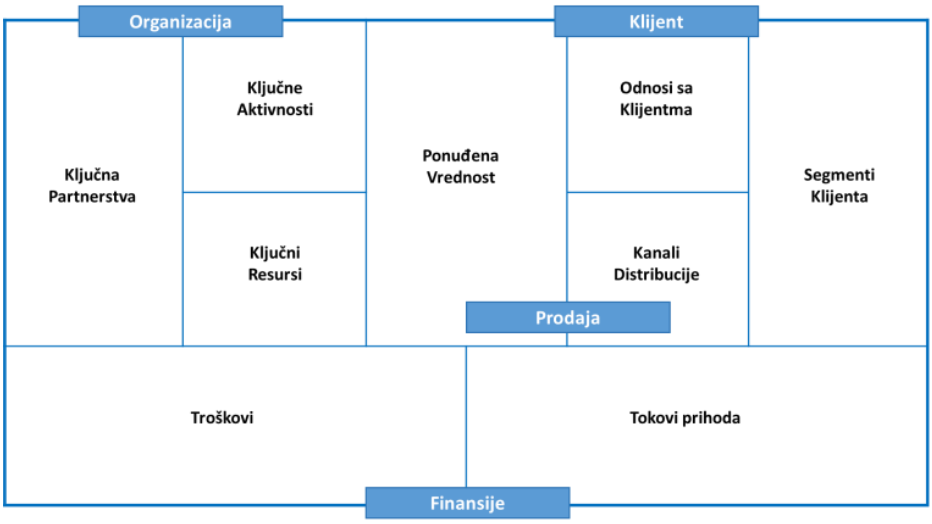
Da bi otpočeli novi biznis ili inovirali postojeći, potrebno je, kao prvi korak da organizacije razumeju sopstveni poslovni model, projektuju njegove promene, stvore uslove za njegovu primenu, praćenje razultata, ocenu celine i pojedinih njegovih elemenata/komponenti. Drugim rečima, poslovnim modelom se obrazlaže kako organizacije stvaraju, isporučuju i prisvajaju vrednost.

Izazov sa kojim se kompanije u praksi susreću pri analizi i redizajnu poslovnog modela, jeste pronalaženje načina za njegovo jasno i jednostavno predstavljanje, a da se pri tome ne izgubi uvid u kompleksnost funkcionisanja kompanije.

Najčešće korišćen alat za obavljanje svih navedenih aktivnosti, jeste Business Model Canvas (nadalje BMC) - koji je razvio Alexander Osterwalder [8]. Ovaj alat omogućava određivanje ključnih komponenti poslovnog modela, ali i prikaz njihovih međusobnih veza (slika 1).

BMC okvir, poslovni model organizacije opisuje pomoću sledećih devet elemenata:

- kupci,
- ponuđena vrednost,
- ključne aktivnosti,
- ključni resursi,
- ključna partnerstva,
- kanali distribucije,
- odnosi sa kupcima,
- tokovi prihodi,
- struktura troškova.



Slika 1. Elementi Business Model Canvas-a
Izvor: [8]

Kotarba je opšti BMC okvir adaptirao u nekoliko koraka, tako da ima nešto drugačiji izgled i sadržaj, a koristi se za DT poslovnog modela organizacije. Strukture prihoda i troškova konsolidovane su u jednu kategoriju *Finansija i Ekonomije*. Područje segmenta kupaca preimenovano je u ‘’klijent i segment klijenta’’da bi se naglasilo da je klijent širi pojam od samog segmentiranja. Naziv ponuđene vrednosti proširen je sa "prednostima" kako bi odražavao konkurentski aspekt svake organizacije. Ključne aktivnosti preformulisane su u „aktivnosti i korištenje energije“, kako bi se razmišljalo o potrošnji organizacione energije i tokom praznog hoda [7].

U drugom koraku BMC okvir je popunjen elementima koji odražavaju ontologiju svakog bloka poslovnog modela. Ti ontološki elementi su kombinovani u tri grupe [7]:

1. Klasična mainstream ontologija - široko prisutan u poslovnim modelima organizacija pre 1980-ih
2. Talas 1 (1980–2000) ontologija - Promene koje su podstaknute uglavnom razvojem Interneta, korištenjem personalnih, grafičkih korisničkih interfejsa, mobilne telefonije i GPS-a
3. Talas 2 (posle 2000-te) ontologija - Razdoblje daljeg dinamičnog rasta korištenja Interneta ubrzano mobilnošću podataka, razvojem kapaciteta za skladištenje i obradu podataka te široko rasprostranjenim tehnološkim inovacijama u hardveru i softveru

Ontološki elementi u Talasu 1 i 2 su prikazani u obliku blokova koji proširuju morfologiju potencijalnih poslovnih modela.

Konačan rezultat navedenih koraka predstavljen je u obliku BMC-a pod nazivom: Digitalna transformacija morfologije poslovnog modela.

U daljem tekstu se navodi svaki od domena BMC, ali samo onih delova koji su karakteristični za digitalnu eru [7]:

Klijent/klijent segment: Domen klijenta je odabran kao polazna tačka za raspravu o poslovnom modelu u skladu sa široko prihvaćenom paradigmom klijent orjentisanog pristupa savremenih organizacija. Domen prvenstveno pokriva aspekte segmentacije, kao i odnose između segmenata, stvarajući različite konfiguracije međusobnih interakcija u standardnoj proizvodnji i uslugama, kao i transakcijama. Unutar domena klijenta mogu se dati sledeći ključni uvidi:

1. Dublja segmentacija klijenata: mikro, bihevioralne i dinamičke segmentacije, temeljene na širem pristupu i korištenju podataka o objektima i njihovim odnosima, uključujući širok spektar izvora kao što su Big Data, međuindustrijske baze podataka, javni podaci ili digitalne arhive.
2. Pojava novih segmenata, kao što su digitalni ’’starosedeoci’’: klijenti koji nisu iskusili većinu nedavnih tehnoloških promena, ali trenutnu stvarnost tretiraju kao jedinu pravu paradigmu ili prirodni poredak stvari. Sa druge strane spektra se posmatra segment “digitalno isključenih” ljudi koji nemaju digitalno znanje / veštine ili pristup tehnologiji.
3. Pojava i rast novih društvenih profila, kao što su „game-ri“, „blog-eri“, „youtube-ri“, "frilenseri" i njihova sposobnost da utiču na odluke i ponašanja drugih. Ovi profili narušavaju popularnost paradigmi temeljenih na tradicionalnim medijima (kao što je klasična televizija ili filmska industrija) okupiranjem pažnje potrošača samo na digitalnim medijima.
4. Dinamične grupe (npr. klijenti trgovine u datom momentu ili učesnici konferencija ili javnih događaja) sa njihovim uobičajenim, ali nestalnim interesima ili emocijama koje se mogu ili trebaju trenutno istražiti i servisirati.

Odnosi sa klijentima: Domen odnosa sa klijentima opisuje prirodu interakcija koje organizacije mogu imati sa svojim klijentima. Odnosi se opisuju sa nekoliko parametara, na primer: intimnost (anonimno do lično), trajanja (jedno vreme do celoživotno), raspon/doseg (mreže, grupe), priroda odnosa (financijski, emocionalni,

poverenje), nivo propisa (usklađenost). Na odnose sa klijentima utiču uglavnom brzi rast i brzina povezivanja u okviru ljudskih i organizacionih mreža. Ključni uvidi obuhvataju sledeće:

1. Pojava upravljanja digitalnim identitetom kao posebnim poljem, smatrana ključem za omogućavanje naprednih digitalnih poslovnih modela.
2. Društveni mediji postaju obavezni element sa kojim se organizacija treba baviti.
3. Uvođenje dijaloga sa kupcima kao nove discipline za upravljanje odnosima sa klijentima.
4. Vršnjačko poverenje postaje vidljiva alternativa tradicionalno pouzdanim institucijama (npr. bankama ili uglednim robnim markama). Kapital socijalnog poverenja kreće se prema centrima mišljenja koji se temelje na masi.

Ponuđena vrednost/prednosti: Cilj domena ponuđene vrednosti i konkurentske prednosti je da opiše osnovne elemente koji određuju glavnu svrhu za klijente i odnose sa klijentima i šta razlikuje određenu organizaciju od konkurencije. Jedan od ključnih razvojnih ciljeva odnosi se na multiservisne platforme stvorene kako bi privukle ne samo direktne klijente, već i druge davaoce usluga.

Kako bi se postigao taj učinak, platforma mora osigurati razvojno okruženje ili skup otvorenih aplikativnih programskih interfejsa (API) koji omogućavaju udaljene transakcije. Te treće strane mogu unaprediti ekosistem razvijanjem specijalizovanih i inovativnih rešenja koja ne bi podsticao osnivač platforme. Izrada platforme odvija se paralelno sa pojavom mikroservisa koji pružaju uski opseg specijalizovanih funkcija i mogu se ponuditi kao sastavni blokovi većih radnih tokova, bez obzira na broj ili vrstu njihovih krajnjih operatera. U procesu razvoja platforme i mikroservisa, kao i u drugim promenama ponuđene vrednosti, važno je povećati spretnost i agilnost organizacije, naročito primenom agilnih alata i metoda.

Resursi: Domen resursa opisuje ključne izvore i resurse koje koristi poslovni model. Bogatstvo novih digitalnih resursa sugeriše da organizacije moraju biti sve više svesne promena koje donose u postojeći lanac vrednosti. Tradicionalni proizvodi i usluge (npr. fizička knjiga ili financijski saveti) nastaviće migraciju prema njihovim digitalnim ekvivalentima, često superiornim po brojnim elementima (npr. korisničko iskustvo, dostupnost, otpornost, fleksibilnost ili jedinični trošak).

Nadalje, novi digitalni resursi će se i dalje pojavljivati, ili narušavati ili stvarati izvore vrednosti. To će uglavnom biti podstaknuto brzim razvojem novih izvora podataka prikupljenih u realnom vremenu i dostupnost veštačke inteligencije koja koristi te podatke u procesima donošenja odluka.

Kanali i iskustvo klijenata: Kanali u poslovnom modelu reflektuju načine komuniciranja i razmene vrednosti (proizvoda i usluga) sa klijentima. Ovaj domen je od strane autora proširen sa iskustvom klijenta, koji postaje ključna dimenzija merenja unapređenja kanala i njihove iskoristivosti. Domen kanala karakterišu disruptivne promene koje otvaraju mnoge nove mogućnosti za izgradnju interakcija i odnosa sa klijentima. Paradigma kanala prebacuje se sa prethodnog fokusiranja na logističku distribuciju i jednostavnu komunikaciju u arhitekturu za dijalog sa klijentima, gde se prodajni proces aktivira u vrlo ranim fazama interesovanja klijenta za određeni proizvod ili uslugu i nastavlja ostvarujući neprekidno pozitivno iskustvo klijenta, kao seme daljeg rasta prodaje. To postaje posebno relevantno za tradicionalne organizacije orjentisane prema klasičnoj teoriji ponude i potražnje.

Partnerstva, ekosistemi, deljenje: Partnersko područje opisuje sporazume o saradnji između različitih aktera na tržištu. Izvorna BMC taksonomija je proširena sa konceptom ekosistema (skupovi međusobno povezanih organizacija koje obično dele određene transakcione i komunikacione platforme). Iako su i do sada postojali razni oblici partnerstava, digitalna transformacija omogućuje stvaranje novih vrsta partnerstava omogućenih upotrebom naprednih tehnologija. Instant povezivanje i pristup svim rastućim izvorima podataka otvara nove cross-sell ili cross-service prilike. Sa druge strane, forme saradnje i mehanizmi za rešavanje sporova postaju sve složeniji i izazovniji sa pravnog i regulatornog stanovišta (npr. zbog raspodele odgovornosti).

Jedan od ključnih trendova prepoznat u ovom domenu je stvaranje izvornih ekosistema gde novi, digitalno omogućeni proizvodi ili usluge podstiču potražnju putem netradicionalnih metoda. Dobar primer potpuno novih ekosistema su kriptovalute (npr. bitcoin ili ethereum) koji su privukli ogromnu, globalnu pažnju ulagača, uprkos tome što se u velikoj meri ne razumeju. Drugi ključni trend povezan je sa jačanjem različitih oblika deljenja (npr., "udeo u vožnji", "dostava paketa od strane putnika") i atomatizacijom korištenja proizvoda (npr. najam automobila "po minuti"). U oba slučaja svrha je minimizirati trošak za svakog pojedinačnog potrošača (uklanjanje fiksnih troškova, dobijanje prihoda od resursa koji već nosi fiksni trošak).

Aktivnosti / Potrošnja energije: Domen aktivnosti sadrži opis osnovnih aktivnosti koje obavljaju resursi unutar poslovnog modela. U domenu aktivnosti dva su primarna trenda. Prvo, evolucija tradicionalno uspostavljenih aktivnosti ka njihovoj digitalnoj i naprednijoj formi (npr. automatizacija marketinga ili računarstvo u oblaku). Drugi trend obuhvata inovativna rešenja koja dovode u pitanje trenutne paradigme (npr. sigurnost transakcija garantovana je javnom distribuiranom glavnom knjigom, a ne osnovnim sistemima velikih “pouzdanih” institucija).

***Finansije / ekonomija*:** Područje finansija i ekonomije obuhvata aspekte uspešnosti poslovnog modela, izražene uglavnom u finansijskom smislu te u obliku pokazatelja uspešnosti i sistema mera. Područje finansija i ekonomije pokazuje snažne trendove u području generisanja prihoda. U prvom talasu industrija je prvi put bila izložena poslovnim modelima koji su svoje novčane prilive gradili na izvorima koji nisu bili povezani sa njihovom

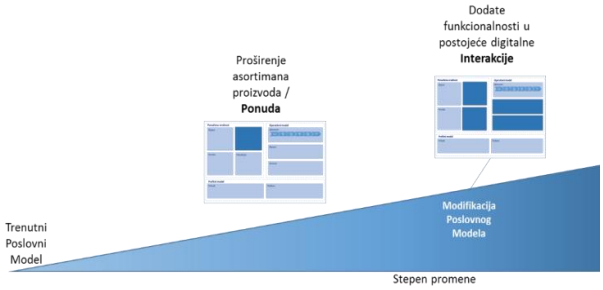
primarnom ponudom vrednosti. U drugom krugu taj se trend dalje proširuje istraživanjem ekonomije obima (prikupljanje malih naknade od velikog broja korisnika ili identifikovanje zajednice koja je zainteresovana za uslugu do te mere da obezbedi finansiranje iste). Drugi vrlo važan fenomen je rast koncepata koji napuštaju klasično vlasništvo i podstiču korišćenje usluge / proizvoda samo na određeno vreme ili aplikaciju koja je potrebna klijentu.

3. OKVIRI ZA TRANSFORMACIJU POSLOVNIH MODELA

Analizirajući postojeću literaturu autori ovog rada identifikovali su postojanje okvira za DT-a poslovnih modela. Okvir je prikazan na slici 2, a definisali su ga Schallmo i Williams, 2017. godine proučavajući praktične primere iz prakse. Slika 2 predstavlja mapu puta za DT poslovnih modela koja uključuje različite faze i aktivnosti. U daljem tekstu ukratko će biti objašnjene faze mape puta [5]:

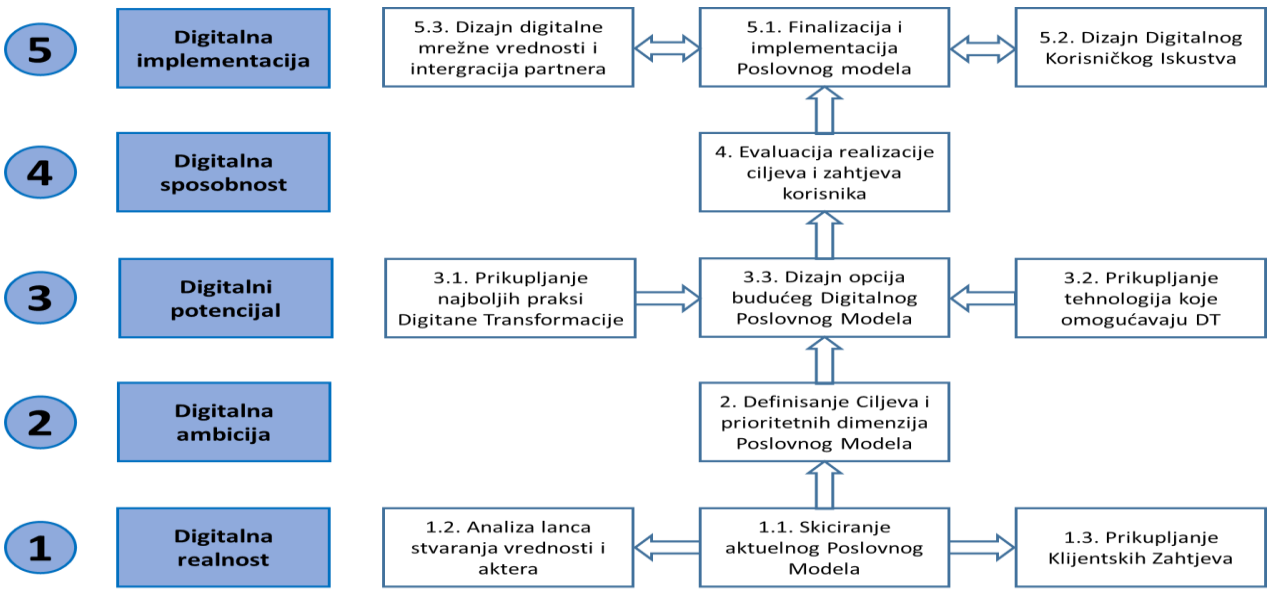
1) Digitalna realnost: U ovoj fazi, postojeći poslovni model je skiciran na osnovu analize lanca stvaranja vrednosti vezane za sve zainteresovane aktere i istraživanja zahteva klijenata. To omogućava razumevanje digitalne realnosti organizacije u različitim područjima.
2) Digitalna ambicija: Na temelju digitalne realnosti definišu se ciljevi DT. Ti ciljevi se odnose na vreme, finansije, opseg i kvalitet. Digitalna ambicija definiše koji ciljevi se trebaju uzeti u obzir za poslovni model i njegove elemente. U skladu sa tim vrši se i prioritizacija ciljeva i dimenzija poslovnog modela.
3) Digitalni potencijal: Unutar ove faze potencijala uspostavljaju se najbolje prakse i tehnologije koje omogućavaju DT. To služi kao polazna tačka u dizajnu budućeg digitalnog poslovnog modela. U tom kontekstu se identifikuju i logički kombinuju različite opcije za svaki element poslovnog modela.
4) Digitalna sposobnost: U ovoj fazi se razmatraju opcije za dizajniranje digitalnog poslovnog modela, koje se procjenjuju kako bi se odredila digitalna sposobnost sa postojećim poslovnim modelom. Time se osigurava ispunjavanje zahteva klijenata i postizanje poslovnih ciljeva. Procenjene kombinacije se zatim prioritizuju.
5) Digitalna implementacija: Digitalna implementacija uključuje finalizaciju i implementaciju digitalnog poslovnog modela. Digitalna implementacija takođe uključuje dizajn digitalnog korisničkog iskustva i digitalne mreže za stvaranje vrednosti koja opisuje integracije sa partnerima. Osim toga, resursi i sposobnosti takođe su identifikovani u ovoj fazi.

Slika 3 pokazuje da se promene poslovnog modela dešavaju postepeno. Kada dođe do značajnih promena u više gradivnih blokova modela, uključujući i profitne modele, novi poslovni model je verovatno inoviran. Međutim, ako postoji samo neznatna promena u gradivnim blokovima koje nisu pozitivno uticale na profitni model, rezultirajući novi model je samo modifikacija postojećeg poslovnog modela [6].



Slika 3 Od modifikacije do inovacije poslovnog modela
Izvor: [6]

Autori Sathananthan i dr. definisali su Business Model Innovation (nadalje BMI) okvir za dizajn digitalnog poslovnog modela, koji je baziran na BMC modelu. BMI okvir se satoji od tri celine unutar kojih su gradivni



Slika 2 Mapa puta digitalne transformacije
Izvor: [5]

elementi:ponuđena vrednost za klijenta (klijenti, ponuda, koristi, interakcije), operativni model (aktivnosti, resursi, partneri) i model profita (prihodi i troškovi). BMI okvir se koristiti na iterativan način. Prva faza je *analize trenutne situacije t.j opis trenutnog poslovnog modela.* Druga faza predstavlja *analizu unutrašnjih i spoljašnjih faktora*, sa fokusom na: prednosti, procenjene slabosti, prilike i pretnje (SWOT). U ovoj fazi se razmatraju digitalne tehnologije dostupne na tržištu i njihov pojedinačni uticaj. U trećoj fazi generišu se i ocenjuju ideje o tome kako i šta se može promeniti u aktuelnom poslovnom modelu. Nove ideje se kreiraju u kontekstu primene digitalnih tehnologija za obnovu odgovarajućih blokova. Potom se kreira novi poslovni model za odabranu ideju. Konačno, u *fazi evaluacije*, vrši se evaluacija podataka ekstrahovanih iz novog poslovnog modela [6].

4. ZAKLJUČAK

DT poslovnih modela podrazumeva transformaciju pojedinih elementa poslovnog modela, celokupnog poslovnog modela, lanca stvaranja dodatne vrednosti, kao i na umrežavanje različitih aktera u mreže sa dodatnom vrednošću. Stepen DT uključuje inkrementalnu (marginalnu) kao i radikalnu (temeljnu) promenu poslovnog modela. Drugim rečima transformacija modela varira u obimu, od digitalne modifikacije postosjećeg modela do stvaranja potpuno novog digitalizovanog poslovnog modela. Osnovna jedinica mere za evaluaciju poboljšanja poslovnog modela je pre svega klijent, ali DT takođe može uticati na partnere, industriju i konkurente. Transformacija postojećeg poslovnog model u novi poslovni model podrazumeva stvaranjem nove vrednosti za klijenta i pronalaženje novih načina generisanja prihoda organizacije, primenom novih digitalnih tehnologija na strateški, analitički i kreativan način.

Sprovedeno teorijsko istraživanje u radu upućuje na zaključak da u literaturi postoji malo empirijskih istraživanja vezano za upravljanje DT poslovnih modela, te će budići pravac istraživanja autora biti orijentisan na ovaj domen.

LITERATURA

[1] Matt, C., Hess, T., & Benlian, A. „Digital Transformation Strategies“, Business and Information Systems Engineering, Vol.57 No. 5, pp.339–343, 2015.

[2] Duncan, E., & Scanlan, J. "Six building blocks for creating a high-performing digital enterprise", McKinsey Digital, 2014.

[3] Ismail, M. H., Khater, M., & Zaki, M. "Digital Business Transformation and Strategy : What Do We Know So Far ?", Cambridge Service Alliance, pp. 1-36, 2017.

[4] Wade, M. "Digital business transformation - a conceptual framework", Global Center for Digital Business Transformation, pp. 1–16, 2015.

[5] Schallmo, D., & Williams, C. "Digital transformation of business models — best practice, enablers, and roadmap", International Journal of Innovation Management, Vol. 2, No. 8, pp. 1–17, 2017.

[6] Sathananthan, S., Hoetker, P., Gamrad, D., Katterbach, D., & Myrzik, J. "Realizing digital transformation through a digital business model design process", IEEE, 2017.

[7] Kotarba, M. "Digital transformation of business models", Foundations of Management, Vol. 10 No. 1, pp. 123–142, 2018.

[8] Osterwalder, A., Pigneur, Y. Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers and Challengers, Wiley and Sons, New Jersey, 2010.

TOWARDS A DIGITAL VIDEO STABILIZATION APPROACH USING OBJECTIVE IMAGE QUALITY ASSESSMENT METRICS

Abdellah Ferdjali, Omar Zelmati, Boban Bondžulić
University of Defence in Belgrade, Military Academy

Abstract *- Using two artificially disturbed video sequences, a set of objective image quality assessment metrics is utilized to perform a video stabilization. The proposed approach is evaluated based on the frame size percentage used in the motion estimation step. The time cost is also studied and the different metrics are assessed. Therefore, the effectiveness of our approach is confirmed and the best results are found using the gradient based objective metric.*

1. INTRODUCTION

Nowadays, a large volume of video sequences is generated over the world thanks to the technological advances in compact and portable cameras. These videos are recorded for several and different purposes: video surveillance, motion tracking, night vision, medical use, space observatory, scientific research, television and cinema production, entertainment and even for the simple personal uses.

However, a large majority of the recorded video scenes suffers from several problems such as the different types of unwanted effects – noise. This noise may appear due to the user of the camera during the recording phase (an amateur camera operator with an unstable hand trying to record a video scene). In some cases, the state of the camera itself can decrease its efficiency (a heated sensor can significantly reduce the quality of the recording). Furthermore, in several cases the video scene is abused by external disturbances, for example a fixed surveillance camera affected by wind.

To deal with such problem in video acquisition, recent years many researches have been carried on the elimination of undesired motion mostly affecting the quality of the recorded video sequence. This field of research is known as digital video stabilization and it aims to remove or at least to compensate unwanted camera movement during video process acquisition [1]. Video stabilization usually consists of three main stages: (i) camera motion estimation, (ii) unwanted motion removal and (iii) corrected video generation.

In literature, there are two main approaches for the proposed digital video stabilization methods [2]: methods based on local features (or combination of these features) for the motion estimation phase [2-4], and the second type of approaches uses an optimization strategy which utilizes the structural similarity index [2]. It should be noted that this second type is more intended for cases of failure correction in the global movement estimation.

In this paper, a digital video stabilization approach based on objective image quality assessment metrics is proposed and tested on two different video sequences. The two videos used like a dataset for this work are artificially disturbed in order to easily measure the efficiency of the proposed algorithm. The phase of camera motion estimation is elaborated regard to the objective metrics extracted from each two successive frames of the analyzed video scene. The comparison between these measures leads to estimate the disturbance between the frames in question. This estimation is used to generate a corrected video scene. The efficiency of each used objective metric is studied separately by comparing each generated video scene with the original one (the stable video).

The rest of paper is organized as follow: in the Section 2 the different objective metrics used in this research are described; in Section 3 the proposed approach is done in detail; in section 4, tests are presented and results are discussed. At the end, conclusion and future work are given.

2. OBJECTIVE METRICS

Objective Image Quality Assessment measures (IQA measures) are defined as the different computational models that can precisely and automatically estimate the quality of an image [5].

The image quality is literally defined in three levels: fidelity, perception, and aesthetics [6]. Fidelity refers to the accuracy of the analyzed image to conserve the information of the original image. Perception defines the image quality by constructing the visual computational model to assess image quality according to every part of human visual system (HVS) [7]. The last level is the difficult one because it requires discovering popular or common visual psychology characteristic about aesthetic. This aims to give an estimation through some important characteristics, namely: subjective contour, visual constancy, visual attention, visual fatigue, composition of a picture, color matching, depth and comfort in 3D image/video [8].

Considering the image quality based on fidelity and according to the availability of the original image, the IQA metrics are classified into three main classes [9]: full-reference (FR) image quality assessment, reduced-reference (RR) image quality assessment, and no-reference (NR) image quality assessment. In this work, the FR based IQA metrics are used. The different metrics are described below.

A. Universal Image Quality Index (UIQI)

Universal means that the quality measurement approach does not depend on the images tested, viewing conditions or individual observers. This metric is easy to calculate and is applicable to various image processing applications. This index is designed by modeling any image distortion

as a combination of three factors: loss of structure, luminance distortion, and contrast distortion [10].

B. Structural Similarity Index (SSIM)

An alternative and complementary approach has been provided by the structural similarity (SSIM) to the problem of image quality assessment. The measure of structural similarity should be a good approximation of perceived image quality since it is based on a top-down assumption that the HVS is highly adapted for extracting structural information from the scene. It has been shown that a simple implementation of this methodology can outperform state-of-the-art perceptual image quality metrics [11].

C. Gradient Magnitude Similarity Mean (GMSM)

The resulting GMSM algorithm is much faster than most advanced IQA methods and provides highly competitive prediction accuracy. The image gradients are sensitive to image distortions, while different local structures in a distorted image suffer from different degrees of degradations. GMSM algorithm explore the use of the global mean of the local quality map based on the gradient for the global prediction of the image quality [12].

D. Gradient-based Objective Measure (Q^{AB})

This concept represents an initial investigation into a gradient-based IQA algorithm. This algorithm essentially measures the conservation of structural information between the reference and degraded images. It uses a consistent allocation of perceptual information to integrate localized quality scores into a global image quality index. The quality of distorted images can be expressed by this concept either numerically (as a scalar measure) or graphically (as a two dimensional measure) [13].

E. Gradient Similarity Metric (GSM)

GSM is an IQA scheme basing on the concept of gradient similarity. It is proposed to alleviate the shortcomings of the existing relevant schemes. It has been shown that this IQA measure can be used to assess contrast and structural changes. In addition, this scheme behaves match better with the masking effect and visibility threshold [14].

3. PROPOSED APPROACH

This section exhibits our proposed IQA metrics-based video stabilization approach. Our approach attempts to address the issue of motion estimation using the IQA metrics. The main diagram representing digital video stabilization as known in literature is shown in Figure 1.

A preprocessing step is highly recommended to avoid the loss of the frame border which can take place in the phase of motion compensation. That is why, a black overflow is added to the non-stable video scene before beginning the processing. Furthermore, the phase of motion estimation is elaborated referring to the disturbance estimation between each two successive frames F_i and F_{i-1}. The estimated trajectory is constructed by calculating the movement vector V between the frames F_i and F_{i-1}. Practically, just a clip from the frame is taken into account. This clip is a window having a given percentage of the frame size.

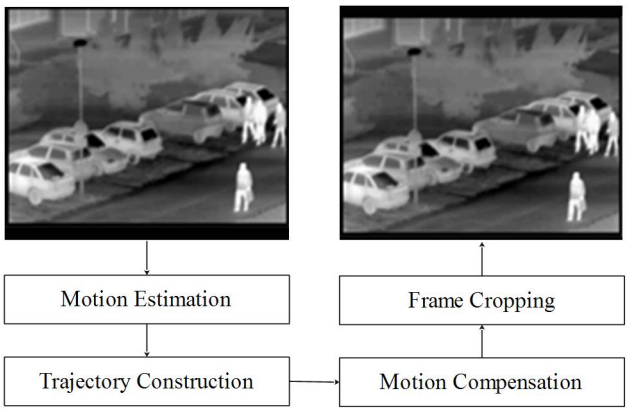
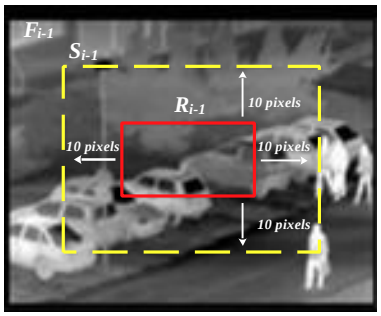
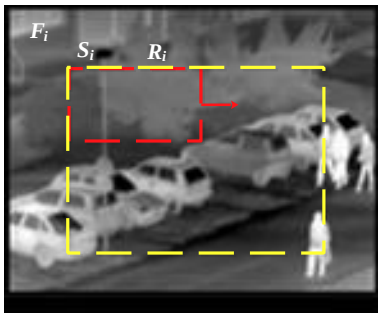


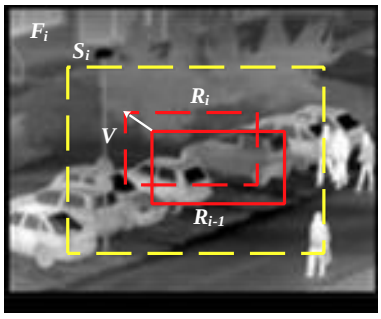
Figure 1. Main diagram for digital video stabilization



Fixing the rectangle $\boldsymbol{R_{i-1}}$ in the center of the searching region in the frame $\boldsymbol{F_{i-1}}$



Searching for $\boldsymbol{R_i}$ in the $\boldsymbol{S_i}$ region by optimizing the IQA metric between $\boldsymbol{R_{i-1}}$ and $\boldsymbol{R_i}$



Calculating the movement vector $\boldsymbol{V}$

Figure 2. Illustration of the proposed motion estimation approach using IQA metric

The window whose origin is F_{i-1} is named R_{i-1} as well as the window whose origin is F_i is named R_i. R_{i-1} is chosen so that its center overlaps with the center of F_{i-1}. It is about finding the window R_i in the searching region S_i of F_i which optimize the value of the IQA metric calculated between R_{i-1} and R_i as shown in Figure 2. The different values of the

IQA metric are saved in a matrix called similarity map. The vector V represents the displacement of the finding R_i compared to R_{i-1}. Its coordinates (V_x and V_y) are deduced from the similarity map corresponding to the optimal value as illustrated in Figure 3. It must be highlighted that R_{i-1} and R_i have the same dimensions and S_i overcomes R_i by 20 pixels in the horizontal and vertical direction.

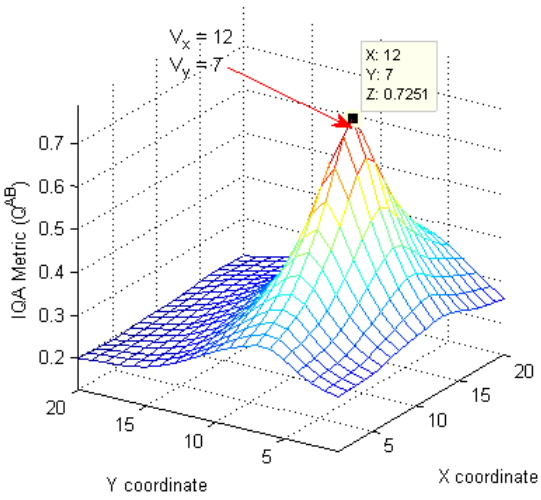


Figure 3. Similarity map illustration for Q^{AB} metric

This displacement is used in the next step in order to compensate the motion between the frames in question. Therefore, a reverse displacement vector $-V$, corrects the frame F_i giving rise to a corrected frame which belongs to new stabilized video sequence.

The already mentioned steps are repeated for each couple (F_{i-1}, F_i) until the end of the video sequence. Finally, the stabilized generated sequence is cropped in order to get the same frame size comparing to the original scene.

4. TESTS AND RESULTS

In the purpose of evaluating the proposed approach, two different video sequences are used to elaborate the different experiments. The first video IR-V is a compressed infrared video sequence illustrating a movement of people in front of a fixed infrared camera, with a duration of 10 seconds and 240 frames having a size of 576x720. The second video N-V is a normal video sequence containing a set of moving objects, whose duration is 6 seconds and the number of frames is 300 with a resolution of 480x832. In this work, the different experiments are realized on MATLAB R2015a with a 2.4 GH i5-7300HQ processor under a 64-x Windows 10 version.

Firstly, the two video sequences *IR-V* and *N-V* are shacked by adding random disturbances along the x and y-axis for each frame. The unstable generated video sequences are noted by *DIR-V* and *DN-V* respectively according to the original videos *IR-V* and *N-V*.

The different IQA metrics used in this approach are studied and their efficiency is compared regard to three different comparison metrics: correlation between original and stabilized frames, distance error (DE) (Euclidean distance between the given and estimated disturbances) and standard deviation of DE vector (STD-DE). Furthermore, the effect of the window size R is analyzed and the results are presented in the next subsection.

A. Effect of the window size R

The size of the window R is studied for each applied IQA metric and its effect is concluded by comparing the efficiency of each metric for the different size values.

For the *IR-V* stabilized video sequence, the Figures 4-8 illustrate the performance of the different IQA metrics regard to the window size R (in percentages of F_i). For the case of SSIM, GMSM and GSM (Figures 5, 6 and 8) it is clearly noticeable that with low values of R the error is remarkably much lower than in the case of a high R values. For example, in Figure 5, the DE is less than 2 pixels in cases of R=10% and R=20%, while it is much higher for R>40% (DE is about 12 pixels).

Moreover, in case of UIQI (Figure 4) and Q^{AB} (Figure 7), the DE has a lower values and it is weakly affected by the value of R. Therefore, it is concluded that UIQI and Q^{AB} are robust against disturbances while the other metrics, namely: SSIM, GMSM and GSM, are significantly sensitive to the disturbances.

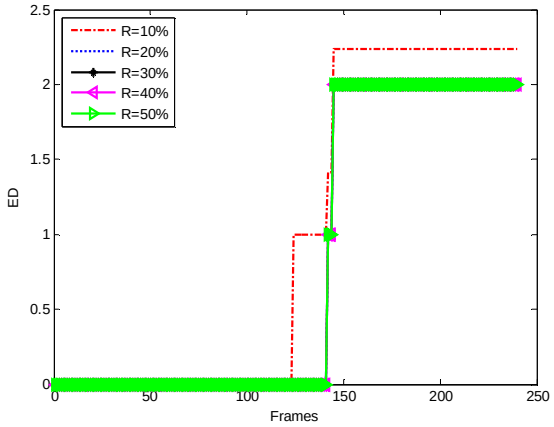


Figure 4. Effect of the R size on UIQI metric for *IR-V*

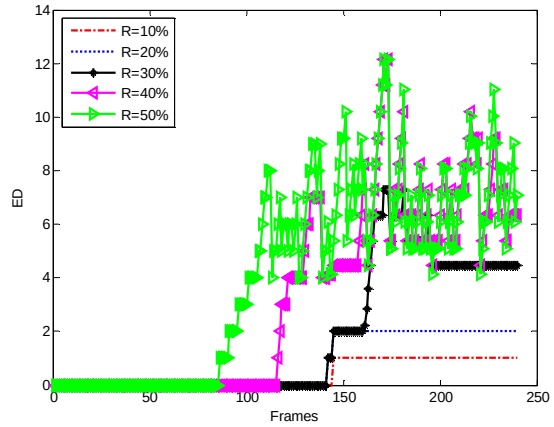


Figure 5. Effect of the R size on SSIM metric for *IR-V*

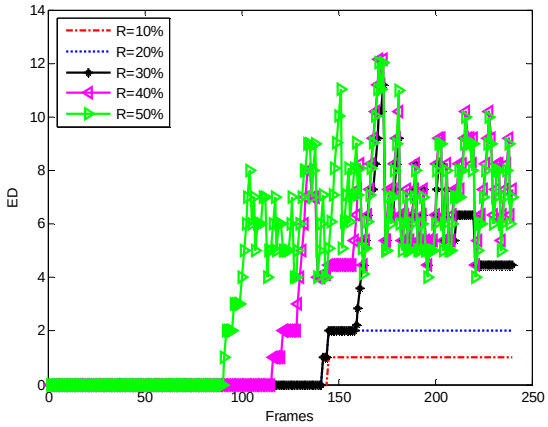


Figure 6. Effect of the *R* size on GMSM metric for *IR-V*

From the Figures 4-8, it can be noticed that DE is zero in the first half of the video, while it has non-zero values in the second half. This can be explained by the fact that in the beginning of the second half of the video there are moving objects (people) in the window R_i.

In case of the *N-V* stabilized video sequence, the DE is zero for all IQA metrics and for all *R*-values. This result can be due to the fact that the *N-V* video sequence is of a very good quality in terms of frame rate (50 frames per second) and without compression.

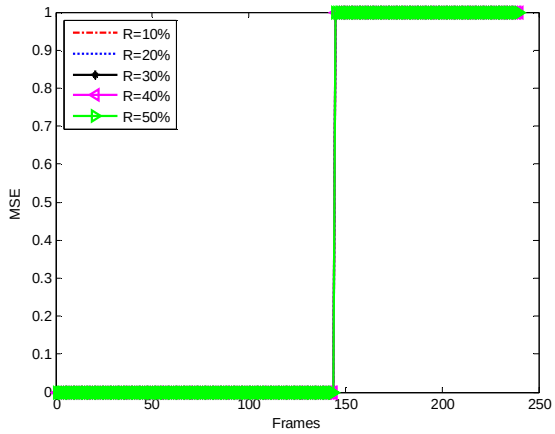


Figure 7. Effect of the *R* size on Q^{AB} metric for *IR-V*

B. IQA metrics evaluation

In this subsection, the IQA metrics are compared regard to the mean value of the correlation vector, the DE and the standard deviation of the vector DE (STD-DE). The MDE is defined as the mean value of the vector DE calculated for each frame of *IR-V* stabilized video sequence and *IR-V* original video sequence. Obtained results are given in Table 1, along with mean absolute error (MAE) and mean squared error (MSE) as additional IQA measures.

It is noticed that the lowest MDE value (0.4) is obtained for the Q^{AB} as well as the best value of the correlation (0.9817) is obtained for the same metric. Moreover, the standard deviation has the lowest value (0.4909) for the same metric Q^{AB}. This result can be interpreted by the fact that the algorithm Q^{AB} is sensitive to the gradient magnitudes and orientations.

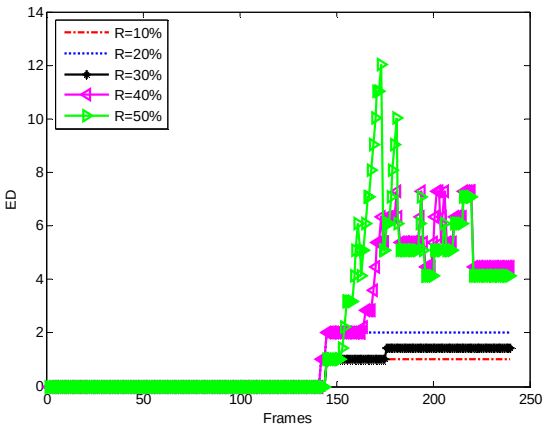


Figure 8. Effect of the *R* size on GSM metric for *IR-V*

Table 1. IQA metrics evaluation for *R*=50%

	MDE	STD-DE	Correlation
MAE	0.8764	1.0582	0.9754
MSE	4.1420	3.5750	0.9013
UIQI	0.8125	0.9779	0.9794
SSIM	4.0975	3.5597	0.9047
GMSM	4.0836	3.5698	0.9024
Q^{AB}	0.4000	0.4909	0.9817
GSM	2.0342	2.8563	0.9451

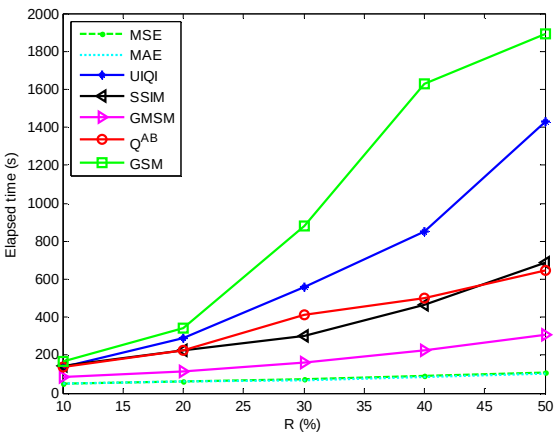


Figure 9. Illustration of the stabilization elapsed time for IR-V video sequence

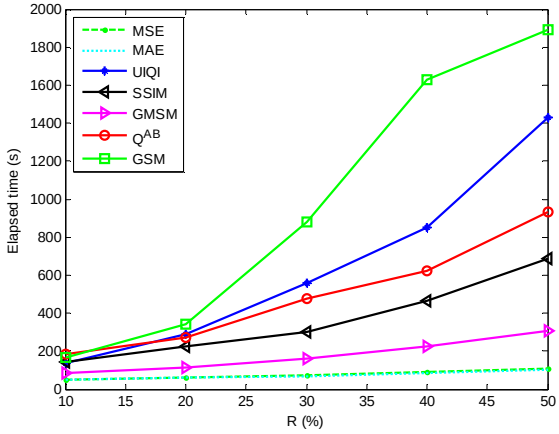


Figure 10. Illustration of the stabilization elapsed time for N-V video sequence

C. Time cost analysis

In order to study the time cost of each IQA metric using in this work, this analysis is performed by comparing the stabilization processing time for the complete video sequences. Results are given in Figures 9 and 10.

Note that the elapsed time changes proportionally in function of the window size *R*. It is shown also that the elapsed time in case of GSM is significantly higher than for the other metrics. It is also noticeable that the Q^{AB} metric can deal with near real time issues, with satisfactory efficiency.

5. CONCLUSION

In this paper, a digital video stabilization approach is proposed based on image quality assessment metrics. In order to evaluate the suggested algorithm, two video sequences are artificially disturbed and then stabilized by our proposed method. The analysed videos are chosen so that the fist video is an infrared video sequence having a low frame rate (24 frames per second) while the second tested video is a normal video sequence with a higher frame rate (50 frames per second). The different metrics used in this work are assessed regard to the frame size percentage utilized in the motion estimation stage.

Each stabilized video is compared to the corresponding original video sequence. The comparison is performed according to different measures: the mean value of the distance error and the standard deviation of the distance error vector. The correlation between the generated and the stable video is also taken into account.

Results have shown that, the different studied objective metrics can be classified into two categories based on their behaviour towards the disturbances. The first category (UIQI and Q^{AB}) has shown a remarkable robustness against the disturbances while the second category (SSIM, GMSM and GSM) is too sensitive to these unwanted movements.

Moreover, the effectiveness of the different used metrics is evaluated according to the elapsed time. Results have shown that the processing time varies proportionally with the sliding window size. Furthermore, a certain compromise is highlighted between the metric efficiency and its processing time. Future work could involve further analysis, such as studying the effect of the frame rate and processing certain specific video content such as moving and zooming the camera.

REFERENCES

[1] S.-J. Ko, S.-H. Lee, and K.-H. Lee, "Digital image stabilizing algorithms based on bit-plane matching," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 44, pp. 617-622, 1998.

[2] M. R. Souza and H. Pedrini, "Digital video stabilization: algorithms and evaluation," in *Anais Estendidos da XXXII Conference on Graphics, Patterns and Images*, 2019, pp. 35-41.

[3] S. Battiato, G. Gallo, G. Puglisi, and S. Scellato, "SIFT features tracking for video stabilization," in *14th international conference on image analysis and processing (ICIAP 2007)*, 2007, pp. 825-830.

[4] M. R. e Souza and H. Pedrini, "Combination of local feature detection methods for digital video stabilization," *Signal, Image and Video Processing*, vol. 12, pp. 1513-1521, 2018.

[5] Y. Wang, T. Jiang, S. Ma, and W. Gao, "Novel spatio-temporal structural information based video quality metric," *IEEE transactions on circuits and systems for video technology*, vol. 22, pp. 989-998, 2012.

[6] L. He, F. Gao, W. Hou, and L. Hao, "Objective image quality assessment: a survey," *International Journal of Computer Mathematics*, vol. 91, pp. 2374-2388, 2014.

[7] X. Zhang, W. Lin, and P. Xue, "Just-noticeable difference estimation with pixels in images," *Journal of Visual Communication and Image Representation*, vol. 19, pp. 30-41, 2008.

[8] C. Li and T. Chen, "Aesthetic visual quality assessment of paintings," *IEEE Journal of selected topics in Signal Processing*, vol. 3, pp. 236-252, 2009.

[9] Z. Wang and A. C. Bovik, "Modern image quality assessment," *Synthesis Lectures on Image, Video, and Multimedia Processing*, vol. 2, pp. 1-156, 2006.

[10] Z. Wang and A. C. Bovik, "A universal image quality index," *IEEE signal processing letters*, vol. 9, pp. 81-84, 2002.

[11] Z. Wang, A. C. Bovik, H. R. Sheikh, and E. P. Simoncelli, "Image quality assessment: from error visibility to structural similarity," *IEEE transactions on image processing*, vol. 13, pp. 600-612, 2004.

[12] W. Xue, L. Zhang, X. Mou, and A. C. Bovik, "Gradient magnitude similarity deviation: A highly efficient perceptual image quality index," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 23, pp. 684-695, 2013.

[13] B. P. Bondzulic and V. S. Petrovic, "Edge-based objective evaluation of image quality," in *2011 18th IEEE International Conference on Image Processing*, 2011, pp. 3305-3308.

[14] A. Liu, W. Lin, and M. Narwaria, "Image quality assessment based on gradient similarity," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 21, pp. 1500-1512, 2011.

JAVA KLIJENT-SERVER APLIKACIJA SA PRIMENOM ALGORITMA ŠIFROVANJA
JAVA CLIENT-SERVER APPLICATION WITH USAGE OF ENCRYPTING ALGORITHM

Stefan Pejanović[1], Mihailo Stojković[1],Ivan Tot[1]
Vojna akademija – Univerzitet odbrane u Beogradu[1]

Sadržaj *– Danas je sve veća potreba za izradom aplikativnog softvera zbog sve većeg broja korisnika na tržištu čiji zahtevi rastu iz dana u dan.Ti sami korisnici imaju potrebu za komunikacijom,odnosno prenosom informacija,podataka.Ovaj rad je u suštini primena klijent-server komunikacija sa osvrtom na bezbednost i zaštitu prenosa informacije,podataka od klijenta ka serveru i prikaz funkcionisanja kriptografskog algoritma u jednom takvom informacionom sistemu.*

Abstract *– Nowadays there is a growing need for developing application software becuase of larger number of users whose requests grow each and every day.These users have need for communication and data or information transmission.This paper is essentially implementation of client-server communication regarding on security and protection of transmitting data and information from client to server and and displaying the functioning of the cryptographic algorithm in one such information system.*

1. UVOD

Softver možemo definsati kao sveobuhvatni zbir informatičkih procesa,programa, pravila, dokumentacije i datoteka medjusobno povezanih,zajedno čineći deo operacija jednog informacionog sistema.[1]

Sam razlog zašto programirati u objektno-orijentisanom a ne u proceduralnom linijskom programiranju jeste sto je u proceduralnom programiranju kôd koji je razbijen u „procedure“ - to je drugačiji način razmišljanja o tome kako kôd interaktivno deluje sa linearnijim podacima. Postupci su funkcionalni bitovi koda koji komuniciraju i menjaju podatke, poput malih mašina koje sakupljaju ulaz, obrađuju ih i isporučuju izlaz. S OOP-om, međutim, podaci i funkcije (atributi i metode) sjedinjeni su unutar objekta. To sprečava potrebu za bilo kojim zajedničkim ili globalnim podacima s OOP-om, što je suštinska razlika između dva pristupa.[2]

Život jednog Java programa započinje kao izvorni kod napisan od strane programera. Za tu svrhu nam može poslužiti i tekstualni editor. Fajl koji sadrži java izvorni kod ima ekstenziju .java. Sledeći korak je kompajliranje izvornog koda koji obavlja Java kompajler (javac). Kao rezultat se dobija fajl sa ekstenzijom .class. Sadržaj ovog fajla naziva se bytecode. Bytecode je jezik koji je sintaksno sličan mašinskom, ali iziskuje dodatnu interpretaciju od strane JVM kako bi bio pretvoren u izvorni (mašinski) jezik okruženja. Na ovaj način se postiže multiplatformska portabilnost koja je jedna od glavnih karakteristika Jave. To znaci da se, korišćenjem Jave, mogu pisati programi za Windows, Linux, Android, Mac OS X ili bilo koji drugi operativni sistem za koji postoji Java virutalna mašina (JVM). JVM je specijalizovan softver, virtuelni računar, koji postoji samo u memoriji, koja je dosta mala, što omogućava da se Java koristi u raznim elektronskim uređajima.Sastoji se od ogromnog broja biblioteka sa unapred definisanim funkcionalnostima, poznatijim kao standardne klasne biblioteke, koje program napisan u Javi može koristiti za obavljanje rutinskih operacija. U okviru JVM posotji JIT (Just In Time Compiler), on služi da ubrza interpretaciju koda, tako što prepoznaje naredbe koje se često ponavljaju i vrši prevodjenje ovih naredbi u toku izvršavanja programa.[11],[12]

Prednosti Java programskog jezika koji smo koristili za izradu ovog rada su:

• Objektna orijentacija - Podržava sve koncepte objektno orijentisanog programiranja (Apstraktnost, nasledjivanje, polimorfizam i enkapsulacija)

• Multiplatformska portabilnost - Java programi se mogu napisati i u običnom tekst editoru, fajl koji sadrži izvorni kod ima ekstenziju .java, sledeći korak je kompajliranje izvornog koda od strane Java kompajlera (javac). Kao rezultat dobijamo fajl sa ekstenzijom .class, čiji se sadržaj naziva Bytecode sintaksno sličan mašinskom, ali iziskuje dodatnu interpretaciju od strane JVM kako bi bio pretvoren u izvorni (mašinski) jezik okruženja. Java Virtuelna Mašina predstavlja virtuelni računar koji može biti simuliran na bilo kom računaru.

• Prirodna prilagođenost Internetu - Java programi mogu da se izvršavaju u Web čitačima. Poseduju sigurnosne mehanizme. Mogu da se distribuiraju i izvršavaju na različitim mašinama.

• Ostale pogodnosti - Podržava konkurentno programiranje. Postoje klase za korisnički interfejs koje omogućuju jedinstven izgled i korišćenje aplikacija.

2. VIŠENITNO PROGRAMIRANJE

Java je višenitni programski jezik koji nam omogućava simultano izvršavanje više niti koje mogu deliti neke zajedničke podatke. U većini tradicionalnih programskih jezika – samo jedna nit kontrole. Nit kontrole (thread) je sekvenca koraka koji se izvršavaju sukcesivno. Višenitni program sadrži dva ili više dela koja mogu istovremeno da rade i svaki deo može da podržava drugačiji proces istovremeno, omogućavajući optimalno korišćenje dostupnih resursa, pogotovu kad vaš računar ima više CPU. Po definiciji, multitasking je kada više operacija koristi zajednički resurs poput procesora-CPU. Višenitno programiranje proširuje ideju multitaskinga u aplikacijama, gde se mogu podeliti određene operacije

unutar same aplikacije u individualne niti. Svaka od niti može da radi paralelno. Operativni sistem deli vreme obrade, ne samo između različitih aplikacija, već i izmedju pojedinačnih niti unutar aplikacija. Višenitno programiranje omogućava da se piše na način gde veći broj aktivnosti može da bude obradjen istovremeno unutar jednog programa.[3]

Korišćenje višenitnog koncepta ima sledeće prednosti:

1.Manje vremena odziva - Višenitna tehnika omogućava interaktivnim aplikacijama da nastave rad, čak i kada je deo programa blokiran ili izvršava neku dugotrajnu specifičnu operaciju. Na primer, višenitni Web čitač može da nastavi interakciju s korisnikom u jednoj niti, dok druga nit simultano učitava neku veliku sliku sa Interneta, treća sledeću sliku itd.

2.Ekonomičnost - Ogleda se u deljenju prostora i resursa kao i uštedi vremena koje takođe drastično utiče na performanse. Niti dele memoriju i sve ostale resurse koji pripadaju istom procesu.

3. Iskorišćenje višeprocesorske arhitekture -Bilo koje niti mogu se istovremeno izvršavati, svaka na različitom procesoru.

Niti su definisane klasom Thread u standardnoj biblioteci i mogu se kreirati na dva načina:

1. Proširenjem klase Thread - Aktivan objekat (sadrži vlastitu nit kontrole) se kreira na sledeći način: Thread nit=new Thread(). Nakon kreiranja niti ona se može konfigurisati (postavljanjem prioriteta, imena) i pokrenuti (pozivom start metode). Metod start aktivira novu nit kontrole (nit postaje spremna), a zatim se metod završava. Okruženje (virtuelna mašina) pokreće run metod aktivne niti, koji treba da bude redefinisan u korisničkoj klasi koja proširuje klasu Thread. Kada se run metod niti završi, nit završava izvršenje. Metod run ne izbacuje izuzetke.

2. Implementacijom interfejsa Runnable - Interfejs Runnable je apstrakcija koncepta aktivnog objekta, koji izvršava neki kod konkurentno sa drugim takvim objektima. Ovaj interfejs deklariše samo jedan metod: run. Problem u prvom načinu kreiranja niti je da kada se izvodi iz klase Thread ne može se izvoditi i iz neke druge. Problem se rešava korišćenjem drugog pristupa u kreiranju niti, tako što se napiše klasa koja implementira interfejs Runnable, kreira se objekat te klase i na kraju se prosledi objekat konstruktoru klase Thread. Nit se završava normalno kada se vrati iz metoda run().

U ovom radu je primenjen drugi način kreiranja niti, čime je omogućeno simultano primanje i slanje servera i klijenta.

3. KLIJENT-SERVER KOMUNIKACIJA

Model klijent—server je struktura distribuiranih aplikacija koja deli zadatke između onih koji obezbeđuju resurse ili usluge (servera) i onih koji traže usluge (klijenta). Najčešće klijenti i serveri komuniciraju preko kompjuterske mreže na odvojenom hardveru, ali mogu biti smešteni u istom sistemu. Server host pokreće server programe koji dele svoje resurse sa klijentima. Klijent ne deli svoje resurse, ali zahteva serverov sadržaj ili uslugu. Klijenti započinju sesiju komunikacije sa serverima koji čekaju dolazeće zahteve. Primeri kompjuterskih aplikacija koji koriste klijent - server model su e-mail, web.[4]

Klijent - server opisuje vezu programa u aplikaciji koji sarađuju. Server obezbeđuje funkciju ili uslugu jednom ili više klijenta koji zahtevaju tu uslugu. Serveri se klasifikuju po vrsti usluge koje pružaju. Na primer, web-server omogućava pregled web-stranica, dok fajl server obezbeđuje kompjuterske fajlove. Deljeni resurs može biti bilo koji deo softvera i elektronskih komponenti server računara, od programa i podataka do procesora i uređaja za čuvanje podataka. Serveri pružaju usluge tako što dele svoje resurse.

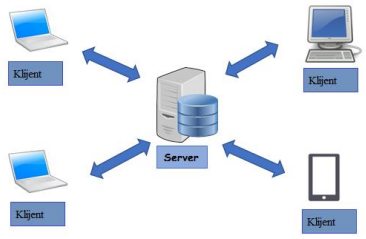
Da li je kompjuter klijent, server, ili oba određuje vrsta aplikacije koje zahtevaju uslugu. Na primer, jedan računar može istovremeno pokretati softver i za web server i za fajl server da bi obezbedio različite podatke klijentima koji imaju različite zahteve. Softver klijenta može komunicirati sa softverom servera unutar istog računara. Komunikacija između servera, na primer sinhronizacija podataka, se naziva inter-server ili server-to-server komunikacija.

Uopšteno, usluga je apstrakcija kompjuterskih resursa i klijent ne mora da brine o tome kako server radi dok ispunjava zahtev i isporučuje odgovor. Klijent samo mora da razume odgovor koji se zasniva na dobro poznatom protokolu za aplikaciju, odnosno sadržaj i format podataka za zahtevanu uslugu.

Klijenti i serveri (slika 3.1) razmenjuju poruke u vidu zahtev-odgovor komunikacionog šablona. Klijent pošalje zahtev, a server vrati odgovor. Ova razmena poruka je primer interprocesne komunikacije. Da bi komunicirali, računari moraju da imaju zajednički jezik i da slede pravila da bi i klijent i server znali šta da očekuju. Jezik i pravila komunikacije se definišu protokolom za komunikaciju. Svi klijent-server protokoli funkcionišu u sloju aplikacija. Protokol sloja aplikacija definiše osnovni šablon dijaloga. Da bi se razmena podataka formalizovala još više, server može da implementira aplikacioni programski interfejs (API). API je sloj apstrakcije za pristupanje usluzi. Ograničavajući komunikaciju na tačno određeni format sadržaja olakšava se raščlanjivanje, a time što se apstrahuje pristup olakšava se razmena podataka na različitim platformama. [11],[12]

Server može primiti zahteve od velikog broja različitih klijenata u kratkom vremenskom intervalu. Kompjuter može ispuniti ograničeni broj zadataka u datom trenutku i oslanja se na sistem rasporedjivanja da bi prioritizovao dolazeće zahteve od klijenata i da bi ih ispunio. Da bi se sprečila zloupotreba i povećala dostupnost, softver servera može da ograniči dostupnost klijentima. DoS napadi su dizajnirani da iskoriste obavezu servera da

obradi dolazeće zahteve tako što ga preopterete sa previše zahteva u kratkom vremenskom intervalu.



Slika 3.1. Klijent-Server arhitektura

4. KRIPTOGRAFIJA

Kriptografija je nauka koja se bavi metodama očuvanja tajnosti informacija. Kada se lične, finansijske, vojne ili informacije državne bezbednosti prenose sa mesta na mesto, one postaju ranjive.[9]

Šifra i digitalni potpis su kriptografske tehnike koje se koriste da bi se implementirali bezbednosni servisi.

Ovakvi problemi se mogu izbeći kriptovanjem informacija koje ih čini nedostupnim neželjenoj strani. Osnovni element koji se koristi naziva se šifarski sistem ili algoritam šifrovanja. Svaki šifarski sistem obuhvata par transformacija podataka, koje se nazivaju šifrovanje i dešifrovanje.[5]

Prilikom šifrovanja, pored otvorenog teksta, koristi se jedna nezavisna vrednost koja se naziva ključ šifrovanja. Slično, transformacija za dešifrovanje koristi ključ dešifrovanja. Broj simbola koji predstavljaju ključ (dužina ključa) zavisi od šifarskog sistema i predstavlja jedan od parametara sigurnosti tog sistema. [5]

Kriptografija mora da obezbedi sledeće:

1. Integritet informacija koje se šifruju (engl. Data integrity) se brine o tome da ne dođe do neovlašćene promene informacija, kao što su menjanje informacije, brisanje informacije i zamena informacije. Da bi se osigurao integritet informacija, mora postojati način provjere da li je informacija promenjena od strane neovlašćene osobe.
2. Tajnost (engl. Confidentiality) informacija osigurava da je sadržaj informacije dostupan samo ovlašćenim osobama odnosno samo onima koji poseduju ključ. Postoje brojni načini zaštite tajnosti, počev od fizičke zaštite do matematičkih algoritama koji skrivaju podatke.
3. Provera identiteta (engl. Authentication) korisnici koji počinju komunikaciju se trebaju prvo predstaviti jedan drugome pa tek onda počinju sa razmenom informacija.
4. Nemogućnost izbegavanja odgovornosti (engl: Non-repudiation) je vrlo važna stavka, pogotovo u novije vreme kada se veliki deo novčanih transakcija obavlja putem interneta.

4.1. SIMETRIČNA KRIPTOGRAFIJA

Kod simetrične enkripcije koriste se isti ključ i za šifrovanje i za dešifrovanje. Baš zbog toga je raznovrsnost, a samim tim i sigurnost algoritama ovakve enkripcije je velika.

Bitan faktor je i brzina - simetrična enkripcija je veoma brza. Pored svih prednosti koje ima na polju sigurnosti i brzine algoritma, postoji i jedan veliki nedostatak,a to je pitanje koje se postavlja:Kako preneti tajni ključ? Problem je u tome, što ako se tajni ključ presretne, poruka se može pročitati. Zato se ovaj tip enkripcije najčešće koristi prilikom zaštite podataka koje ne delimo sa drugima (šifru znate samo vi i nju nije potrebno slati drugome).

Klod Šenon (Claude Shannon) u definisanju uslova savršene tajnosti navodi da se tajni ključ koristi samo jednom.

4.2.ASIMETRIČNA KRIPTOGRAFIJA

Za razliku od simetrične kriptografije, asimetrična koristi dva ključa — javni i privatni. Princip je sledeći: u isto vreme se prave privatni i odgovarajući javni ključ. Javni ključ se daje osobama koje šalju šifrovane podatke. Pomoću njega te osobe šifruju poruku koju žele da pošalju. Kada primalac dobije šifrat, dešifruje ga pomoću svog privatnog ključa. Na taj način svaki primalac ima svoj privatni ključ a javni se može dati bilo kome, pošto se on koristi samo za šifrovanje, a ne i dešifrovanje.

Prednost ovog načina šifrovanja je u tome što ne mora da se brine o slučaju da neko presretne javni ključ, jer pomoću njega može samo da šifruje podatke. Takođe, programi sa ovakvim načinom šifrovanja imaju opciju da potpisuju elektronske.Prvi takav sistem koji su oni definisali bio je protokol, poznat pod imenom razmena ključeva Difi-Helman.

4.3. BLOK ŠIFRA

Blok šifrom se nazivaju oni algoritmi kod kojih se originalna poruka šifruje po grupama (blokovima) od dva i više elemenata. Najpoznatiji algoritmi blok šifara su: LUCIFER, DES, AES.

4.4. FUNKCIJA ZA SAŽIMANjE – HEŠ FUNKCIJA

Gore navedeni algoritmi šifrovanja ne štite integritet odnosno verodostojnost poruke koja je šifrovana. Ovo je vrlo važno iz razloga jer je moguće da je ključ provaljen i da nam napadač šalje lažne poruke, ali i mogućnosti da je došlo do greške prilikom šifrovanja, tako da primljena poruka nije identična originalnom dokumentu. Iz tog razloga kreirane su funkcije za sažimanje ili ti heš (mogu

se susresti i pod imenima engl. one-njay, hash function, message digest, fingerprint) algoritmi. Najpoznatiji i najkorišćeniji heš algoritmi su SHA-1, MD5, MDC-2, RIPEMD-160 itd. Heš algoritmi se svrstavaju u kriptografske algoritme bez ključa.

4.5. DIGITALNI POTPISI

Svrha digitalnog potpisa je da potvrdi autentičnost sadržaja poruke (dokaz da poruka nije promenjena na putu od pošiljaoca do primaoca), kao i da obezbedi garantovanje identiteta pošiljaoca poruke. Pomoću svog potpisa korisnik ovlašćuje neku radnju i preuzima odgovornost za nju.

5. ADVANCED ENCRYPTION STANDARD (AES)

Napredni standard šifriranja (AES), poznat i po originalnom imenu Rijndael, je specifikacija za šifrovanje elektronskih podataka koju je ustanovio Nacionalni institut za standarde i tehnologiju (NIST) u 2001.
AES je podskup Rijndaelovih blok šifri koje su razvila dva belgijska kriptografa, Vincent Rijmen i Joan Daemen, koji su tokom procesa selekcije AES-a podneli predlog NIST-u. Rijndael je porodica šifara sa različitim dimenzijama ključeva i blokova. Za AES, NIST je odabrao tri člana porodice Rijndael, svaki sa veličinom bloka od 128 bita, ali tri različite dužine ključa: 128, 192 i 256 bita. Američka vlada je usvojila AES i sada se koristi širom sveta. On zamenjuje Standard šifriranja podataka (DES), koji je objavljen 1977. Algoritam koji je opisao AES je algoritam simetričnih ključeva, što znači da se isti ključ koristi i za šifrovanje i za dešifrovanje podataka.
AES je dostupan u više različitih paketa za šifrovanje i predstavlja prvi i jedini javno dostupni šifar koji je odobrila Agencija za nacionalnu bezbednost (NSA) za najstrože tajne podatke kada se koristi u kriptografskom modulu odobrenom od NSA.[7]

Princip rada

AES je zasnovan na principu dizajna koji je poznat kao supstituciona i permutaciona mreža, a efikasan je i u softveru i u hardveru. AES je varijanta Rijndaela koja ima fiksnu veličinu bloka od 128 bita i veličinu ključa od 128, 192 ili 256 bita. Suprotno tome, Rijndael sam po sebi je specificiran sa blokovima i veličinama ključeva koji mogu biti bilo koji višestruki od 32 bita, sa najmanje 128 i maksimalno 256 bita.
AES radi na nizu bajtova redosleda 4 × 4, koji se nazivaju stanjem. Većina izračunavanja AES-a vrši se u određenom konačnom polju.[8]

$$\begin{bmatrix} b_0 & b_4 & b_8 & b_{12} \\ b_1 & b_5 & b_9 & b_{13} \\ b_2 & b_6 & b_{10} & b_{14} \\ b_3 & b_7 & b_{11} & b_{15} \end{bmatrix}$$

Slika 5.1. Matrica bajtova

Veličina ključa koja se koristi za AES šifru određuje broj krugova transformacije koji pretvaraju ulaz, koji se naziva ravan tekst, i konačni izlaz, koji se naziva šifarski tekst. Broj rundi je sledeći: 10 rundi za 128-bitne tastere, 12 rundi za 192-bitne tastere, 14 rundi za 256-bitne ključeve.

Svaki krug se sastoji od nekoliko koraka obrade, uključujući i onaj koji zavisi od samog šifriranja. Skup obrnutih zaokruživanja primenjuje se za transformisanje šifriranog teksta natrag u originalni otvoreni tekst koristeći isti šifrirani ključ.

Svaka runda se sastoji od 4 operacije odnosno četiri različita tipa funkcija koja se primenjuju nad elementima matrice dimenzije 4x4 bajta, a to su:

1. SubBytes(nelinearna zamena bajtova pomoću supstitucione tabele).
2. ShiftRows(promena mesta bajtovima unutar istog reda).
3. MixColumns(transformacija bajtova unutar iste kolone).
4. AddRoundKey(inicijalno dodavanje ključa).

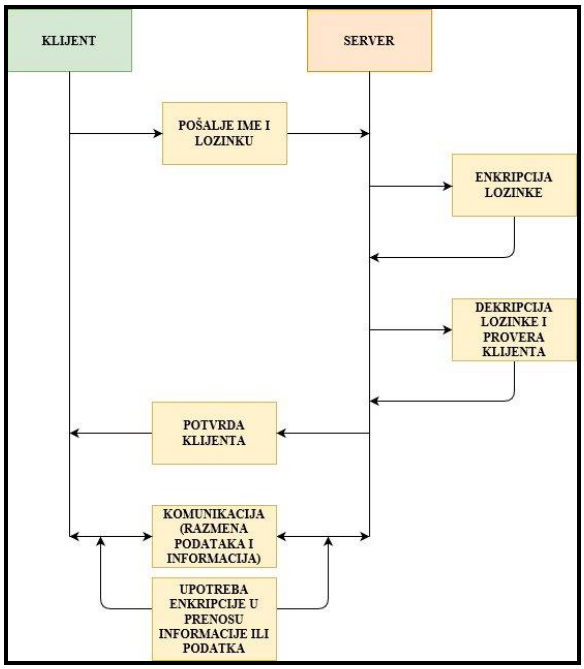
Pre prvog ciklusa vrši se inicijalno dodavanje ključa (AddRoundKey), a u poslednjem ciklusu se izostavlja transformacija MixColumns.[8]

6. IMPLEMENTACIJA I OPIS REŠENJA

Osnovna ideja je da klijent pošalje zahtev preko korisničkog interfejsa, zahtev se šifruje AES algoritmom, zatim se šifrovan pošalje do servera, koji primljenu poruku dešifruje i pristupa bazi podataka da bi našao odgovor na zahtev koji je poslao klijent. Klijent može imati dva zahteva serveru, da se registruje i da udje u razmenu tekstualnih poruka sa drugim klijentima na bezbedan način. Postoje provere sa klijentske strane koje se prvo moraju ispuniti i nakon toga se zahtev prosleđuje serveru gde se dalje vrše provere validnosti i dostupnosti.

Program se sastoji od dva paketa sa klasama Klijent i Server koje nasledjuju javax.swing.Jframe za GUI i koje sadrže blokove kodova sa metodama za šifrovanje, dešifrovanje, generisanje tajnog ključa i hešovanja lozinke.[11]

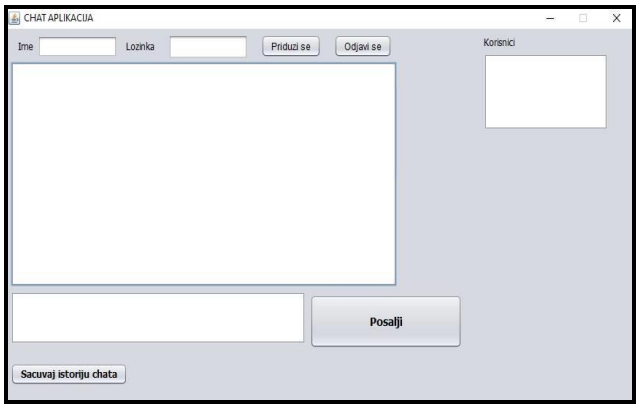
Tok programa (slika 6.1) se sastoji iz registracije sa klijentske strane.U toku procesa registracije doći će do enkripcije same lozinke.Nakon uspešne registracije, korisnik može ručno uneti tekst koji će se šifrovati i poslati serveru. Server će dešifrovati primljeni šifrovani tekst koji će zatim šifrovan poslati na klijentsku stranu gde će ga klijentska strana dešifrovati. Na ovaj način će server omogućiti bezbednu komunikaciju izmedju klijenata,bio to tok informacija ili tok podataka.



Slika 6.1 *Tok programa*

Kako bi komunikacija bila bezbedna, od početka do kraja, lozinka koju korisnik unese mora takođe da bude tajna. Ona se pre slanja serveru hešuje SHA (Secure Hash Algorithm) funkcijom. Heš funkcije su jednosmerne što znači da nakon što se šifruje ne postoji način da se dođe do originalnog teksta. To ih čini jako sigurnim i ukoliko se promeni samo jedan karakter u izvornom tekstu, krajni rezultat će izgledati skroz drugačije.
SHA256 napravi skoro unikatni heš od 256 bitova ili 32 bajta koji je savršen izbor u ovom slučaju zbog činjenice da se šalje lozinka kod koje nam nije bitan izvoran tekst, već da se svaki put pošalje ista vrednost.
Uz pomoć višenitnog (konkurentnog) programiranja našem serveru mogu istovremeno pristupiti više klijenta i slati neograničen broj zahteva.

Server može da prihvati veći broj klijenata. Za svakog klijenta se otvara nova nit, Takođe, svaki korisnik može beskonačno mnogo zahteva da pošalje i primi. Server će nakon svakog novog klijenta da ponovo ažurira trenutno stanje baze korisnika. Ukoliko se desi da se novi klijent prijavio tokom druge sesije baza će biti adekvatno ažurirana i novi klijent će moći da koristi i da prihvata nazad teksutalne poruke od drugog, takođe aktuelnog klijenta.[6]



Slika 6.2 , 6.3 *Prikaz Klijent-server GUI aplikacije*

Sam prenos podataka se vrši preko soketa. Klijentskog i serverskog. Server uvek čeka prvog klijenta pre nego što započne bilo kakav proces. Nakon što se prvi klijent „oglasi“ server čeka prvu komandu. Svaki fajl se pre slanja šifruje tako da svako treće lice koje proba da dođe do sadržaja dobije fajl sa „nasumičnim“ karakterima. Bez ključa, koji je u ovom radu tajni ključ, ne može doći do pravog sadržaja fajla. Ovo bi se u realnom svetu moglo promeniti da se kao ključ koristi lozinka koju klijent šalje, a server zna. Ona je hešovana i samim tim bezbedna i odlična za korišćenje kao tajni ključ.
Klijentski soketi će se automatski zatvoriti nakon gašenja aplikacije. Server će registrovati da više ne dobija podatke i takođe zatvoriti sve sokete i zaustaviti nit koja je bila zadužena za tog klijenta.

```
public static byte[] sifrovanje(String zaSif,
String kljuc) throws Exception {
Cipher cipher = Cipher.getInstance("AES");//
sifra za AES algoritam
SecretKeySpec key = new
SecretKeySpec(kljuc.getBytes("UTF-8"), "AES");//
tajni kljuc
cipher.init(Cipher.ENCRYPT_MODE, key);

return cipher.doFinal(zaSif.getBytes("UTF-
8"));//sifrovanje podatka
}
```

Slika 6.2 *Metoda za šifrovanje*

```
public static String desifrovanje(byte[] zaDesif,
String kljuc) throws Exception {
Cipher cipher = Cipher.getInstance("AES");//
sifra za AES algoritam
SecretKeySpec key = new
SecretKeySpec(kljuc.getBytes("UTF-8"), "AES");//
tajni kljuc
cipher.init(Cipher.DECRYPT_MODE, key);
return new String(cipher.doFinal(zaDesif), "UTF-
8");//desifrovanje podatka
}
```

Slika 6.3 *Metoda za dešifrovanje*

```
public String enkriptPassword(String password)
throws NoSuchAlgorithmException {

                MessageDigest messageDigest =
MessageDigest.getInstance("SHA-256");

        messageDigest.update(password.getBytes());
                String encryptedString = new
String(messageDigest.digest());
```

Slika 6.5 *Kod prilikom heširanja lozinke*

```
KeyGenerator keyGen =
KeyGenerator.getInstance("AES");
keyGen.init(256);
SecretKey secretKey = keyGen.generateKey();
```

Slika 6.6 *Kod prilikom definisanja tajnog ključa*

7. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada jeste da pokaže na koji način se mogu zaštititi informacije i podaci.Pod tim se podrazumeva zaštita korisnika u vidu kriptovanja lozinke pomoću koje se registrujemo u datim informacioni sistem.Zatim je pokazano da algoritmom za kriptovanje štitimo komunikaciju između klijenta i servera kao i zaštitu u višeklijentskom okruženju.Zato to može imati primenu realnim sistemima kompanija u civilstvu kao i u vojsci.To može biti primena u vojnom sistemu pri prenosu podataka i dokumentacije od visokog nivoa tajnosti.

LITERATURA

[1] https://www.upwork.com/hiring/development/object-oriented-programming/

[2] https://www.educba.com/what-is-application-software-its-types/

[3] https://raf.edu.rs/citaliste/programiranje/2086-visenitno-programiranje-u-jezicima-java-i-c

[4] https://www.toolsqa.com/client-server/client-server-architecture-and-http-protocol/

[5] Cryptography and Network Security – William Stallings 7th ed, 2015

[6] https://www.geeksforgeeks.org/socket-programming-in-java/

[7] https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_Encryption_Standard

[8] https://www.pmf.ni.ac.rs/download/master/master_radovi_ra%C4%8Dunarske_nauke/ra%C4%8Dunarske_nauke_master_radovi/2017/2017-05-26-va.pdf

[9] https://www.tutorialspoint.com/java_cryptography/

[10] Java Network Programming, Fourth Edition by Elliotte Rusty Harold, 2013

[11] Java Programiranje, dr Dejan Živković, Univerzitet Singidunum,Beograd, 2019

[12] Principi programiranja, Grupa Autora, FON, Beograd, 2018

PARALELNA OBRADA NEH HEURISTIKE ZA PERMUTACIONE PROBLEME U PROIZVODNJI
PARALLEL PROCESSING OF NEH HEURISTIC FOR MANUFACTURING PERMUTATION PROBLEMS

Miloš Danilović, Oliver Ilić
Fakultet organizacionih nauka u Beogradu

Sadržaj – *NEH konstruktivna heuristika je opšte priznata kao najbolja konstruktivna heuristika za problem redosleda delova u liniji, u literaturi poznat kao flowshop problem. Zahvaljujući efikasnosti, jednostavnosti i kvalitetu rezultata ove heuristike, najbolje objavljene heuristike poboljšanja za ovaj problem koriste upravo NEH heuristiku za dobijanje početnog rešenja. U ovom radu je analizirana mogućnost paralelnog izvršavanja NEH heuristike sa ciljem da se dobiju rezultati na nivou najboljih objavljenih rezultata bez dodatne primene heuristika poboljšanja. Ovo bi kvalitetno unapredilo pristup rešavanju problema redosleda, šta više, ovaj pristup bi, zbog svoje opštosti mogao da se primeni i na druge probleme kombinatorne optimizacije. Veza NEH postupka i postupka za enumeraciju permutacija omogućuje jednostavnu paralelizaciju algoritma. U radu je na podskupu opšte korišćenih Tailard-ovih instanci analiziran broj potrebnih procesora da bi se samo primenom NEH-a dobili najbolji poznati rezultati na ovim instancama.*

Abstract – *NEH constructive heuristic is generally recognized as the best constructive heuristics for the flowshop problem. Due to the efficiency, simplicity and quality of the results of this heuristic, the best published improvement heuristics for this problem use the NEH heuristics as the initial constructive heuristics. This paper analyzes the possibility of parallel processing of NEH heuristics with the aim of obtaining results at the level of best published results without the additional application of improvement heuristics. This would qualitatively improve the approach to solving sequencing problems; moreover, this approach could, due to its generality, be applied to other combinatorial optimization problems. The relation between the NEH procedure and the permutation enumeration procedure allows for easy parallelization of the algorithm. The paper uses a subset of commonly used Tailard instances to analyze the number of processors required to obtain the best-known results from these instances only by using NEH.*

1. UVOD

Heuristike za rešavanje problema kombinatorne optimizacije predstavljaju praktično jedini pristup u slučajevima kada se rešavaju NP složeni problemi. Ove heuristike mogu biti konstruktivne, kada se rešenje gradi kroz iteracije postupka ili heuristike poboljšanja kada se početni skup rešenja poboljšava pretragom po dopustivom skupu. Ukoliko konstruktivni postupak ne menja već formirano parcijalno rešenje, on ima unapred poznatu polinomsku složenost vremena izvršavanja. Trajanje izvršavanja heuristika poboljšanja ne može unapred da se definiše kao funkcija veličine problema, šta više, izvršavanje ove grupe algoritama može da dovede do ponovnog pretraživanja već ispitanih delova dopustivog skupa. Iz tog razloga, za heuristike poboljšanja se unapred definiše vreme posle koga se prekida izvršavanje programa. Ova izuzetna prednost konstruktivnih heuristika je plaćena značajno lošijim rezultatima u odnosu na heuristike poboljšanja. Sve poznate heuristike za rešavanje NP složenih problema kombinatorne optimizacije su heuristike poboljšanja, koje najčešće koriste neku konstruktivnu heuristiku za dobijanje skupa početnih rešenja.

Cilj ovog rada je da istraži mogućnost da se primenom samo konstruktivne heuristike dobiju rešenja koja su po kvalitetu na nivou najboljih rezultata dobijenih primenom heuristika poboljšanja. Ovaj, na izgled neostvarljiv zadatak, je zasnovan na ideji da se primeni paralelno izvršavanje posmatrane konstruktivne heuristike. Naime, konstruktivne heuristike su, po svojoj definiciji, idealne za paralelno izvršavanje pošto u svakoj iteraciji postoji jednoznačno definisan skup parcijalnih rešenja koji mogu da se obradjuju nezavisno jedan od drugog. Nasuprot ovome, heuristike poboljšanja je skoro nemoguće paralelno izvršavati zbog dve njihove ključne osobine: diversifikacije i rekombinacije. Zajedničaka osobina svih heuristika poboljšanja je postupak za izbegavanje lokalnog optimuma, diversifikacija. Okolina koja se pretražuje se tokom izvršavanja programa menja slučajnim izborom. Ovo ima dve loše posledice: (i) mogućnost vraćanja na već ispitani deo dopustivog skupa i (ii) nemogućnost unapred definasanog postupka za raspodelu zadataka po procesorima. Problem (i) se rešava uvođenjem tzv. tabu lista, dok je problem (ii) praktično nerešiv. Rekombinacija podrazumeva da se u slučajevima dobijenog poboljšanja rezultata, postupak vraća na početnu okolinu. Jasno je da u tom slučaju komunikacija između procesora može lako da upadne u beskonačnu petlju.

Izbor problema kombinatorne optimizacije na kome bi se analizirala mogućnost paralelnog izvršavanja je bio veoma jednostavan: za problem redosleda delova u liniji (*Permutation Flow Shop Problem*, PFSP) je objavljena NEH konstruktivna heuristika od autora Nawaz, Enscore i

Ham [1], koja je opšte prihvaćena kao najbolja heuristika za rešavanje ovog problema ([2], [3] i [4]). Skoro sve poznate metaheuristike koriste NEH heuristiku za dobijanje početnog rešenja.

U radu [5] je uočeno da NEH algoritam ustvari predstavlja redukovani program za enumeraciju permutacija. Ovaj podatak je iskorišćen da se definiše generalizovani postupak PERMGEN za enumeraciju permutacija i generalizovani konstruktivni algoritam, GCA, za rešavanje NP složenih problema kombinatorne optimizacije. U radovima [6], [7], [8], [9] i [10] su predstavljeni postupci za rešavanje PFSP korišćenjem različitih GCA argumenata. U ovim radovima je dokazano da ovaj pristup otvara različite pravce unapređenja NEH algoritma. U radu [11] je sprovedena analiza iteracija u NEH algoritmu sa ciljem da se uoče trenuci umetanja na pozicije koje nisu jednake pozicijama na koje se vrši umetanje kada se dobija optimalan rezultat. Na primeru *Tailard*-ove test instance ta-002 je prikazan postupak definisanja pogrešnih umetanja, poređenjem sa oznakama optimalnog redosleda za ovu instancu. Na osnovu ovog rezultata su jednoznačno definisani argumenti GCA kojima se dobija rešenje jednako optimalnom rešenju.

U ovom radu je predstavljena studija kojom se izračunava broj procesora potrebnih da se na podskupu *Tailard*-ovih test instanci dobiju trenutno najbolji objavljeni rezultati samo primenom NEH postupka. Za posmatranu instancu se, polazeći od poznatog optimalnog redosleda, na osnovu veze koja postoji između obeležja permutacije, definisanom u [5], i pozicija umetanja u iteracijama NEH algoritma, određuje pozicija umetanja za svaku iteraciju algoritma. Zatim se na tu instancu primenjuje NEH algoritam, pri čemu se u svakoj iteraciji pamte više najboljih trenutnih sekvenci, uređenih u ratući niz odgovarajuće vrednosti ciljne finkcije. Za svaku iteraciju se određuje koju poziciju u ovom nizu uređenih sekvenci ima ona u kojoj je umetanje izvršeno na istu poziciju kao i umetanje prilikom dobijanja optimalnog redosleda. Dobijeni niz pozicija jednoznačno određuje broj potrebnih procesora da bi se samo primenom NEH postupka dobio optimalan redosled.

Rad je organizovan na sledeći način. U delu 2 je data definicija problema i postupka za određivanje pozicije umetanja na osnovu datog redosleda. Postupak za paralelno izvršavanje NEH algoritma je predstavljen u delu 3. U delu 4 je opisan postupak za određivanje broja procesora potrebnih da se primenom samo NEH postupka dobiju optimalni rezultati. Dobijeni rezultati su prikazani u delu 5, dok su zaključna razmatranja i budući pravac istraživanja dati u delu 6 ovog rada.

2. ENUMERACIJA PERMUTACIJA

Problem redosleda delova u liniji, može da se formuliše na sledeći način [12]: svaki od n delova iz skupa $j = \{1, 2, \ldots, n\}$ je raspoloživ u početnom nultom trenutku i treba da bude obrađen na m mašina M_1, M_2, …, M_m po tom redosledu. Ni jedna mašina ne može da obrađuje više od jednog dela istovremeno, ni jedan deo ne može da se istovremeno obrađuje na više od jedne mašine, kada započne da se obrađuje, deo se kompletira bez prekidanja (*no-preemption*), sva pripremna vremena su uključena u vreme obrade dela i nema ograničenja skladištenja između mašina. Problem, koji se najčešće označava kao $F|prmu|C_{max}$ je određivanje redosleda delova koji treba da se obavi na svakoj mašini, tako da *makespan*, C_{max}, odnosno vreme završetka obrade poslednjeg dela na M_m bude minimalno. Ukoliko je m fiksirano, odgovarajući problem se označava sa $Fm|prmu|C_{max}$. Permutaciona (*prmu*) verzija *flowshop* problema, PFSP (*Permutation Flow Shop Problem*), podrazumeva da je na svakoj mašini usvojen isti redosled delova.

Konstruktivne heuristike grade rešenje korak po korak, proveravajući dopustivost rešenja i vrednost ciljne funkcije. Ove heuristike se, po pravilu, sastoje iz faze inicijalizacije i iteracija u fazi umetanja. U fazi inicijalizacije se početni skup objekata uredi na osnovu nekog, unapred definisanog kriterijuma. Zatim se u fazi umetanja trenutno neraspoređeni objekti umeću na određenu poziciju trenutno raspoređenih objekata. Znači, u svakom koraku faze umetanja postoje dva skupa objekata. Prvi, koji sadrži međusobno uređene raspoređene objekte i drugi u kome su trenutno neraspoređeni objekti. U svakoj iteraciji se bira jedan neraspoređeni objekat i umeće na određenu poziciju u prvi skup.

Glavna prepreka za praktičnu implementaciju heuristika kombinatorne optimizacije je ogromna kardinalnost dopustivog skupa, koja komplikuje prebrojavanje i uređenje elemenata iz ovog skupa. Jedan način za predstavljanje permutacija od n elemenata je preko celog broja N, gde je $0 \leq N < n!$, koji je u praktičnim primenama moguć kada je n dovoljno malo da N može da se upiše u mašinsku reč; za 32-bitne reči $n \leq 12$, a za 64-bitne reči $n \leq 20$. Jasno je da je ovaj tip prebrojavanja permutacija beskoristan u opštem slučaju.

Enumeracija permutacija treba da zadovolji uslov da uređenje oznaka u enumeraciji odgovara uređenju samih permutacija. Ovo podrazumeva da je definisano uređenje permutacija u skupu svih permutacija. Kako je leksikografski način uređenja permutacija nepodesan za definisanje algoritama za uređenje permutacija, istraživanja su usmerena ka definisanju nekog novog načina za generisanje permutacija kojim bi se omogućila jednostavnija enumeracija permutacija. Ovo je od velikog značaja za samo kodiranje svih algoritama u kojima postoje zahtevi za rad sa permutacijama. Naime, takva enumeracija bi omogućila da se program piše direktno za oznake permutacija što bi značajno popravilo efikasnost algoritma.

Ideja za generator permutacija je potekla baš od strukture konstruktivnih heuristika. Naime, konstruktivna heuristika nije ništa drugo nego algoritam koji na određeni način generiše permutacije, a zatim selektuje one, koje u iteraciji zadovoljavaju postavljene kriterijume.

U radu [5] je dokazano da niz u kome je na *k*-toj poziciji upisana pozicija umetanja u *k*-toj iteraciji, jednoznačno određuje dobijeni redosled objekata. Neka je početna permutacija:

P_0 = 1 2 3 4 5 6 7.

Neka je niz koji sadrži pozicije umetanja po iteracijama:

U = 1 2 1 3 2 4 6.

Iz ovog primera odmah mogu da se izvedu dva zaključka: (i) u nizu U na *k*-toj poziciji ne može da bude broj koji je veći od *k* pošto u toj iteraciji u skupu raspoređenih objekata postoji samo *k*-1 objekat, te je broj mogućih umetanja *k*. (ii) posledica prethodnog je da je u nizu U uvek na prvoj poziciji broj jedan, te ovaj element ne nosi nikakvu informaciju i može da bude izostavljen iz niza. Kako je na drugoj poziciji u U broj 2, to znači da je u drugoj iteraciji broj 2 umetnut na drugu poziciju:

P = 1 2.

Analogno, u trećoj iteraciji je 3 postavljen na prvu poziciju:

P = 3 1 2.

Dalje je, redom :

P=3 1 4 2; P = 3 5 1 4 2; P = 3 5 1 6 4 2; P = 3 5 1 6 4 7 2.

Za dati niz U, raspored objekata je 3 5 1 6 4 7 2. Ukoliko početna permutacija nije uredjeni rastući niz uzastopnih prirodnih brojeva od jedan, u niz U se upisuju, umesto oznake objekta, indeks tog objekta u P_0. Neka je:

P_0 = 3 2 7 4 5 6 1; U = 1 2 1 3 2 4 6.

Dobijeni P* = 3 5 1 6 4 7 2 predstavlja niz indeksa u P_0. Prema tome, optimalni redosled je:

P = 7 5 3 6 4 1 2.

Iz navedenih primera je jasno da ukoliko imamo početni uređeni niz objekata i optimalni niz objekata, možemo jednoznačno da odredimo pozicije umetanja u svakoj iteraciji NEH algoritma, kojom bi se, kao rezultat, upravo dobio taj optimalni niz objekata. Drugim rečima, niz U predstavlja novi, izuzetno pogodan način enumeracije permutacija.

3. PARALELNA OBRADA NEH ALGORITMA

Zahvaljujući činjenici da NEH algoritam predstavlja postupak za enumeraciju podskupa permutacija, svaki parcijalni niz u iteracijama ima jednoznačan položaj u okviru kompletnog skupa enumeracija. Ovo značajno pojednostavljuje raspodelu zadataka po procesorima u paralelnom algoritmu. U svakom paralelnom algoritmu ključni uslovi su da su zadaci po procesorima međusobno nezavisni i da različiti procesori obrađuju različite delove dopustivog skupa.

Faza inicijalizacije je zajednička, i obavlja se pre podele zadataka po procesorima. U ovoj fazi se delovi međusobno uređuju u opadajući niz odgovarajućih ukupnih vremena trajanja obrade na svim mašinama. Dobijeni niz predstavlja prvi potreban parameter na osnovu koga će na kraju niz indeksa permutacije da se transformiše u traženi redosled delova. U sledećim koracima algoritma se operiše sa indeksima ovog niza.

Raspodela zadataka po procesorima u paralelizaciji NEH heuristike je u stvari raspodela parcijalnih sekvenci po procesorima. Ovako raspoređene sekvence se nezavisno izvršavaju na dodeljenim procesorima. Postoje različiti načini raspodele ovih sekvenci po procesorima. Najjednostavniji način je da se unapred definiše statički kriterijum koji se primenjuje tokom celog postupka. Na primer, *i*-ti processor izvršava parcijalni niz koji se u skupu uređenih parcijalnih nizova nalazi na *i*-tom mestu. Ili, procesorima se redom, dodeljuju parcijalni nizovi a zatim svaki processor nezavisno primenjuje NEH postupak. Složenija raspodela zadataka bi podrazumevala da se dinamički, na osnovu vrednosti ciljne funkcije parcijalnog niza zadaci preraspoređuju između procesora.

Paralelno izvršavanje algoritma može da se simulira i na računaru sa jednim procesorom na taj način što se pamti niz sekvenci i one obrađuju jedna za drugom. Najzad, što bi trebalo da bude i najčešći slučaj u praktičnim primenama, mogu da se kombinuju oba pristupa: raspoloživi procesori paralelno izvršavaju nizove sekvenci. Na primer, ako bi svaki od 10 procesora izvršavao 1,000 sekvenci, pretraživanje bi obuhvatilo 10,000 puta veći dopustivi skup u odnosu na NEH algoritam uz potrošnju 1,000 puta više vremena. Treba napomenuti da je NEH algoritam izuzetno efikasan, npr. na standardnim računarima bi praćenje 1,000 sekvenci instance od 50 delova trajalo manje od sekunde. Poređenja radi, vreme trajanja odgovarajućih heuristika poboljšanja se meri u minutima. Sve ovo je omogućeno, prethodno objašnjenom vezom između algoritma i nove enumeracije permutacija.

U ovom radu je primenjen najjednostavniji način raspodele sekvenci po procesorima. U svakom trenutku *i*-ti processor obrađuje parcijalni niz koji se u skupu uređenih parcijalnih nizova nalazi na *i*-tom mestu. Cilj je da se odredi gornja granica potrebnih procesora da bi se dobili optimalni rezultati na odabranom skupu test instanci. Svaki sofisticiraniji postupak raspodele sekvenci bi nesumnjivo smanjio ovaj broj potrebnih procesora.

4. POSTUPAK ZA IZRAČUNAVANJE BROJA PROCESORA

PFSP je jedan od najproučavanijih problema kombinatorne optimizacije. Zahvaljujući izuzetnom značaju ovog problema u praktičnim primenama postoji nebrojeno radova u kojima se predlaže neki novi postupak za njegovo rešavanje. Za poređenje ovih postupaka

koriste se opšte priznate test instance. Svi najznačajniji rezultati su testirani na skupu od 120 Tailard-ovih test instanci [13] i skupu Watson-ovih test instanci [14]. Tailard-ove instance su konstruisane sa ciljem da budu najteže za dobijanje optimalnih rešenja. Naime, ciljne vrednosti svake od ovih 120 instanci su u dopustivom skupu raspoređene tako da postoji ogroman broj lokalnih minimuma čije su vrednosti samo nekoliko procenta lošije od globalnog optimuma. S druge strane, Watson-ove instance značajno bolje odslikavaju primere iz realnog života i određivanje globalnog optimuma instance iz ovog skupa je neuporedivo lakše.

U ovom radu je izabran skup od deset Tailard-ovih instanci **t-21** do **t-30** sa po 20 mašina i 20 delova. Na Net-u postoje podaci o trenutno najboljim dobijenim rezultatima za ove instance, kao i odgovarajući optimalni redosledi. Treba napomenuti da su neki od 120 najboljih rezultata ujedno i optimalni i da su neki od njih dobijeni na najmoćnijim računarima kroz višednevno izvršavanje.

Testiranja su vršena na laptop računaru sa jednim procesorom, pri čemu je broj paralelnih instanci ograničen na 1,000. Treba napomenuti da vreme izvršavanja nikad nije bilo duže od jedne sekunde.

Za svaku instancu se, na osnovu njene optimalne sekvence prvo određuje niz U, koji se unosi kao ulazni podatak u program. Zatim se delovi uređuju u niz prema nerastućim vrednostima ukupnog vremena trajanja obrade na svim mašinama. Indeksi ovako dobijenog niza se koriste za normalizaciju niza U, čime se dobija niz sa pozicijama umetanja u svakoj iteraciji algoritma. Zatim se faza umetanja sprovodi na sledeći način. U k-toj iteraciji se formira parcijalna sekvenca na osnovu prvih k elemenata noramalizovane sekvence U. Zatim se k + 1-vi objekat umeće na svih k + 1 raspoloživih pozicija, pamte se ove parcijalne sekvence kao i vrednosti odgovarajućih ciljnih funkcija. Treba napomenuti da se za izračunavanje ciljnih vrednosti koristi Tailard-ovo ubrzanje kojim se smanjuje red u polinomskoj zavisnosti ovog izračunavanja. Detaljan algoritam ovog izračunavanja je dat u [6]. Ovako dobijene sekvence se urede prema neopadajućim vrednostima odgovarajuće ciljne funkcije. Zabeleži se pozicija x_k u ovako uređenom nizu sekvence koja je ista kao i parcijalna sekvenca u normalizovanoj sekvenci U. Po završetku postupka proizvod elemenata niza { x_k } predstavlja broj potrebnih procesora za posmatranu instancu.

5. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Postupak određivanja broja procesora je prikazan na primeru test instance **t-25**.

Sekvenca I nakon uređenja u nerastući niz prema ukupnom vremenu obrade na svim mašinama je:

I = 1 2 3 17 10 5 15 12 20 8 11 19 6 16 13 7 9 4 14 18
Ova sekvenca se koristi za normalizaciju optimalne sekvence:

P_{opt} = 6 13 18 1 2 15 8 16 10 5 9 17 11 20 3 7 12 4 14 19

Normalizovana optimalna sekvenca je:

P_{opt}* = 13 15 20 1 2 7 10 14 5 6 17 4 11 9 3 16 8 18 19 12

Odgovarajuća oznaka je:

U = 1 2 3 3 3 4 3 8 7 4 8 12 1 6 2 14 10 17 18 3

Optimalna vrednost ciljne funkcije je 2291. Kada se NEH primeni na ovu instancu dobije se redosled:

P_{NEH} = 10 9 19 11 15 13 5 2 3 18 17 4 20 12 14 1 16 6 8 7

čija je vrednost ciljne funkcije 2397, odnosno 4.42% lošije od optimalne. Ovo je izuzetan rezultat za NEH heuristiku, koji se dobija, praktično trenutno.

Prvo primenjujemo jednostavan postupak radi dobijanja grubih podataka o prednostima uvođenja paralelnog izvršavanja. Jednostavno se u svakom trenutku prati do 100 sekvenci. U poslednjoj iteraciji se sekvence dobijaju umetanjem poslednjeg objekta u određenu sekvencu na određenu poziciju. Način umetanja je definisan nizom tripleta, koji je prikazan za prvih 15 sekvenci uređenih prema neopadajućim vrednostima ciljne funkcije:

4	3	2320
1	1	2321
1	2	2322
1	3	2322
2	3	2322
3	1	2322
5	1	2322
11	3	2322
8	3	2324
10	1	2324
8	4	2325
32	3	2328
12	3	2329
13	3	2329
19	1	2329

Prvi broj tripleta označava redni broj sekvence, u prethodnom uređenom nizu sekvenci, u koju se vrši umetanje, drugi broj označava poziciju umetanja, a treći vrednost ciljne funkcije.

Kao rezultat, u poslednjoj iteraciji se dobija sto U sekvenci uređenih prema neopadajućim vrednostima ciljne funkcije. Prvih 15 sekvenci je:

2320 1 2 3 3 3 6 8 1 10 9 6 12 6 9 4 1 12 3
2321 1 2 3 3 3 3 8 8 10 9 6 12 6 10 12 1 10 1
2322 1 2 3 3 3 3 8 8 10 9 6 12 6 10 12 1 10 2
2322 1 2 3 3 3 3 8 8 10 9 6 12 6 10 12 1 10 3
2322 1 2 3 3 3 6 8 2 10 9 6 12 6 9 4 1 12 3
2322 1 2 3 3 3 6 8 2 10 9 6 12 6 9 4 2 12 1
2322 1 2 3 3 3 3 8 8 10 9 6 12 6 10 12 2 10 1
2322 1 2 3 3 3 3 8 1 10 9 7 13 7 10 15 1 12 3
2324 1 2 3 3 3 3 8 2 10 9 7 13 7 10 15 1 12 3

2324 1 2 3 3 3 3 8 2 10 9 7 13 7 10 15 2 12 1
2325 1 2 3 3 3 3 8 2 10 9 7 13 7 10 15 1 12 4
2328 1 2 3 3 3 3 8 1 10 9 7 13 7 10 14 1 12 3
2329 1 2 3 3 3 6 8 2 10 9 6 12 6 9 4 1 11 3
2329 1 2 3 3 3 6 8 1 10 9 6 12 6 9 4 1 11 3
2329 1 2 3 3 3 6 8 2 10 9 6 12 6 9 4 2 11 1

Treba napomenuti da je prvi element sekvence U, kao nepotreban, (uvek je jednak jedinici) zamenjen vrednošću ciljne funkcije. Takođe može da se uoči da ostatak sekvence nema 19 već 18 elemenata. Ovo je zbog usvojene konvencije da se svi brojevi koji su na kraju niza a jednaki su svojim indeksima ne upisuju u niz. Drugim rečima, kada se posle određene iteracije, svi novi objekti umeću na trenutno poslednju poziciju, oznake tih objekata se ne unose u niz.

Prva sekvenca ima vrednost ciljne funkcije 2320, odnosno 1.25%. Ovo je značajan rezultat koji je u rangu najboljih, trenutno objavljenih rezultata u literaturi dobijen postupcima čije je trajanje u rangu trajanja prikazanog postupka.

Reper „težine“ posmatrane instance može da se vidi kada se posmatra poslednjih 15 od dobijenih 100 sekvenci:

2336 1 2 3 3 3 3 8 2 10 9 7 12 8 10 15 1 12 3
2336 1 2 3 3 3 3 8 2 10 9 7 12 8 10 15 1 12 4
2336 1 2 3 3 3 3 8 2 10 9 7 13 8 10 15 1 12 3
2336 1 2 3 3 3 3 8 1 10 9 7 12 8 10 15 1 12 3
2336 1 2 3 3 3 3 8 2 10 9 7 12 7 10 15 2 12 1
2336 1 2 3 3 3 6 8 2 10 9 6 12 6 9 4 3 12 1
2336 1 2 3 3 3 3 8 2 10 9 7 12 8 10 15 2 12 1
2336 1 2 3 3 3 3 8 2 10 9 7 13 8 10 15 2 12 1
2336 1 2 3 3 3 3 8 1 10 9 7 13 7 10 15 2 12 1
2336 1 2 3 3 3 3 8 8 10 9 6 12 6 10 2 1 11 1
2336 1 2 3 3 3 3 8 8 10 9 6 12 6 10 2 1 11 2
2336 1 2 3 3 3 3 8 8 10 9 6 12 6 10 2 1 11 3
2336 1 2 3 3 3 3 8 8 10 9 6 12 6 10 2 2 11 1
2337 1 2 3 3 3 3 8 7 10 9 6 12 6 9 12 1 10 2
2337 1 2 3 3 3 3 8 7 10 9 6 12 6 9 12 1 10 3

Stota vrednost u ovom nizu je 2337 odnosno 1.97%, što nedvosmisleno ukazuje na ogroman broj lokalnih optimuma, odnosno ogroman broj različitih redosleda sa istom vrednošću ciljne funkcije koja je veoma blizu globalnom optimumu.

Najzad, određivanje niza $\{ x_k \}$ daje za testirane instance:

t-21: $\{ x_k \}$ = 1 1 1 1 2 2 2 1 1 2 1 3 1 2 2 1 1 1 1 1
t-22: $\{ x_k \}$ = 1 2 2 1 2 1 2 1 1 2 1 2 3 2 2 1 1 1 1 1
t-23: $\{ x_k \}$ = 1 1 2 1 2 3 3 1 1 2 1 1 1 2 2 1 1 1 1 1
t-24: $\{ x_k \}$ = 1 1 2 1 2 3 2 1 1 2 4 3 4 1 1 1 1 1 1 1
t-25: $\{ x_k \}$ = 1 1 2 1 2 3 2 1 1 2 4 3 4 2 2 1 1 1 1 1
t-26: $\{ x_k \}$ = 1 2 1 1 2 2 1 2 2 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1
t-27: $\{ x_k \}$ = 1 1 2 2 2 3 2 1 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1
t-28: $\{ x_k \}$ = 1 2 2 1 2 2 3 1 1 2 3 4 3 2 1 1 1 1 1 1
t-29: $\{ x_k \}$ = 1 2 2 1 2 4 2 1 1 2 1 3 3 2 1 1 1 1 1 1
t-30: $\{ x_k \}$ = 1 1 2 1 2 3 2 3 1 2 4 1 2 3 2 1 1 1 1 1

Najveći broj procesora je potreban upravo za instancu **t-25.** Za nju je broj potrebnih procesora 9,216. Na primer, 10 procesora koji prate manje od po 1,000 sekvenci. Ovo je izuzetan rezultat iz dva razloga. Prvo, primenjen je elementaran način raspodele zadataka po procesorima. Drugo, cilj je bio dobijanje globalnog optimuma, što je kako su pokazala prethodna razmatranja, izuzetno težak zadatak. Pokazano je da se odstupanje od globalnog optimuma reda 1% dobija paralelnim praćenjem 1,000 sekvenci.

Na osnovu nizova $\{ x_k \}$ mogu da se naprave raznovrsni zaključci. Na primer, može da se uoči da uvek pet poslednjih umetanja odgovaraju najboljim pozicijama. Takođe, ukoliko se brojevi veći od 2 zamene sa dva, odstupanja ciljne funkcije od optimalne je na svim instancama manji od 1%.

6. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen potpuno novi pristup rešavanju PFS problema. Analizirana je mogućnost pearalelnog izvršavanja konstruktivne heuristike na većem broju procesora. Zahvaljujući strukturi NEH heuristike koja u stvari predstavlja postupak za generisanje permutacija i na osnovu veze koja postoji između enumeracije i iteracija algoritma, raspodela zadataka na procesore je veoma jednostavna.

Prva značajna prednost ovakvog pristupa je činjenica da su heuristike poboljšanja nepodesne za paralelizaciju zbog diversifikacije i rekombinacije, sastavnih delova ovih heuristika. Kako je razvoj hardvera intezivan i trenutno prosečni računari imaju procesore sa više jezgara, uvođenje paralelnog izvršavanja je jedna od najvažnijih mogućnosti za buduće unapređenje heuristika.

Druga prednost je jasno definisana polinomska zavisnost ovakvih postupaka. Ovo omogućuje da korisnik unapred može precizno da definiše, na osnovu raspoloživog vremena, koliko paralelnih sekvenci može da prati na svakom procesoru, a time i upravlja kvalitetom dobijenih rešenja.

Najzad, ovaj pristup otvara mogućnosti primene inteligentnih alata. Realne primene optimizacionih postupaka su najčešće vezane za određeno okruženje koje ima svoje specifičnosti. Inteligentni alati uočavaju te specifičnosti i predlažu korisnicima najbolja rešenja. U takvom okruženju inteligentne metode mogu da izvrše predikciju raspodele sekvenci na procesore i dinamičku preraspodelu sekvenci između procesora.

U radu je korišćen elementaran način raspodele sekvenci na procesore. Glavni zadatak studije je bio da se utvrdi da li ovakav pristup uopšte ima smisla. Kako je dopustivi skup ovih problema ogroman, postojala je mogućnost da je potreban broj procesora takođe ogroman. Dobijeni rezultati su izuzetno ohrabrujući za skup testiranih instanci.

Budući rad na ovom pristupu može da se usmeri u više pravaca. Prvi zadatak je da se detaljno na svim opšte korišćenim instancama sprovedu testiranja analogna testiranjima u ovom radu. Samo testiranja na velikom skupu raznovrsnih instanci može da obezbedi materijal za dobijanje pouzdanih statističkih podataka. Sledeći pravac je definisanje raznovrsnih postupaka za raspodelu zadataka po procesorima, uključujući i upotrebu inteligentnih metoda. Najzad, primena ovog pristupa na rešavanje drugih problema kombinatorne optimizacije predstavlja logički zadatak budućih istraživanja.

LITERATURA

[1] M. Nawaz, E. Enscore Jr and I. Ham, "A heuristic algorithm for the m-machine, n-job flow-shop sequencing problem," *Omega-The International Journal of Management Science,* vol. 11, no. 1, p. 91–95, 1983.

[2] V. Fernandez-Vigas and J. Framinan, "On insertion tie-breaking rules in heuristics for the permutation flowshop scheduling problem.," *Computers and Operations Research,* vol. 45, pp. 60-67, 2014.

[3] P. Kalczynski and J. Kamburowski, "On the NEH heuristic for minimizing the makespan in permutation flowshops," *Omega-The International Journal of Management Science,* vol. 35, p. 53–60, 2007.

[4] I. Ribas, R. Companys and X. Tort-Martorell, "Comparing three-step heuristics for the permutation flow shop problem," *Comput Oper Res,* vol. 37, no. 12, p. 2062–70, 2010.

[5] M. Danilovic and O. Ilic, "A generalized constructive algorithm using insertion-based heuristics," *Computers and Operations Research,* vol. 66, pp. 29-43, 2016.

[6] D. Vasiljevic and M. Danilovic, "Handling ties in heuristics for the permutation flow shop scheduling problem," *Journal of Manufacturing Systems,* vol. 35, pp. 1-9, 2015.

[7] M. Danilović and O. Ilić, "Algoritam proračuna vremenskog razmaka proizvodnje za problem redosleda u protočnoj radionici," in *YU INFO 2012, , XVIII Konferencija o računarskim naukama i informacionim tehnologijama*, Kopaonik, 29.02.-03.03.2012.

[8] M. Danilović and O. Ilić, "Nova formalizacija i proširenje faze umetanja u NEH heuristici," in *YU INFO 2013, XIX Konferencija o računarskim naukama i informacionim tehnologijama*, Kopaonik, 03-06. 03. 2013.

[9] M. Danilović and O. Ilić, "Primena generalizovane konstruktivne heuristike na permutacioni flowshop problem," in *YU INFO 2014, XX naučno-stručna i biznis konferencija*, Kopaonik, 09-13.03.2014.

[10] M. Danilović and O. Ilić, "Novi pristup rešavanju permutacionog flowshop problema," in *YU INFO 2015, XXI naučno-stručna i biznis konferencija*, Kopaonik, 08.-11.03.2015.

[11] M. Danilović and O. Ilić, "Analiza iteracija NEH heuristike za problem redosleda delova u liniji," in *YU INFO 2019, XXV naučno-stručna i biznis konferencija*, Kopaonik, 2019.

[12] O. Ilić, Računarski integrisana proizvodnja, Beograd: Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu, 2015.

[13] E. Taillard, “Scheduling instances,” 2004. [Online]. Available: http://ina.eivd.ch/collaborateurs/etd/problemes.dir/ordonnancement.dir/ordonnancement.html. [Accessed 5 7 2015].

[14] J. Watson, L. Whitley and A. Howe, "Contrasting structured and random permutation flowshop scheduling problems: Search space topology and algorithm performance," *ORSA Journal of Computing,* vol. 14, no. 2, p. 98–123, 2002.

PRIMENA OBJEKTIVNIH METODA PROCENE KVALITETA U DETEKCIJI JEDVA PRIMETNIH RAZLIKA JPEG SLIKA
USING OBJECTIVE IMAGE QUALITY ASSESSMENT METRICS IN DETECTION JUST NOTICEABLE DIFFERENCES OF JPEG IMAGES

Boban Bondžulić[1], Nenad Stojanović[1], Vladimir Petrović[2], Omar Zelmati[1]
Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija[1]
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka[2]

Sadržaj *- U radu je izvršena analiza detekcije jedva primetnih razlika između originalnih slika i njihovih verzija sa JPEG kompresijom, pomoću objektivnih metoda za procenu kvaliteta slike. Za analizu je korišćena MCL-JCI baza slika, namenjena za proučavanje JPEG kompresije. Performanse velikog broja objektivnih metoda za procenu kvaliteta slike date su kroz koeficijente korelacije rangova sa subjektivnim ocenama kojima su evaluirane slike kod kojih se uočavaju razlike u odnosu na referentnu sliku. Analizirana je mogućnost određivanja prve JPEG slike sa jedva vidljivim razlikama u odnosu na original definisanjem fiksne vrednosti kvaliteta neke od mera objektivne procene kvaliteta.*

Abstract *- In this paper is analyzed the detection of just noticeable difference between original images and their JPEG compressed versions, using image quality assessment measures. The MCL-JCI image dataset was used for the analysis, intended precisely for the study of JPEG compression. The performance of a large number of objective image quality assessment measures is given by Spearman rank order correlation coefficients with subjective ratings that identify images on which can notice differences with the reference image. The possibility of determining the first JPEG image with just noticeable difference relative to the original was analyzed by defining the fixed quality value of some of the objective quality assessment measures.*

1. UVOD

Kompresija je najčešći vid obrade signala slike, bilo da se vrši u cilju pripreme signala radi prenosa bilo da je cilj zauzimanje manjeg memorijskog prostora prilikom skladištenja. Jedna od najrasprostanjenijih metoda za kompresiju slike je JPEG [1] i iz tog razloga je i dalje često predmet istraživanja. Zahtevi korisnika su visoki i iz tog razloga je potrebno naći kompromis između zadovoljavajućeg kvaliteta i što većeg stepena kompresije koja je neophodna u savremenim sistemima za obradu, prenos i prikaz multimedijalnog sadržaja.

Da bi se obezbedio zadovoljavajući kvalitet komprimovane slike na raspolaganju je veliki broj objektivnih metoda za procenu kvaliteta slike koje imaju visok stepen slaganja sa subjektivnom percepcijom. U ovom radu je u analizi korišćen veliki broj mera za objektivnu procenu kvaliteta slike. Ukupno je korišćeno 35 mera od kojih su 33 mere sa potpunim referenciranjem (*Full-Reference*, FR) i dve mere bez referenciranja (*No-Reference*, NR).

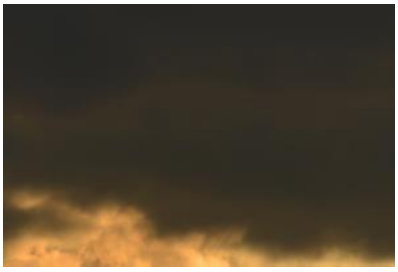
Najčešća korisćena mera u različitim analizama i primenama je PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*). Pored PSNR, korišćene su UIQI (*Universal Image Quality Index*) [2], SSIM (*Structural Similarity Index*) [3] i mere koje su nastale njihovim proširenjem MS-SSIM (*Multiscale* SSIM) [4], IW-SSIM (*Information Content Weighted* SSIM), IW-MSE (IW *Mean Squared Error*) i IW-PSNR [5]. Mera $SSIM_{index}$ predstavlja prvobitnu verziju SSIM, u kojoj se ne vrši predobrada signala slike.

Ostale korišćene mere sa potpunim referenciranjem su: GMSD (*Gradient Magnitude Similarity Deviation*) sa izvedenom GMSM vrednošću (*Gradient Magnitude Similarity Mean*) [6], FSIM (*Feature Similarity*) i njena verzija za slike u boji FSIMc (FSIM *Color*) [7], GSM (*Gradient Similarity Metric*) [8], ADM (*Additive Impairments and Detail Losses Metric*) [9], VIF (*Visual Information Fidelity*) i njena pojednostavljena verzija VIFp [10], MAD (*Most Apparent Distortion*) [11], VSI (*Visual Saliency-Induced Index*) [12], MDSI (*Mean Deviation Similarity Index*) [13], CVSSI (*Contrast and Visual Saliency Similarity-Induced Index*) [14], MCSD (*Multiscale Contrast Similarity Deviation*) [15], SR-SIM (*Spectral Residual Based Similarity*) [16], SFF (*Sparse Feature Fidelity*) [17], SCDM (*Structural Contrast Distortion Metric*) [18], SCQI (*Structural Contrast Quality Index*) [18], PAMSE (*Perceptual-Fidelity Aware Mean Squared Error*) [19], RVSIM (*Riesz Transform and Visual Contrast Sensitivity-Based Feature Similarity*) [20], RSEI (*Rectangular-Normalized Superpixel Entropy Index*) [21], IGM (*Internal Generative Mechanism*) [22] i RFSIM (*Riesz Transform Feature Similarity*) [23]. Pored navedenih mera korišćena je i jedna mera razvijana od strane autora označena sa Q^{AB}, kao i dve izvedene mere uvođenjem mapa značaja, označenih sa $Qw1$ i Q_{w2} [24]. Dve korišćene mere bez referenciranja su razvijane konkretno za potrebe kvaliteta JPEG komprimovanih slika, a to su NJQA (*No-reference JPEG Quality Assessment*) [25] i NR-JPEG (*No-reference for JPEG*) [26].

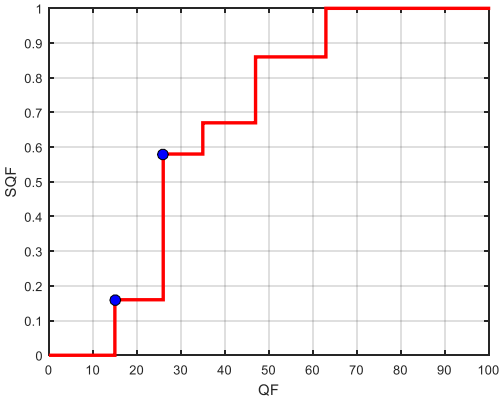
U radu je razmatrana jedna od mogućnosti određivanja prve JPEG komprimovane slike kod koje se mogu uočiti razlike u odnosu na originalnu sliku pomoću fiksne vrednosti kvaliteta dobijene nekom od navedenih objektivnih mera za procenu kvaliteta slike.

U drugom delu rada dat je opis korišćene baze slika. Dobijeni rezultati predstavljeni su u trećem delu rada. U četvrtom delu rada dati su zaključci i mogući pravci budućeg istraživanja.

(a) originalna slika sa homogenim regionima



(b) isečak originalne slike 1(a)



(c) SQF funkcija(5 JND tačaka)

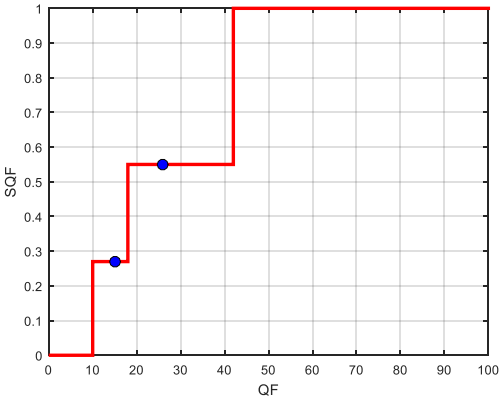
(d) isečak komprimovane slike za QF=26

(e) isečak komprimovane slike za QF=15

Slika 1. Primer slike sa homogenim regionima

(a) originalna slika bogata detaljima

(b) isečak originalne slike 2(a)



(c) SQF funkcija (3 JND tačke)

(d) isečak komprimovane slike za QF=26

(e) isečak komprimovane slike za QF=15

Slika 2. Primer slike bogate detaljima

2. OPIS BAZE SLIKA

Baza slika koja je korišćena u ovom istraživanju je MCL-JCI (*Media Communications LAB - JND-based Coded Images*) [27]. Kreirana je od 50 izvornih slika korišćenjem JPEG kompresije. Od svake izvorne slike, dobijeno je 100 komprimovanih slika sa faktorom kvaliteta (*Quality Factor*, QF) između 1 i 100. Faktor

kvaliteta 100 predstavlja sliku sa najmanjim stepenom kompresije/degradacije, dok je sa 1 označena slika najvišeg stepena kompresije/degradacije. Kompletna baza se sastoji od 5050 slika, od kojih je 5000 test slika i 50 originalnih slika. Slike su visoke rezolucije, 1920x1080 piksela. U subjektivnim testovima učestvovalo je više od 150 dobrovoljaca, uglavnom laika, tako da je svaku sliku evaluiralo 30 ispitanika.

Vizuelni sistem čoveka ne može da uoči male promene u razlici kod slika na nivou piksela, odnosno čovek ne percipira stvari na kontinualnoj skali već na diskretnoj kada je kvalitet slike u pitanju. U radu [28] pokazano je da se ljudska percepcija JPEG komprimovanih slika može prikazati stepeničastom funkcijom faktora kvaliteta (*Stair Quality Function*, SQF).

Jedan od ciljeva kreiranja baze je detekcija komprimovanih slika kod kojih se uočava neznatna razlika u odnosu na referentnu sliku (*Just Noticeable Difference*, JND). Ispitanicima su istovremeno prikazivane dve slike - original i komprimovana test slika. Komprimovana slika je menjana određenim algoritmom [29] dokle god se ne pojavi slika kod koje se uočavaju razlike u odnosu na originalnu sliku. Izabrana slika je označena kao prva JND tačka. Sada prva JND tačka postaje nova referentna slika i dalje se upoređuje sa ostalim slikama kako bi se došlo do sledeće slike kod koje se može uočiti razlika, odnosno do druge JND tačke. Na isti način se dolazi i do ostalih JND tačaka. Broj JND tačaka zavisi od sadržaja slike i kreće se između tri i sedam.

Na slikama 1 i 2 prikazane su dve slike iz korišćene baze slika i njihovi odgovarajući isečci. Slike 1(a) i 2(a) prikazuju originalne slike. Zbog velike rezolicije slika, na slikama 1(b) i 2(b) prikazani su isečci izabranih slika. Prikazane slike (i njihovi isečci) izabrane su tako da prikažu homogene regione (slika 1) i regione bogate detaljima (slika 2). Grafici 1(c) i 2(c) predstavljaju SQF funkcije prikazanih slika. Na slici 1(c) uočava se pet skokova koji predstavljaju pet JND tačaka, dok se kod grafika 2(c) uočavaju tri skoka, odnosno tri JND tačke. Sa ovog primera se može zaključiti da generalno slike sa više detalja imaju manji broj JND tačaka i da se prva JND tačka uočava pri višem stepenu kompresije jer je teže uočiti degradacije izazvane JPEG kompresijom. Kod oba primera prikazani su izabrani isečci slika za QF=26 i QF=15. Izabrane komprimovane slike su na SQF graficima označene plavim tačkama. Kod slike 1, gde ima malo detalja komprimovane slike sa izabranim faktorom kvaliteta odgovaraju trećoj i četvrtoj JND tački, dok su kod slike 2 u pitanju prva i druga JND tačka. Kada se pogledaju slike 1(d), 2(d), 1(e) i 2(e), kod slike sa homogenim regionima su uočljiviji blokovski efekti karakteristični za JPEG kompresiju, stoga je za očekivati da je kod slike sa više detalja teže uočiti artefakte koje izaziva JPEG kodovanje. Prema graficima na slikama 1(c) i 2(c), prva JND tačka je znatno ranije detektovana kod slike sa više homogenih regiona, što je i očekivano, jer su blokovski efekti izraženiji u glatkim regionima.

3. OBJEKTIVNA PROCENA KVALITETA SLIKA I DETEKCIJA PRVE JPEG SLIKE SA TEK VIDLJIVIM RAZLIKAMA

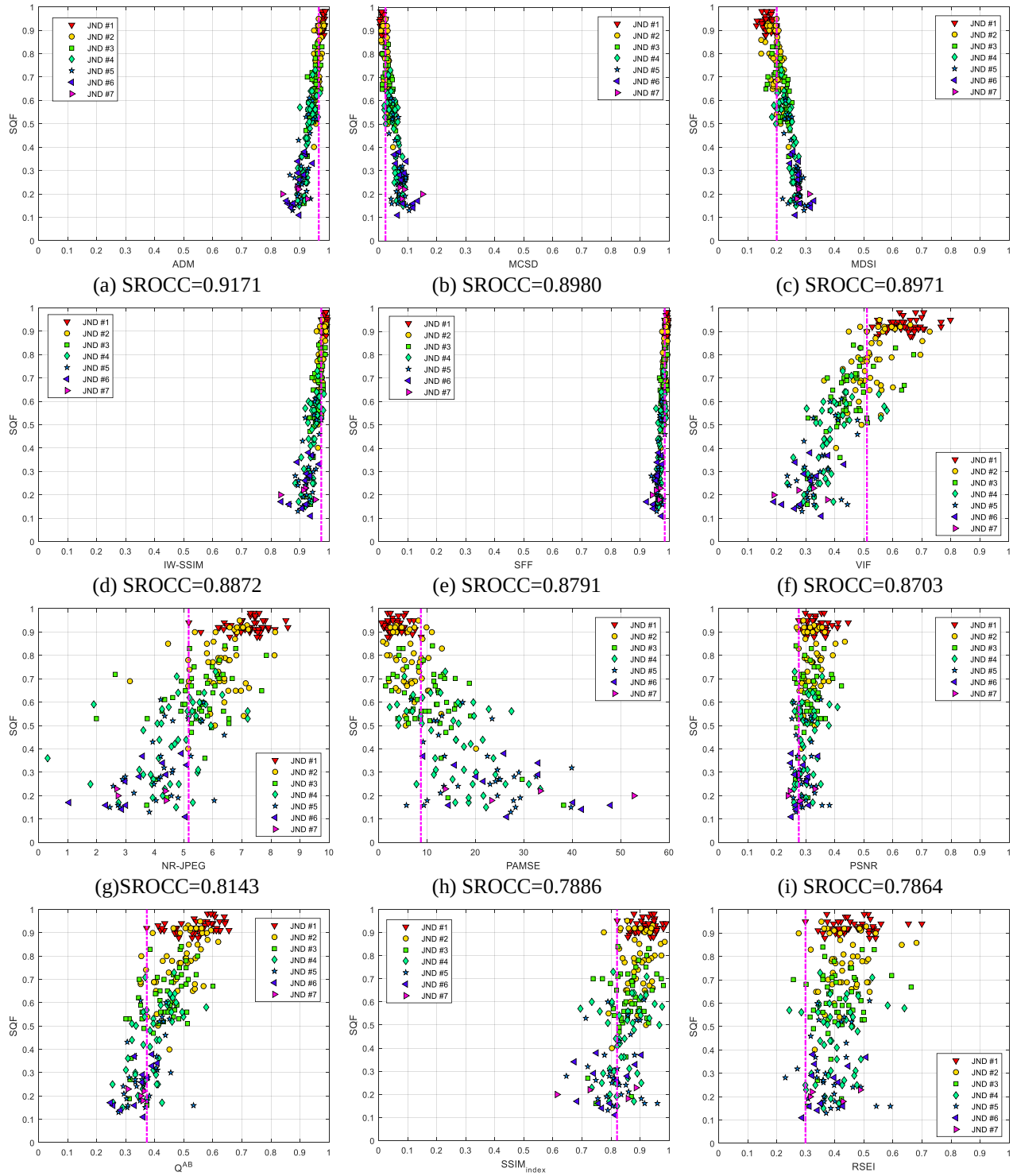
Objektivne metode za procenu kvaliteta slike mogu biti moćan alat za brzo i efikasno određivanje numeričkog kvaliteta slike. Ove metode se mogu koristiti u različitim primenama gde se zahteva određen kvalitet slike. Jedna od mogućih primena mera za objektivnu procenu kvaliteta slike je i određivanje prve JND tačke.

Tabela 1 – Koeficijenti korelacije rangova objektivnih procena kvaliteta i vrednosti SQF skorova na MCL-JCI bazi slika

Redni broj	Mera	ROCC
1.	GSM	0.9234
2.	ADM	0.9171
3.	IW-MSE	0.9054
4.	IW-PSNR	0.9054
5.	SR-SIM	0.9016
6.	MCSD	0.8980
7.	MDSI	0.8971
8.	FSIMc	0.8966
9.	FSIM	0.8900
10.	IW-SSIM	0.8872
11.	VSI	0.8803
12.	VIF	0.8791
13.	GMSD	0.8709
14.	SFF	0.8703
15.	SCQI	0.8673
16.	MAD	0.8668
17.	CVSSI	0.8639
18.	SCDM	0.8616
19.	RVSIM	0.8626
20.	GMSM	0.8594
21.	IGM	0.8566
22.	Q_{w2}	0.8554
23.	Q_{w1}	0.8474
24.	SSIM	0.8410
25.	**NR-JPEG**	**0.8143**
26.	MS-SSIM	0.8139
27.	RFSIM	0.8099
28.	**NJQA**	**0.8062**
29.	PAMSE	0.7886
30.	Q^{AB}	0.7864
31.	PSNR	0.7864
32.	VIFp	0.6600
33.	$SSIM_{index}$	0.5898
34.	UIQI	0.5726
35.	RSEI	0.3728

U korišćenoj bazi slika, na 50 slika koje su testirane, utvrđeno je da postoje 243 JND tačke. Vrednosti SQF skorova JND tačaka iskorišćene su kao ocene subjektivnog kvaliteta i pomoću korelacije rangova (*Spearman Rank Order Correlation Coefficient*, SROCC) dobijen je stepen slaganja sa objektivnim metodama za

procenu kvaliteta slike. Dobijeni rezultati dati su u tabeli 1 za sve korišćene metode objektivne procene kvaliteta slike. Mere su u tabeli poređane u skladu sa postignutim rezultatima. Najviši stepen slaganja postigla je mera GSM, dok je najslabiji rezultat postigla mera RSEI. Čak 28 mera su postigle stepen slaganja iznad 80%, a svega 5 mera iznad 90%. Dve mere bez referenciranja su postigle korelaciju sa SQF vrednostima JND tačaka oko 80% i zauzele su 25. i 28. poziciju (osenčene vrednosti u tabeli). Iako su korišćene mere bez referenciranja namenjene za procenu kvaliteta slika degradiranih JPEG kompresijom, njihove performanse su lošije od najvećeg broja mera sa potpunim referenciranjem.



(a) SROCC=0.9171 (b) SROCC=0.8980 (c) SROCC=0.8971

(d) SROCC=0.8872 (e) SROCC=0.8791 (f) SROCC=0.8703

(g)SROCC=0.8143 (h) SROCC=0.7886 (i) SROCC=0.7864

(j) SROCC=0.7864 (k) SROCC=0.5898 (l) SROCC=0.3728

Slika 3. Dijagrami rasipanja objektivnih procena kvaliteta i SQF skorova na MCL-JCI bazi slika

Na slici 3 ilustrovani su dijagrami rasipanja objektivnih procena kvaliteta i SQF skorova na MCL-JCI bazi slika. Na svakoj od podslika, JND tačke predstavljene su drugačijim simbolom. Vertikalnom linijom označena je minimalna vrednost prve JND tačke (mere MCSD, MDSI i PAMSE prikazane na slikama 3(b), 3(c) i 3(h), respektivno, imaju obrnutu skalu gde viša vrednost predstavlja lošiji kvalitet slike).

U slučaju kada bi vrednosti procene kvaliteta slika koje predstavljaju prve JND tačke bile razdvojene od numeričkih vrednosti kvaliteta ostalih JND tačaka bilo bi moguće na jednostavan način definisati fiksnu vrednost kvaliteta objektivne mere kojom bi se odredila prva JND tačka za bilo koju sliku. Međutim, rezultati sa slike 3 pokazuju da nijedna mera ne razdvaja vrednosti prve JND tačke od ostalih, niti bilo koju drugu JND tačku od ostalih JND tačaka. Kod svih testiranih mera, određen broj JND tačaka višeg stepena ulaze u opseg prve JND tačke definisan slikom najslabijeg kvaliteta. Kod mera sa višom korelacijom, kao što su ADM (slika 3(a)), MCSD (slika 3(b)) ili IW-SSIM (slika 3(d)), manji broj JND tačaka višeg reda prelazi granicu definisanu prvom JND tačkom najlošijeg kvaliteta.

Karakteristično za sve mere koje su dale visok stepen slaganja sa SQF skorovima je da imaju veoma uzak opseg vrednosti kvaliteta što je ilustovano na primerima sa slika 3(a) - mera ADM, 3(d) - mera IW-SSIM, 3(e) - mera SFF, 3(b) - mera MCSD i 3(c) - mera MDSI. Isto važi i za mere čiji dijagrami rasipanja nisu ilustrovani, a postigle su dobre rezultate. Jedna od mera koja ima visok stepen korelacije sa subjektivnim skorovima, a da ima nešto širi dinamički opseg je VIF i prikazana je na slici 3(f).

Mere sa širim opsegom vrednosti kvaliteta, uglavnom imaju nešto niži stepen slaganja sa vrednostima SQF funkcija u analiziranoj bazi slika. Kod mera sa slabijim performansama veliki broj JND tačaka višeg stepena prelazi određenu granicu za prvu JND tačku što se uočava kod mera PSNR (slika 3(i)), $SSIM_{index}$ (slika 3(k)) i RSEI (slika 3(l)). Kod mere RSEI koja je dala najslabije rezultate prva JND tačka sa najlošijim kvalitetom gotovo da predstavlja sliku koja ima najlošiji kvalitet od svih 243 JND tačaka koliko ih ima u analiziranoj bazi slika.

4. ZAKLJUČAK

Objektivne metode za procenu kvaliteta slike pokazale su različite performanse na testiranoj MCL-JCI bazi slika sa JPEG kompresijom. Najveći broj mera je dostigao stepen slaganja sa subjektivnim procenama između 80% i 90%. Pokazano je da se zbog preklapanja JND tačaka različitih stepena kod različitih slika ne može odrediti prva JND tačka koristeći fiksnu vrednost kvaliteta dobijenu korišćenjem neke od mera za objektivnu procenu kvaliteta slike, čak ni kod mera koje su postigle stepen slaganja sa subjektivnim skorovima preko 90%. Može se uočiti povezanost vrednosti dostignute korelacije kod svake pojedinačne mere i broja JND tačaka višeg stepena koji prelaze definisanu granicu minimalne vrednosti kvaliteta prve JND tačke.

U daljem radu planiran je razvoj algoritma za detekciju prve JND tačke kod slika kod kojih je primenjena JPEG kompresija.

ZAHVALNICA

Ovo istraživanje je deo projekta VA-TT/3/19-22, podržanog od strane Ministarstva odbrane Republike Srbije.

LITERATURA

[1] Hudson, G., Léger, A., Niss, B. and Sebestyén, I., "JPEG at 25: Still Going Strong." IEEE MultiMedia, Vol. 24, Iss. 2, pp. 96-103, 2017.

[2] Wang, Z. and Bovik, A.C., "A universal image quality index." IEEE Signal Processing Letters, Vol. 9, No. 3, pp. 81-84, March, 2002.

[3] Wang, Z., Bovik, A.C., Sheikh, H.R. and Simoncelli, E.P., "Image quality assessment: From error visibility to structural similarity." IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 13, No. 4, pp. 600-612, 2004.

[4] Wang, Z., Simoncelli, E.P. and Bovik, A.C., "Multiscale structural similarity for image quality assessment." Conference Record of the 37th Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, pp. 1398-1402, November 2004.

[5] Wang, Z. and Li, Q., "Information content weighting for perceptual image quality assessment." IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 20, No. 5, pp. 1185-1198, 2011.

[6] Xue, W., Zhang, L., Mou, X. and Bovik, A.C., "Gradient magnitude similarity deviation: A highly efficient perceptual image quality index." IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 23, No. 2, pp. 684-695, 2014.

[7] Zhang, L., Zhang, L., Mou, X. and Zhang, D., "FSIM: A feature similarity index for image quality assessment." IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 20, No. 8, pp. 2378-2386, 2011.

[8] Liu, A., Lin, W. and Narwaria, M., "Image quality assessment based on gradient similarity." IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 21, No. 4, pp. 1500-1512, 2012.

[9] Li, S., Zhang, F., Ma, L. and Ngan, K.N., "Image quality assessment by separately evaluating detail losses and additive impairments." IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 13, No. 5, pp. 935-949, 2011.

[10] Sheikh, H.R. and Bovik, A.C., "Image information and visual quality." IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 15, No. 2, pp. 430-444, 2006.

[11] Larson, E.C. and Chandler, D.M., "Most apparent distortion: A dual strategy for full-reference image quality assessment." International Society for Optics and Photonics, Vol. 7242, pp. 72420S, January 2009.

[12] Zhang, L., Shen, Y. and Li, H., "VSI: A visual saliency-induced index for perceptual image quality assessment." IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 23, No. 10, pp. 4270-4281, 2014.

[13] Nafchi, H.Z., Shahkolaei, A., Hedjam, R. and Cheriet, M., "Mean deviation similarity index: Efficient and reliable full-reference image quality evaluator." IEEE Access, Vol. 4, pp. 5579-5590, 2016.

[14] Jia, H., Zhang, L. and Wang, T., "Contrast and visual saliency similarity-induced index for assessing image quality." IEEE Access, Vol. 6, pp. 65885-65893, 2018.

[15] Wang, T., Zhang, L., Jia, H., Li, B. and Shu, H., "Multiscale contrast similarity deviation: An effective and efficient index for perceptual image quality assessment." Signal Processing: Image Communication, Vol. 45, pp. 1-9, 2016.

[16] Zhang, L. and Li, H., "SR-SIM: A fast and high performance IQA index based on spectral residual." Proc. of the 19th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 1473-1476, 2012.

[17] Chang, H.W., Yang, H., Gan, Y. and Wang, M.H., "Sparse feature fidelity for perceptual image quality assessment." IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 22, No. 10, pp. 4007-4018, 2013.

[18] Bae, S.H. and Kim, M., "A novel image quality assessment with globally and locally consilient visual quality perception." IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 25, No. 5, pp. 2392-2406, 2016.

[19] Xue, W., Mou, X., Zhang, L. and Feng, X., "Perceptual fidelity aware mean squared error." Proc. of the IEEE International Conference on Computer Vision, pp. 705-712, 2013.

[20] Yang, G., Li, D., Lu, F., Liao, Y. and Yang, W., "RVSIM: A feature similarity method for full-reference image quality assessment." EURASIP Journal on Image and Video Processing, 2018(1), 6, 2018.

[21] Lu, T., Wang, J., Zhou, H., Jiang, J., Ma, J. and Wang, Z., "Rectangular-normalized superpixel entropy index for image quality assessment." Entropy, 2018, 20(12), 947.

[22] Wu, J., Lin, W., Shi, G. and Liu, A., "Perceptual quality metric with internal generative mechanism." IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 22, No. 1, pp. 43-54, 2013.

[23] Zhang, L., Zhang, L. and Mou, X., "RFSIM: A feature based image quality assessment metric using Riesz transforms." 17th IEEE International Conference on Image Processing, pp. 321-324, September 2010.

[24] Bondzulić, B. and Petrović, V., "Edge-based objective evaluation of image quality." 18th IEEE International Conference on Image Processing, pp. 3305-3308, 2011.

[25] Golestaneh, S.A. and Chandler, D.M., "No-reference quality assessment of JPEG images via a quality relevance map." IEEE Signal Processing Letters, Vol. 21, No. 2, pp. 155-158, 2014.

[26] Wang, Z., Sheikh, H.R. and Bovik, A.C., "No-reference perceptual quality assessment of JPEG compressed images." IEEE International Conference on Image Processing. Vol. 1, pp. 477-480, 2002.

[27] Jin, L., Lin, J.Y., Hu, S., Wang, H., Wang, P., Katsavounidis, I., Aaron, A. and Kuo C.-C.J., "Statistical study on perceived JPEG image quality via MCL-JCI dataset construction and analysis." in Proc. IS&T Int. Symp. Electron. Imag. - Image Qual. Syst. Perform. XIII, San Francisco, CA, USA, 2016, Article no. IQSP-222.

[28] Lin, J.Y., Jin, L., Hu, S., Katsavounidis, I., Li, Z., Aaron, A. and Kuo, C.-C.J. "Experimental design and analysis of JND test on coded image/video." In Applications of Digital Image Processing XXXVIII, Vol. 9599, pp. 95990Z. September 2015.

[29] Hu, S., Wang, H. and Kuo, C.-C.J., "A GMM-based stair quality model for human perceived JPEG images." IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), IEEE, pp. 1070-1074, 2016.

PRIMENA NELINEARNOG REGRESIONOG MODELA U DIJAGNOSTICI KOTRLJAJNIH LEŽAJEVA

IMPLEMETATION OF A NON-LINEAR REGRESSION MODEL IN THE DIAGNOSTICS OF THE ROLLING BEARINGS

Nebojša Ivković[1] , Vlade Urošević[2], Biljana Savić[3]
Visoka poslovno tehnička škola Užice[1]
Fakultet Tehničkih Nauka u Čačku,Univerzitet u Kragujevac[2]
Visoka škola tehničkih strukovnih studija Čačak[3]

Sadržaj *- Kotrljajući ležajevi su među najčesće korisćenim komponentama industrijskih postrojenja.*
U ovom radu prikazani su merni sistem i oprema za analizu stanja kotrljajnih ležajeva. To je modularni uređaj VibroLog za merenje više dijagnostičkih parametara ležajeva: vibracija, broja obrtaja, temperature i zvučnog pritiska. Uređaj je data kolektor i analizator. U okviru VibroLog-a razvijen je softver koji omogućava da se podaci čija je akvizicija izvršena analiziraju i prikazuju u najrazličitijim formama. Softver je razvijen u programskom jeziku JAVA.
Ovaj rad se bavi i formiranjem matematičkog modela za ocenu i predviđanje kvalitativnog stanja kotrljajućih ležajeva u realnim uslovima eksploatacije. Model je formiran Regresiom nelinearnom analizom kao jednom od najčešće upotrebljavanih statističkih tehnika. Razijeni model omogućava da se procena i predviđanje stanja ležaja može izvršiti merenjem zvučnog pritiska koji je jednostavniji u poređenju sa merenjem vibracija u realnim uslovima.
Razvijeni vibrodijagnostički sistem, i kreirani model, omogućavaju sagledavanje stanja kotrljajucih ležajeva i njihove predikcije širokog spektra kotrljajucih ležajeva.

Abstract *- Rolling bearings are among the most commonly used components of industrial plants.*
This paper presents the measuring system and equipment for analyzing the condition of roller bearings.
The newly developed measuring instrument VibroLog is a data collector and analyzer, a modular device for measuring several diagnostic bearing parameters: vibration, rpm, temperature and sound pressure. Software solution for the analysis of rolling bearings have been developed in the Java programming language.
This paper is also concerned with the formation of a mathematical model for the evaluation and prediction of the qualitative state of rolling bearings in real exploitation conditions. The model was formed by Regression nonlinear analysis as one of the most widely used statistical techniques. The development model makes it possible to evaluate and predict the condition of the bearing by measuring volume that is simpler compared to vibration measurement in real conditions.
The developed vibrodiagnostic system, and the created model, make it possible to view the condition of the rolling bearings and their predictions of a wide range of rolling bearings.
Keywords: modeling, rolling bearing, vibration

1. UVOD

Kotrljajni ležajevi imaju široku primenu u različitim mehaničkim sistemima. Pouzdano funkcionisanje takvih mehaničkih sistema zavisi od stanja ugrađenih kotrljajnih ležajeva. Ležajevi u toku svog rada razvijaju razne defekte, koji zavise od okruženja i načina rada. Otkrivanje lokalnog defekta u njihovim ranim fazama kroz posmatranje vibracionih signala kotrljajnih ležajeva je u suštini vitalno pitanje [1].

Skriveni nedostaci i defekti ležajeva mogu izazvati velike štete na mašinama, prevoznim sredstvima i velikim sistemima pa se iz tog razloga veliki broj studija bavi istraživanjem kotrljajnih ležajeva.

Sa dobro postavljenom dijagnostičkom metodologijom jednostavno se može utvrditi u kojoj meri je ležaj oštećen, odnosno koji je preostali radni vek ležaja. Ovi podaci su od vitalnog značaja za koncept preventivnog i proaktivnog održavanja i održavanja svih sistema koji sadrže ležajeve [2].

Današ se jednostavno i lako vibrodijagnostičkim analizama može utvrditi uzrok oštećenja ležajeva. Upravo to je jedan od razloga da se u razvijenim zemljama posvećuje posebna pažnja preventivnom održavanju ležajeva, praćenju njihovog stanja i zameni u planskim zastojima. Takođe se pridaje poseban značaj njihovom održavanju, montaži i demontaži, kako bi radni vek ležajeva bio što duži [3].

Merni instrumenti i sistemi za ispitivanje vibracija potiču uglavnom od proizvođača mašinskih elemenata i firmi koje se bave vibrodijagnostikom. Oni često definišu specifikacije testova vibracija i same procedure. Ovo se obično zasniva na dugogodišnjem iskustvu i velikom znanju iz oblasti vibrodijagnostike. Vibracioni test može da pruži strukturiraniji pristup za razumevanje načina rada mašinskih sistema i dolaska do kvarova i oštećenja.

Realni uslovi ekspolatacije ležajeva ne dozvoljavaju uvek merenje svih vibrodijagnostickih parametara. Uslovi rada mašine, planski zastoji, zamene mogu biti ograničavajući faktori za merenje parametara slozenih sistema.

Nalaženje relacija između tih parametara i kreiranje modela bi (popravili…poboljšali, proširili, upotpunili) načine vibrodijagnostike praćenje stanja ležajeva, mada se može na osnovu vrednosti jednog parametra izvesti zaključak o stanju ležaja.

U ovom radu prikazan je razvoj matematičkog modela, za koji je korišćena regresiona analiza.
Model je formiran sagledavanjem i traženjem zakonitosti raspodele eksperimentalnih rezultata i veze između njih na bazi nelinaarne regresione analize. Analizom eksperimentalnih podataka uočeno je da je promena merenih veličina srazmerna samoj veličini. Znajući da se eksponencijalna funkcija prirodno javlja kao matematick modela u takvim situacijama, to je ona i izbrana. Testiranje adekvatnosti modela je izvršeno primenom Fischerov-og testa.

Model je testiran na vise kotrljajućih ležajeva sa različitim stepenom oštećenja. Merenjem jačine zvuka model je pokazao rezultate u okviru predviđene greške.

Razvijeni vibrodijagnosticki sistem, i kreirani model, omogućavaju sagledavanje stanja sirokog spektra kotrljajućih ležajeva i njihove predikcije za veći broj klasa mašina standard ISO 10816.

Kako su oni najrasprostranjeniji mašinski elementi koji se takođe smatraju i kritičnim elementima u sklopu, praćenjem njihovog stanja, povećavaju se pouzdanosti i eksplataciona svojstva celokupnog mašinskog sistema.

2. STRUKTURA SISTEMA ZA ISPITIVANJE LEŽAJEVA

U toku ispitivanja stanja ležajeva novim razvijenim dijagnostičkim sistemom vrši se uporedna analiza tri bitna parametra koja ukazuju na nivo oštećenosti ležaja. To su vibracije (Vrms), zvučni pritisak (P) i temperatura (T). Ovi parametri mere se senzorima vibracija, mikrofonom i senzorom temperature.

Izgled stola za ispitivanje ležajeva sa senzorima prikazan je na slici 1., a na slici 2. nalazi se merni uređaj VibroLog sa računarom na kome se uz pomoć softvera VibroLogApp vrši prikaz izmerenih vrednosti za Vrms, P, T i broj obrtaja vratila, kao i prikaz različitih dijagrama.
Dijagrami se prikazuju za V i P u vremenskom ili frekvetnom domenu, ali aplikacija ima mogućnost i za crtanje *Waterfall* dijagrama [4].

Slika 1. Izgled stola za ispitivanje ležajeva sa senzorima

Slika 2. Merni sistemVibroLog

2.1 Izbor mernih veličina

Vibracije

Najčešće korišćena metoda ispitivanja stanja ležaja je merenje vibracija ležaja. Uvećane vibracije na kućištu ležaja mogu biti uzrokovane defektom ležaja. Istovremeno vibracije koje dolaze iz drugih izvora mogu oštetiti ležaj. U tom smislu potrebno je meriti intenzitet vibracija na kućištu ležaja u cilju provere da li su iste u zadatim granicama za datu mašinu.

Zvučni pritisak

Merenje buke, obično u obliku zvučnog pritiska, je metoda koja se može koristiti za periodične signale, kao što su signali kod rotirajućih mašina. Vibracije koje ležaj emituje se prenose u okolnu strukturu stvarajući akustične smetnje, koje se koriste za analizu stanja ležaja. Transformacija zvučnog pritiska u električni signal vrši se ulaznim elektroakustičkim pretvaračem (mikrofonom), koji je u ovom slučaju korišćen za merenje zvučnog pritiska [4].

Temperatura

Merenje temperature je korisan i jednostavan način za nadgledanje stanja ležaja, jer većina oštećenja pre ili kasnije dovodi do povećanja temperature ležaja. Kada se dva tela pomeraju relativno jedna u odnosu na drugu, budući da su u kontaktu, pojavi će se sile trenja i izvršeni rad će se pretvoriti u toplotu. Ovaj metod za nadgledanje je veoma koristan, ali se može primeniti samo u slučajevima od 1 do 5 procenata preostalog životnog veka

ležaja, tj. kada se već vide harmonici osnovne frekvencije ležaja.

3. RAZVOJ MODELA

Eksperimentalni podaci i njihova analiza

Osnovu eksperimenta čini uporedna analiza tri bitna parametra koja ukazuju na nivo oštećenosti ležaja. To su vibracije, buka i temperatura. Ovi parametri su mereni senzorom vibracija, mikrofonom i senzorom temperature.

Ispitivanje je vršeno na opremi za testiranje ležajeva, sl. 1, na ležajevima tipa 6306. Merenje na ležajevima je vršeno na tri različite frekvencije 20, 40 i 60 Hz, odnosno tri različita broja obrtaja 461, 924 i 1378 obrtaja u minuti.

Tabela 1. prikazuje eksperimentalne vrednosti merenja parametara koji su korišćeni za modelovanje na 1378 obrtaja u minuti.

Broj ležaja	**Broj obrtaja (min^{-1})**	**Vrms (mm/s)**	**P (Pa)**	**T (°C)**
15	1378	**1.89**	**1.28**	27.8
9	1378	**2.36**	**1.43**	28.9
19	1378	**2.745**	**1.47**	28.8
23	1378	**2.77**	**1.57**	29.7
4	1378	**2.9**	**1.6**	25.1
16	1378	**2.93**	**1.62**	28.6
22	1378	**3.16**	**1.69**	22.9
5	1378	**3.19**	**1.82**	28.3
6	1378	**3.8**	**1.87**	28.1
12	1378	**4.28**	**1.95**	26.6
8	1378	**4.54**	**2.02**	27
1	1378	**5.66**	**2.91**	26.8
10	1378	**7.8**	**3**	28.3
13	1378	**10.52**	**3.57**	25.9
14	1378	**11.52**	**3.84**	24.8

Tabela 1. Izmerene vrednosti na ležajevima

Razvoj modela

Model je formiran Regresiom nelinearnom analizom kao jednom od najčešće upotrebljavanih statističkih tehnika.

U postupku matematičkog modeliranja korišcen je sistem cikličnog ponavljanja, koji podrazumeva postupak traženja matematičnog modela počev od jednostavnijih ka složenijim formama modela sve dok se ne dobije matematički model koji se na osnovu Fisherovog testa potvrdi kao adekvatan.

Sveobuhvatnim sagledavanjem eksperimentalnih podataka uočeno je da se da su promene merenih veličina proporcionalne samim veličinama. Znajući da se Eksponencijalna funkcija prirodno javljaja kao matematički model u situacijama u kojima je promena neke veličine proporcionalna toj veličini, to je ona i izabrana

Rukovodeći se poznatim principima modelovanja došlo se do regresione jednačine oblika (1) za opisivanje istraživane zakonitosti.[5]

$$\hat{y} = b_1 + b_2\, e^{b_3 + b_4 x + b_5 x^2} \qquad (1)$$

Gde su b_i, $i = 1,2...5$, koeficijenati koji se dobijaju putem nelinearne regresione analize.

U tabeli 2. prikazane su procenjene vrednosti koeficijenata b_i nelinearnog regresionog matematičkog modela (1). Druga kolona tabele prikazuje disperziju koeficijenata nelinearnog regresionog matematičkog modela $SE(b_i)$.

	Estimate b_i	**SE(b_i)**
b1	-18.7474655627125	974.271569648379
b2	5.64998192849356	9.69396559177563
b3	1.11258324966824	54.7700331312582
b4	0.142198986674909	7.80024897143149
b5	0.00150573576760404	0.378773858913687

Tabela 2. Vrednosti koeficijenata i njihova disperzija, nelinearnog regresionog matematičkog modela (1)

Testiranje adekvatnosti nelinearnog regresionog modela(1) izvršeno je primenom Fischerovog testa, jednačina (2).

$$Fr = \frac{SSR/(K-1)}{SSE/(N-K)}, \text{ Fišerov test} \qquad (2)$$

gde su:

SSR regresiona suma,

SSE rezidualna suma,

K, broj koeficijenata nelinearnog regresionog matematičkog modela

N, ukupan broj eksperimenata obuhvaćenih eksperimentalnim planom tačaka

Regresiona suma je predstavljena kao

$$SSR = \sum_{i=1}^{N} (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \qquad (3)$$

gde su $\hat{y}_i$ procenjene vrednosti vibracija u eksperimentalnim tačkama koje su dobijene na osnovu regresionog matematičkog modela (1) u zavisnosti od stepena zvučnog pritiska.

$\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} y_i$, srednja vrednost vibracija

Vrednost regresione sume za naš model iznosi

SSR= 1.153180663437412e+02.

Rezidualna suma, kao drugi bitan element Fišerovog testa, je predstavljena kao

$SSE = \sum_{i=1}^{N} (y_i - \hat{y}_i)^2$, gde su y_i , izmerene vrednosti vibracija u N tačaka eksperimentalnog plana Tabela (1).

Vrednost rezidualne sume za naš model iznosi

SSE= 0.375456889119168

Vrednost Fišerovog testa na osnovu jednacine (2), za naš regresioni model,

iznosi: Fr = 1126,182318611941

Znajući, da je model adekvatan, za zadati nivo značajnosti p , ako je zadovoljen uslov

Fr > Ft

Gde je Ft = **3.587433702420495**, tablična vrednost koja se dobija na osnovu parametara K, N i p

p=0.95, predstavlja nivo značajnosti sa kojim se procenjuje adekvatnost matematičkog modela.

Pošto je zadovoljen uslov da je:

Fr > Ft, može se zaključiti da je regresioni matematički model (1) u obliku eksponencijalne forme adekvatan.

Jos jedan od pokazatelja uspešnosti modeliranja je koeficijent determinacije.

Koeficijent determinacije je pokazatelj reprezentativnosti regresijskog modela, koji se temelji na analizi varijance. Daje nam informaciju o tome koliko rasipanja izlaznih podataka potiče od funkcijske zavisnosti , a koliko otpada na tzv. rezidualno ili neobjašnjeno rasipanje. Koeficijent determinacije predstavlja meru zavisnosti između promenljivih x i y i dat je izrazom (4)

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}, \qquad (4)$$

Gde je SST= 1.156936571227460e+02

Za naš model ova vrednost iznosi R = 0.997

Korigovan koeficijent determinacije

$$R^2_{adj} = 1 - \frac{(N-1)SSE}{(N-K)SST} \qquad (5)$$

I za naš model iznosi R_{ad}^2= 0.996

Koeficijent determinacije je indikator kvaliteta regresionog modela.

S obzirom da je stepen determinacije $R^2 \approx 1$ to govori da postoji visok stepen zavisnosti između vibracije i zvučnog pritiska (x i y) koji su predmet istraživanja u ovom radu.

4. ZAKLJUČAK

Za kreiranje matematičkog modela, koji je prikazan u ovom radu, korišćeni su eksperimentalni podaci dobijeni sa opreme za dijagnostiku kotrljajnih ležajeva. Dijagnostički sistem se sastoji od probnog stola na kome se vršilo testiranje i novog mernog uređaja za vibrodijagnostiku, kao i programskom rešenju samog uređaja koje omogućava predviđanje stanja ležajeva.

Na ovom vibrodijagnostičkom sistemu praćena su tri bitna parametra - vibracije, buka i temperatura.
Osnovni zahtev koji je postavljen pri projektovanju uređaja za ispitivanje i dijagnostiku stanja ležjeva je da se na njemu mogu simulirati opterećenja koja su bliska realnim opterećenjima u toku eksploatacije, što je i ispunjeno kada je uređaj napravljen. Na kreiranoj opremi su izvršena merenja na oštećenim ležajevima, na kojoj su varirani različiti uticajni faktori.

Polazeći od činjenice da realni uslovi ekspolatacije ležajeva ne dozvoljavaju merenje svih vibrodijagnostickih parametara u radu je prikazano kreiranje modela kojim je uspostavljena relacija između tih parametara. Ovakvim pristupom model omogućava praćenje stanja ležajeva na osnovu vrednosti jednog parametra.

Model je formiran sagledavanjem i traženjem zakonitosti raspodele eksperimentalnih rezultata i veze između njih na bazi nelinaarne regresione analize. Analizom eksperimentalnih podataka uočeno je da je promena merenih veličina srazmerna samoj veličini. Znajući da se

eksponencijalna funkcija prirodno javlja kao matematički model u takvim situacijama, to je ona i izbrana.

Razijeni model omogućava da se procena i predviđanje stanja ležaja može izvršiti merenjem jačine zvuka koji je jednostavniji u poređenju sa merenjem vibracija u realnim uslovima.

Poznavajući vrednosti vibracija i koristeći kriterijum za procenu njihove prihvatljivosti (vibracija) možemo odrediti kvalitativno stanje za različite klase mašina. (ISO 10816).

Razvijeni vibrodijagnosticki sistem, i kreirani model, omogućavaju sagledavanje stanja kotrljajućih ležajeva i njihove predikcije širokog spektra kotrljajućih ležajeva. Kako su oni najrasprostranjeniji mašinski elementi to se praćenjem njihovog stanja povećavaju pouzdanost i eksplataciona svojstva celokupnog mašinskog sistema.

LITERATURA

[1] Patel V. N., Tandon N., Pandey R. K., Vibration Studies of Dynamically Loaded Deep Groove Ball Bearings in Presence of Local Defects on Races, Science Direct, Procedia Engineering 64 (2013), str. 1582 – 1591.

[2] Živković A., Računarska i eksperimentalna analiza ponašanja kugličnih ležaja za specijalne namene, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2012.

[3] Savić B., Mehatronički aspekt istraživanja dinamičkog odziva kotrljajnih ležajeva sa promenom radnih parametara, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka u Čačku.

[4] Savić B., Urošević V., Šiniković G., Milićević I., Multi-parameter measurement system for rolling bearing fault diagnosis, YU INFO 2019, Kopaonik, 2019.

[5] M.I.A. Lourakis. *A brief description of the Levenberg-Marquardt algorithm implemented by* levmar, Technical Report, Institute of Computer Science, Foundation for Research and Technology - Hellas, 2005.

Zaštita računarskih mreža – VPN softverska simulacija

Network security - VPN software simulation

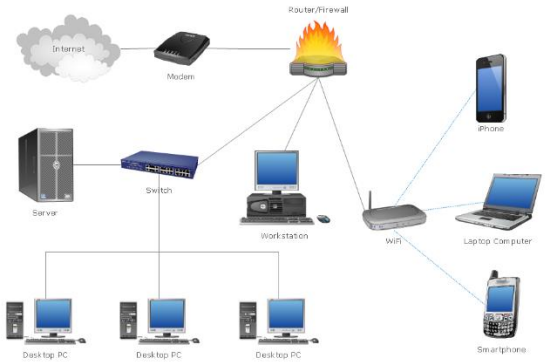
Mladen Ranđić, David Novaković, Jovan Bajčetić
Vojna akademija, Univerzitet odbrane u Beogradu

Sadržaj *– Komunikacioni sistemi u današnje vreme pružaju mogućnost razmene informacionog sadržaja u realnom vremenu. To se postiže zahvaljujući veoma velikim brzinama prenosa podataka, a da pri tome informacija na prijemu bude identična onoj koja je otpremljena od strane pošiljaoca. Uspeh sigurne razmene podataka pored navedenih karakteristika u velikoj meri zavisi od zaštite komunikacione infrastrukture i informacija koje se prenose. U ovom radu opisana je jedna od metoda zaštite računarskih mreža. Pored teorijskih postavki, prikazana je i opisana softverska simulacija jedne od tipova virtuelnih privatnih mreža (Virtual Private Network, VPN). Simulacija je realizovana upotrebom softverskog okruženja „Cisco Packet Tracer“.*

Abstract *– Communication systems nowadays provide the ability to exchange information content in real time. This is achieved due to the very high data rates, while receiving the information identical to the one sent by the sender. The success of secure data exchange, in addition to the above mentioned characteristics, largely depends on the protection of the communication infrastructure and the information being transmitted. This paper describes one of the methods for network security deployment. In addition to the theoretical setting, a software simulation of one of the types of Virtual Private Network (VPN) is also presented. The simulation was implemented using the Cisco Packet Tracer software environment.*

1. UVOD

Računari su postali sastavni deo svakodnevnog života i rada. O značaju ovih hardversko-softverskih sistema za današnji tehnološki razvoj suvišno je i govoriti. Kada se govori o računarima, neizostavan je širokopojasni pristup Internetu, kao globalnoj mreži koja daje mogućnost dostupnosti i razmene informacija u realnom vremenu. Pristup Internetu i korišćenje usluga koje on pruža postalo je nešto što se podrazumeva kao osnovno ljudsko pravo. Stručnjaci iz oblasti razvoja softvera svakodnevno razvijaju nove i unapređuju postojeće aplikacije i programe koje koristimo u svakodnevnom životu i radu. Za njih, ali i za inženjere iz oblasti komunikacionih sistema veoma je važno razumevanje organizacije i načina funkcionisanja Interneta ili generalno rečeno, računarskih mreža. Shvatanje mehanizama funkcionisanja računarskih mreža daje mogućnost da se na najbolji način iskoriste njihove prednosti. Sa druge strane, sagledavanjem ovih principa otkrivaju se i moguće ranjivosti računarskih mreža, što omogućava da se na najbolji mogući način zaštite od potencijalnih opasnosti. Ovo je jedan od glavnih razloga zašto je ova tema odabrana za razmatranje. Idejno rešenje predstavljeno u radu je pored objašnjenja teorijskih postavki računarskih mreža i njihove zaštite i simulacija jedne od kategorija VPN u softveru „Cisco Pacet Tracer“ u cilju zaštite saobraćaja i analize sadržaja IP paketa. Primer topologije jedne zaštićene računarske mreže prikazan je na slici 1.



Slika 1. Primer topologije zaštićene računarske mreže

Računarska mreža se može definisati kao distributivni sistem koji se sastoji od međusobno dinamički povezanih uređaja koji po potrebi obavljaju razmenu informacija, [1, 2]. Ovakav sistem pruža mogućnost komunikacije između bilo koja dva uređaja, pri čemu se razmena informacija mora odvijati po unapred dogovorenim pravilma. Hardverska povezanost elemenata ovog sistema kao i softverska rešenja koja se ogledaju u raznim vrstama aplikacija i servisa pokrenutim na uređajima čine praktičnu realizaciju jedne računarske mreže.

Hardverske komponente (Slika 2) bilo koje mreže su čvorovi, koji mogu biti:

- krajnji učesnici – hostovi i
- čvorovi opsluge – serveri,

zatim mrežni uređaji:

- hab (hub - repetitor),
- komutator (switch - svič),
- bridž (bridge - most),
- ruter (router - usmerivač) i
- gejtvej (gateway – mrežni prolaz).

Ovi mrežni uređaji omogućavaju efikasan i pouzdan prenos informacija između svih elemenata mreže. Kada je

reč o zaštiti računarskih mreža, u današnje vreme neizostavni su sledeći uređaji:

- fajervol (firewall),
- proksi server (proxy server),
- uređaj za analizu saobraćaja (Adaptive Security Appliances - ASA), itd.

Slika 2. Hardverske komponente računarske mreže

Softverski deo jedne računarske mreže sastoji se od aplikacija, programa i mrežnih protokola koji se koriste kako bi omogućili razmenu korisničke informacije, ali i uskladili i sinhronizovali rad svih mrežnih komponenata.

2. OPŠTE O ZAŠTITI RAČUNARSKIH MREŽA

Ukoliko se posmatra razmena informacija, nezavisno od toga kojim načinom se prenosi, dolazi se do zaključka da je zaštita prenošenog sadržaja jedan od najvažnijih prioriteta u komunikaciji. Pored velikog razvoja sredstava telekomunikacija i softverskih rešenja koja olakšavaju čovekov svakodnevni život i rad, velikom brzinom napreduju tehnike i načini napada na telekomunikacionu infrastrukturu u cilju dolaska do značajnih podataka koji se prenose. Detaljan opis napada na mrežne protokole dat je u [3]. Samim tim, u računarskim mrežama proces zaštite mrežne infrastrukture postaje sve složeniji. Od administratora računarskih mreža zahteva se da implementira osnovne mehanizme zaštite. Kako bi se realizovala zaštita računarske mreže, potrebno je krenuti od organizacije planiranja zaštite na osnovu opštih principa zaštite.

Principi zaštite računarskih mreža su:

- Tajnost – daje mogućnost pristupa informacionom sadržaju koji se prenosi samo korisnicima koji su ovlašćeni za takvu vrstu pristupa;

- Integritet – princip koji dozvoljava izmenu podataka samo korisnicima koji su ovlašćeni;

- Dostupnost – daje mogućnost pristupa resursima mrežne infrastrukture.

Skup hardverskih komponenata i implementiranih softverskih rešenja čine svaku mrežu jedinstvenom. Da bi se adekvatno zaštitila svaka mreža, potrebno je u opštem skučaju definisati korake u planiranju zaštite:

- Prvi korak se odnosi na klasifikaciju podataka koje je potrebno zaštititi. Klasifikacija se vrši po različitim kategorijama i zavisi od svake institucije posebno.

- Drugi korak predstavlja odlučivanje koje mere prevencije je potrebno primeniti na osnovu procene rizika od napada.

- Treći korak odnosi se na sprovodjenje definisanih procedura zaštite.

Mehanizmi za implementaciju mera prevencije podeljeni su u tri kategorije:

- Administrativne – odnose se na uputstva i standarde propisane od strane organizacije koja želi da zaštiti svoje podatke;

- Fizičke – podrazumeva fizičku zaštitu mrežnih uređaja;

- Logičke – odnose se na šifre za pristup, fajervolove (*Firewall*), pristupne liste (*Access Control List, ACL*), VPN tunele itd.

Postoje različite vrste napada koji se mogu podeliti u određene kategorije, kao što su:

- Izviđanje;
- Socijalni inženjering;
- Uvećanje nivoa pristupa;
- Ulaz na zadnja vrata;
- Prikriveni kanal;
- Eksploatacija poverenja;
- Napad na šifre;
- Botnet;
- DoS (Denial-of-Service) и DDoS (Distributed Denial-of-Service);
- Man-in-the-middle напади;
- Napad na aplikativni sloj;
- Neautorizovan pristup.

U ovom radu akcenat je stavljen na logičke mehanizme mera prevencije koji se odnose na implementaciju virtuelnih privatnih mreža. Ova vrsta zaštite predstavlja prevenciju prevashodno od već pomenutih man-in-the-middle napada.

Kada se govori o računarskim mrežama ili samo o nekoj od oblasti koje se odnose na mreže, potrebno je poznavati

OSI (Open System Interconnection) referentni model koji je podeljen po nivoima. Svaki od sedam slojeva koje ima ovaj model zadužen je za izvršavanje propisanih zadataka kako bi omogućio razmenu informacionog sadržaja u jednoj računarskoj mreži. Da bi se definisala zaštita računarske mreže u zavisnosti od toga na kom sloju OSI referentnog modela određena vrsta zaštite funkcioniše, koristi se TCP/IP model (Tabela I.).

TABELA I. OSI i TCP/IP model

OSI model	TCP/IP model
Aplikativni sloj	Aplikativni sloj
Sloj prezentacije	
Sloj sesije	
Transportni sloj	Transportni sloj
Mrežni sloj	Internet sloj
Sloj veze	Sloj veze
Fizički sloj	

Vrste zaštite računarske mreže u zavisnosti od sloja TCP/IP modela su:

- Zaštita na aplikativnom sloju koja se odnosi na zaštitu implementacije malicioznog sadržaja u okviru legitimne razmene informacije u komunikaciji pojedinačnih aplikacija. Aplikacije se štite softverskim alatima koji identifikuju i/ili odstranjuju detektovanu pretnju.

- Zaštita na transportnom sloju koja može biti realizovana korišćenjem protokola koji omogućavaju kriptozaštitu informacionog sadržaja ili onemogućavanjem prosleđivanja neželjenih datagrama/segmenata. Protokoli koji se koriste na ovom sloju su:
  - SSL (Secure Socket Layer),
  - TLS (Transport Layer Secure) i
  - SSH (Secure Shell).

- Zaštita na mrežnom sloju daje mogućnost zaštite celokupnog saobraćaja koji se razmenjuje između dva dela računarske mreže. Ovde, na primer spadaju dva računara, dve lokalne računarske mreže, računara i lokalne računarske mreže itd. Pri tome komunikacija će biti zaštićena bez obzira na to koje aplikacije se koriste. Protokol koji se implementira na ovom sloju je IPsec.

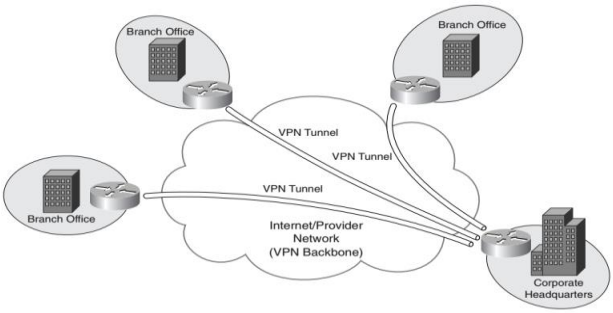
- Zaštita na sloju veze podrazumava zaštitu celokupnog saobraćaja na drugom sloju između dva uređaja koji su direktno povezani. Ova vrsta zaštite nije praktična za primenu kada se računarska mreža sastoji iz velokog broja uređaja.

3. VIRTUELNE PRIVATNE MREŽE

Virtuelne privatne mreže (*Virtual Private Networks, VPN*) su mreže čiju topologiju sačinjavaju uređaji koji nisu neposredno fizički povezani. Kod ovih mreža servis prenosa informacionog sadržaja odvija se preko neke javne infrastrukture (Internet ili mreža pružaoca usluge). Reč „privatne“ u samom nazivu odnosi se na to da se ove mreže razvijaju za potrebe određenih kompanija, organizacija ili grupe korisnika. Privatnost komunkacije ogleda se u šifrovanju paketa koji pripadaju učesnicima VPN tako da su nečitljivi za korisnike van VPN. VPN u današnje vreme najčešće podrazumeva tunelovanje paketa tj. dodavanje novih zaglavlja na osnovu kojih se vrši prosleđivanje kroz mrežu.

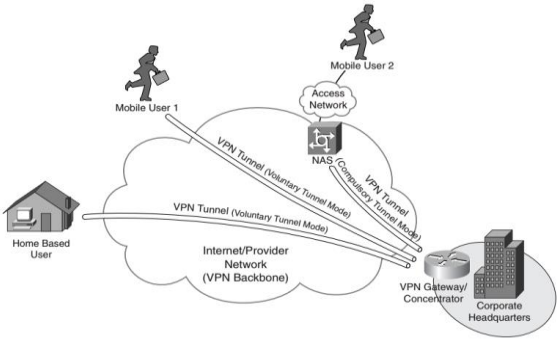
Dve osnovne vrste virtuelnih privatnih mreža su:

- „Oblast - oblast“ VPN (*Site-to-site VPN*) – Pruža mogućnost tunelovanja paketa između dva odvojena dela VPN, najčešće dve lokalne računarske mreže. Tuneli se uspostavljaju između rutera koji se nalaze na izlazu svakog dela VPN, pojedinačno. Topologija jedne ovakve mreže prikazana je na slici 3.



Slika 3. Primer topologije „Site-to-site“ VPN

- „Udaljeni pristup“ VPN (*Remote Access VPN*) – Vrši se uspostava tunela između pojedinačnih korisnika i resursa na serverima u okviru računarske mreže na koju se povezuju. Velika je primena ovog tipa VPN u današnje vreme (Slika 4). Najčešća upotreba je kada se korisnik nalazi na službenom putu ili radi od kuće i želi da se poveže na server u okviru računarske mrežu svoje kompanije pomoću nekog mobilnog uređaja (laptop, tablet, telefon, itd.)



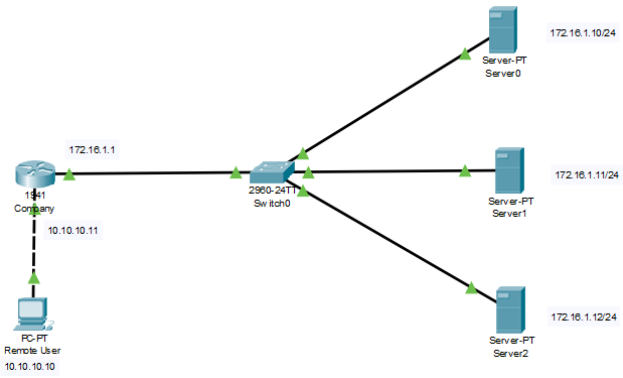
Slika 4. Remote Access VPN

3. KONFIGURACIJA VPN

U ovom poglavlju korak po korak je opisana implementacija jedne od kategorija VPN na mrežnim uređajima Cisco proizvođača. Cisco kompanija, čiji su uređaji među najzastupljenijim u svetu računarskih mreža razvila je dve vrste VPN, a to su:

- Policy Based VPN i
- Route Based VPN.

U ovom radu prikazana je i opisana „Remote Access IPsec VPN“ kao jedna od vrsta „Policy Based VPN“. Simulacija je realizovana u softverskom okruženju „Cisco Packet Tracer“. Sve kategorije VPN koje podržavaju uređaji opisane su u [4]. Pre početka konfiguracije rutera podrazumeva se da je računarska mreža funkcionalna, odnosno da su uređaji povezani odgovarajućim kablovima, da su im dodeljene IP adrese i da je omogućena konektivnost između svih elemenata mreže. Topologija ove mreže prikazana je na Slici 5.



Slika 5. Topologija mreže „Remote Access IPsec“

Konfiguracija rutera realizovana je kroz sledeće korake:

- Aktivacija „security“ licence;
- Konfigurisanje autentifikacije;
- Definisanje pravila komunikacije;
- Konfigurisanje VPN „bazena“;
- Konfigurisanje grupe korisnika;
- Šifrovanje podataka;
- Provera funkcionalnosti.

„Security“ licenca se aktivira komandom >**licence boot module “tip“ technology-package security.** Da bi se licenca aktivirala na realnom ruteru, potrebno je da se kupi od proizvođača.

Komande za konfigurisanje autentifikacije su sledeće:

- **aaa new-model**
- **aaa authentication login „ime liste za autentifikaciju“**
- **aaa authorization network „ime liste za autorizaciju“**
- **username „korisničko ime“ password „šifra za pristup“**

U ovom setu komandi prepoznatljiv je početak „aaa“, a odnosi se na autentifikaciju, autorizaciju i praćenje aktivnosti (*Authentication, Authorization i Accounting*). To je mehanizam zaštite upravljačke ravni koji se koristi za ograničavanje pristupa mrežnim uređajima.

Uspostavljanje sigurnog komunikacionog kanala za prenos podataka, kao i izbor pravila komunikacije konfiguriše se pomoću sledećih naredbi:

- **crypto isakmp policy 10 –** kreiranje broja politike, moguće je višestruko biranje
- **encryption 3des –** algoritam za šifrovanje
- **authentication pre-share –** provera identiteta
- **group 2 –** algoritam za šifrovanje
- **exit**

Kako bi računarska mreža jedne kompanije bila dostupna za sve radnike kojima je potrebno da pristupe mreži, potrebno je definisati takozvani „VPN bazen“ (VPN POOL). Komanda je > **ip local pool VPNPOOL „ip adresa1 ip adresa2“**. Ove dve ip adrese definišu opseg adresa iz koga će biti dodeljivane adrese udaljenim korisnicima.

Udaljene korisnike moguće je podeliti u različite grupe u kojima mogu komunicirati po različitim pravilima. Ova mogućnost je veoma važna za velike kompanije kod kojih je potrebno radnike podeliti u različite celine. Naredbe za konfigurisanje grupe korisnika su sledeće:

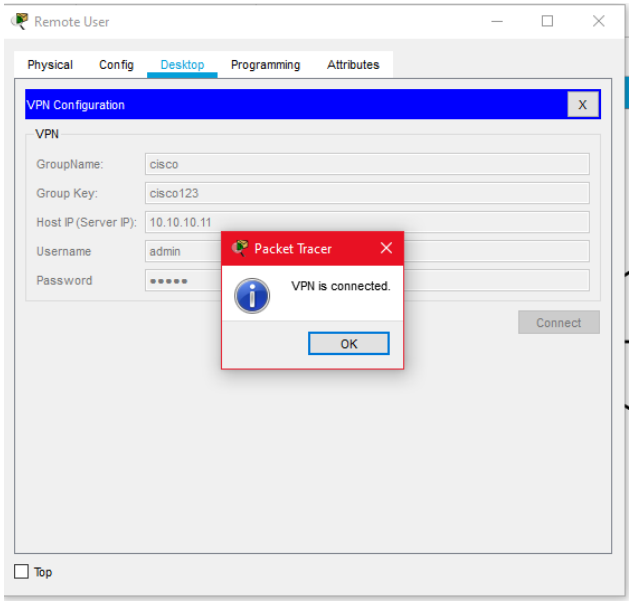
- **crypto isakmp client configuration group „ime grupe“**
- **key „pristupna šifra“**
- **pool „naziv bazena kome grupa pripada“**
- **exit.**

Parametri za šifrovanje podataka:

- **crypto ipsec transform-set „set1“ esp-3des esp-md5-hmac-** set transformacija za šifrovanje
- **crypto dynamic-map „map1“–** kripto mapa će kombinovati sve parametre definisane u trećem koraku
- **set transform-set „set1“**
- **reverse-route**
- **exit**
- **crypto map map1 client configuration address respond**
- **crypto map map1 client authentication list „ime liste“**
- **crypto map map1 isakmp authorization list „ime liste“**
- **crypto map map1 10 ipsec-isakmp dynamic map1**
- **interface „broj interfejsa“** – interfejs poslednjeg rutera u mreži, odnosno onog koji se povezuje na javnu mrežu

- **crypto map map1** – aktivacija definisane mape za zaštitu podataka

Poslednji korak u konfiguraciji je provera funkcionalnosti VPN tunela. Na taj način administrator mreže je siguran da je uspostavljeni VPN tunel operativan. Kako bi udaljeni korisnik pristupio željenoj mreži, potrebno je da na svom uređaju (laptop, tablet, telefon, itd.) pokrene „VPN Client“ aplikaciju. Kada se aplikacija pokrene, od korisnika se traži da unese određene podatke i pristupnu šifru kako bi pristupio željenoj mreži. Šta je sve potrebno uneti od podataka i kako izgleda okruženje ove aplikacija prikazano je na Slici 6.

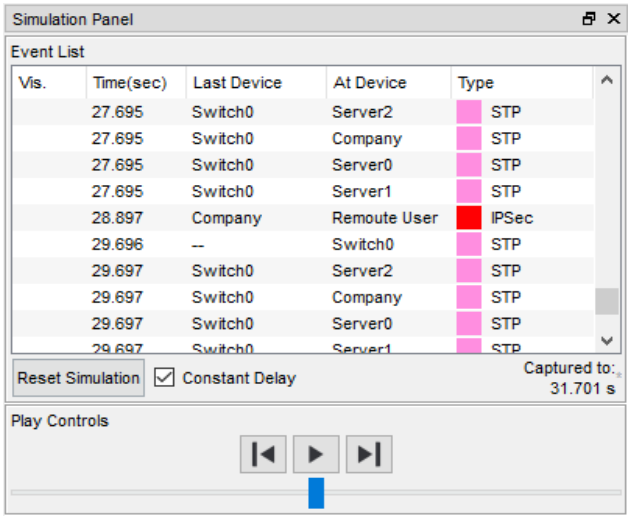


Slika 6. Izgled „VPN Client“ aplikacije u softveru „Cisco Packet Tracer“

Provera funkcionalnosti VPN tunela vrši se generisanjem „ping“ servisa ka nekom uređaju u željenoj mreži. Zatim se pozivanjem naredbe >**show crypto ipsec sa** na ruteru koji je konfigurisan može videti da li su paketi šifrovani, odnosno po dolasku na adresu destinacione mreže dešifrovani. Provera konfiguracije VPN tunela može se proveriti i naredbom >**show crypto isakmp sa**. Ova naredba potvrđuje da je uspostavljeno sigurnosno udruženje (*Security Association, SA*).

U softveru “Cisco Packet Tracer” moguće je upotrebom simulacionog moda pratiti razmenu paketa između uređaja u određenim vremenskim intervalima. Ovo predstavlja još jedan način za proveru, odnosno verifikaciju IPsec VPN tunela. Analizom komukacije u simulacionom modu potvrđuje se da će celokupan saobraćaj između udaljenog korisnika i interfejsa rutera čija je ip adresa 10.10.10.11/24 biti šifrovan, a zatim dešifrovan kako bi u virtuelnoj privatnoj mreži razmena paketa funkcionisala standardnim protokolima. Izgled prozora iz simulacionog moda prikazan je na Slici 7.

Nakon potvrde ispravnosti IPsec VPN tunela, konfiguracija „Remote Access IPsec VPN“ mreže je završena.



Slika 7. Izgled prozora u Cisco Packet Tracer-u

4. ZAKLJUČAK

U radu su teorijski opisani neki od principa zaštite računarskih mreža, data su osnovna objašnjenja i postavke na kojima je zaštita bazirana. Definisane su virtuelne privatne mreže, zatim je predstavljena analiza realizovane mreže upotrebom Cisco opreme, kao jedne od najzastupljenijih u svetu računarskih mreža. Softverskom simulacijom „Remote Access IPsecVPN“ mreže kao jedne od kategorija koje je moguće implementirati na Cisco uređajima dolazi se do zaključka da je za konfiguraciju jedne bezbedne VPN potrebno uskladiti zahteve i mogućnosti zaštite informacionog sadržaja na konkretnoj mrežnoj platformi kako bi se uz što manje sredstava obezbedila sigurna komunikacija korišćenjem jedne virtuelne privatne mreže. Istaknut je značaj razvoja VPN u svetu, kao tehnologije zaštite informacije koja se trenutno izuzetno mnogo koristi u savremenim računarskim mrežama.

ZAHVALNICA

Istraživanje opisano u ovom radu je realizovano u okviru projekta „Platforma objedinjenih IP (Internet Protokol) usluga za potrebe jedinica taktičkog nivoa“ VA-TT/3/20-22 za period od 2020. do 2022. godine koje stipendira Univerzitet odbrane u Beogradu.

LITERATURA

[1] Pavle Vuletić, „Računarske mreže 2“, str. 9-11, Beograd, 2018.

[2] Andrew S. Tanenbaum, David J. Watheral, “Computer Networks”, str. 803-805. Pearson Education, 2012.

[3] James Forshaw, “Attacking Network Protocols: A Hacker’r Guide to Capture, Analyisis and Exploitation, No Starch Press, 2018.

[4] Harris Andrea, “Practical Cisco VPN Configuration Tutorials”, CreateSpace Independent Publishing Platform; 1 edition (23 July 2014)

PREDVIĐANJE USPEHA STUDENATA STUDIJSKOG PROGRAMA SOFTVERSKO INŽENJERSTVO TEHNIKAMA MAŠINSKOG UČENJA

PREDICTION OF SOFTWARE ENGINEERING STUDENTS' SUCCESS USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES

Dražen Drašković, Jelica Cincović, Danijela Mijailović
Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet

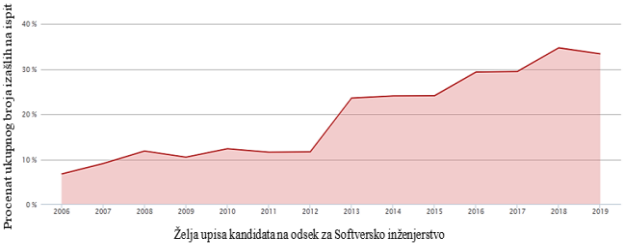
Sadržaj - *Primenom algoritama mašinskog učenja nad depersonalizovanim podacima o upisanim kandidatima na studijski program Softversko inženjerstvo, Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, data su predviđanja prosečnog broja trajanja studija i krajne prosečne ocene studenata na osnovu uspeha u srednjoj školi, uspeha na prijemnom ispitu ili nagrade sa takmičenja. Uz korišćenje softverskog sistema ETF-Student Info kreirana su četiri modela zasnovana na sledećim algoritmima: duboke i konvolucione neuralne mreže, algoritam nasumična šuma i regresija metodom potpornih vektora. Svaki od modela je treniran i testiran nad unetim skupom podataka i dao je dovoljno dobre rezultate predviđanja koji su predstavljeni u ovom radu.*

Abstract - *Applying machine learning algorithms to depersonalized data on enrolled candidates for the Software Engineering study program at the School of Electrical Engineering, University of Belgrade, predicts the average duration of studies and the final average grade of students based on high school success, entrance exam success, and importance of the national competition awards. Within the ETF-Student Info software system, four models were created based on the following algorithms: deep neural networks, convolution neural network, random forest algorithm, and support vector regression. Each of the models was trained and tested over the data set entered and gave sufficiently good prediction results that are presented in this paper.*

Ključne reči - *mašinsko učenje, neuralne mreže, regresija*

1. UVOD

Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu je još 2004. godine prepoznao značaj obrazovanja i stvaranja kvalitetnih inženjera u oblasti informacionih tehnologija i osnovao je studijski program Softversko inženjerstvo (SI). Do sada je na Elektrotehničkom fakultetu diplomiralo dvanaest generacija softverskih inženjera. Nezaustavljivi rast potrebe za softverskim inženjerima jasno je vidljiv, i sve veći broj srednjoškolaca teži usavršavanju u ovoj oblasti što se može videti na slici 1, gde je prikazan procenat kandidata za studijski program SI, u odnosu na ukupan broj kandidata koji konkurišu na Elektrotehnički fakultet. Uz praćenje trenda konstantnog porasta potreba za softverskim inženjerima, na studijskom programu SI od 2004. do danas povećavane su upisne kvote kandidata čiji se rast vidi u tabeli 1.



Slika 1. Trend porasta interesovanja za upis na studijski program Softversko inženjerstvo

Tabela 1: Upisne kvote u periodu od 2004. do danas

Godina upisa	Broj kandidata (akreditacioni)
2004. - 2012.	60
2013. - 2016.	120
2017. do danas	180

U poslednje tri godine u proseku 335 kandidata konkuriše za SI. Svi kandidati se rangiraju po ostvarenim poenima koji se računaju po sledećoj formuli:

$$P = 2 * US + (UP \mid N)$$

gde US predstavlja uspeh u srednjoj školi izračunat kao zbir proseka kandidata tokom sve četiri godine srednje škole (16 - 40), UP predstavlja uspeh na prijemnom ispitu iz matematike (0 - 60), a N predstavlja nagradu sa takmičenja nacionalnog značaja iz matematike ili informatike.

Prikupljanje podataka iz fakultetskih informacionih sistema i primena algoritama mašinskog učenja nad takvim skupovima podataka može u velikoj meri pomoći pri predviđanju uspeha studenta i unapređenju modela učenja [1].

Ovaj rad prikazuje zavisnost parametara koji utiču na rangiranje kandidata prilikom upisa na SI i redovnosti studiranja kandidata i njihove krajnje prosečne ocene, primenom sledećih algoritama mašinskog učenja: duboke neuralne mreže, konvolucione neuralne mreže, algoritam nasumična šuma i regresija metodom potpornih vektora.

2. POSTOJEĆA REŠENJA

U tabeli 2 dat je prikaz rezultata istraživanja koja su koristila uspeh učenika u srednjoj školi ili uspeh tokom studija za predikciju trajanja studija i prosečne ocene na kraju studija. Analiza je obuhvatila 4 naučna istraživanja drugih autora koji su koristili različite algoritme mašinskog učenja i različite veličine skupova podataka.

Tabela 2: Prikaz rezultata postojećih rešenja

Ref.	Ulazne promenljive	Korišćeni algoritmi mašinskog učenja sa uspešnošću pogađanja	Skup podataka (broj ulaza)
[2]	pol, godine, srednja škola, obrazovanje roditelja, broj članova porodice, itd.	stabla odlučivanja J48 - 0.75, algoritam sa Naive Bayes klasifikacijom - 0.81, algoritam sa klasifikatorima: J48, RandomForest i Naive Bayes - 0.95	1004
[3]	uspeh u srednjoj školi, prisustvo nastavi, disciplina, itd.	J48 - 0.873, Naive Bayes - 0.858, CART - 0.933, RBF - 0.955, MLP - 0.978	134
[4]	pol, uspeh u srednjoj školi, broj članova porodice, obrazovanje porodice, lokacija stanovanja, itd.	ID3 stablo odlučivanja- 0.622, C4.5 stablo odlučivanja - 0.678, CART - 0.622	90
[5]	pol, godine, učešće u nastavi, uspeh na ispitu	kNN - 0.943, SVM - 0.961, ANN - 0.964, stabla odlučivanja - 0.950, Naive Bayes - 0.913, logistička regresija - 0.944	3166

3. OPIS PROBLEMA I ALGORITAMA

U ovom odeljku biće opisan skup podataka koji se koristi, kao i tehnike mašinskog učenja koje su upotrebljene.

A. Ulazni i izlazni atributi modela

Atributi koji se koriste u modelu mašinskog učenja kao prediktori su:

- Broj poena koje je student ostvario prilikom upisa (broj poena iz srednje škole, u opsegu od 16 do 40 poena);
- Broj poena koje je student ostvario prilikom upisa na prijemnom ispitu iz matematika (u opsegu od 0 do 60 poena);
- Informacija o nagradi na takmičenju nacionalnog značaja iz matematike ili matematičkoj olimpijadi, tokom III ili IV razreda srednje škole (0 - ne, 1 - da);
- Informacija o nagradi na takmičenju nacionalnog značaja iz informatike ili informatičkoj olimpijadi, tokom III ili IV razreda srednje škole (0 - ne, 1 - da);
- (Prethodni) prosečan broj izlazak na ispite, uprosečen po predmetu;
- Informacija da li je student upisan na Fakultet u statusu studenta koji se finansira iz republičkog budžeta ili je u statusu samofinansiranja (0 - samofinansiranje, 1 - budžet).

Za konkretne parametre uspeha na osnovnim studijama u ovoj tezi su uzeti:

- prosečna ocena po završetku studija (6.00 - 10.00) i
- trajanje studiranja u godinama.

Može se primetiti da su svi izabrani atributi numeričkog tipa. U pretprocesiranju ulaznih podataka, atributi koji su logički diskretnog tipa (na primer, informacija o tome da li je kandidat dobitnik nagrade iz matematike ili informatike), prevedeni su u diskretne numeričke vrednosti. Što se tiče trajanja studiranja, ono se izračunava kao razlika godine upisa i godine diplomiranja i ne uzima u obzir eventualna odsustva (vanredno studiranje, bolovanje, i slično).

B. Pretprocesiranje ulaznih podataka

Pretprocesiranje ulaznih podataka je jedan od važnih aspekata kreiranja modela kod mašinskog učenja. Taj proces zavisi od same veličine i prirode ulaznog skupa. Ponuđene tehnike pretprocesiranja ulaznih podataka su sledeće:

- Procenat ulaznog skupa podataka koji se odvaja za validaciju;
- Procenat ulaznog skupa podataka koji se odvaja za testiranje;
- Izbor da li podaci da se nasumično izmešaju pre podele na skup za treniranje, validaciju i testiranje;
- Izbor da li da se podaci standardizuju, tako da imaju nulti prosek i jediničnu standardnu devijaciju;
- Izbor da li da se podaci normalizuju tako da imaju vrednosti u opsegu [0, 1] ili [-1, 1].

Skupovi za validaciju i testiranje ne moraju da postoje ograničenjem ovog softverskog sistema, ali su korisni za uspešno kreiranje modela zbog toga što pomažu u sprečavanju preterane prilagođenosti modela ulaznim podacima i/ili za procenu greške modela. Nasumično mešanje podataka je posebno dobro u skupovima podataka koji imaju uređenost po nekom kriterijumu. Na kokretnom primeru ulaznih podataka koji su bili na raspolaganju, podaci su uređeni po generacijama. Svakako nedostatak ovog skupa podataka je što su neki predmeti polagani na jedan način u nekim generacijama, u odnosu na neke druge generacije, što može negativno uticati na rezultat. Nedostatak primene nasumičnog mešanja skupa je naravno i dodatno usporenje kreiranja modela. Standardizacija je primenjivana na ulaznim podacima sa ciljem da se atributi koji imaju vrednosti na dramatično različitim skalama skaliraju na uporedive skale.

C. Algoritmi mašinskog učenja

Iz opisa ulaznih i izlaznih atributa prirodno je da se ovo istraživanje bavi tehnikama mašinskog učenja koje podržavaju regresiju. Odabrana su tri algoritma koji podržavaju regresiju:

- Duboke neuralne mreže (eng. *Deep neural networks*) sa programabilnim brojem slojeva i brojem neurona po sloju. Dozvoljeno je kreiranje

i konvolucionih neuralnih mreža (eng. *Convolutional neural networks*);
- Algoritam nasumična šuma (eng. *Random forest*);
- Regresija metodom potpornih vektora (eng. *Support Vector Regression*).

Neuralne mreže je zajednički naziv za sve algoritme koji obavljaju procesiranje ulaznih podataka koristeći mrežu veštačkih neurona, od kojih svaki prima neki ulazni deo podatka, obrađuje ga zadatom funkcijom aktivacije, i daju izlaz. Topologija same mreže čini broj slojeva veštačkih neurona, broj neurona po sloju, kao i tip neurona, i ona se zadaje. Obično u jednoj neuralnoj mreži postoji ulazni, izlazni i jedan ili više skrivenih slojeva neurona. Dubokom neuralnom mrežom se nazivaju one mreže koje imaju više od jednog skrivenog sloja neurona. Softverski sistem ne ograničava korisnika da unese topologiju mreže sa nekim određenim brojem slojeva/neurona po sloju. Neuralna mreža ima ulazne, izlazne i skrivene slojeve. Broj neurona po sloju u opštem slučaju ne mora biti jednak. Sistem podržava unos broja slojeva, broja neurona po sloju, funkcije aktivacije za neurone u svakom sloju, parametara regularizacije, kao i hiperparametara: broja epoha, brzine učenja i funkcije gubitka. Broj epoha predstavlja maksimalan broj epoha tokom kojih se model trenira. Kreiranje modela je tako podešeno da se završava onda kada greška učenja nad skupom za validaciju kreće da raste. Ukoliko greška nad ovim skupom monotono opada nakon svake epohe učenja, učenje će se okončati posle zadatog broja epoha. Brzina učenja λ je konstanta za zadati model koja odlučuje o tome koliki se skokovi prave pri kretanju funkcije greške ka minimumu, a pri ažuriranju parametara modela koji se izračunavaju tokom treniranja. Veća brzina učenja u opštem slučaju dovodi do bržeg konvergiranja ka minimumu funkcije greške, uz rizik da će se minimum preskočiti ili da će se divergirati. Manja brzina učenja dovodi do sporije konvergencije i može da dovede do stajanja u lokalnom minimumu funkcije greške. Hiperparametar funkcije gubitka je funkcija koja se koristi da bi se izračunala funkcija greške, koja se izračunava nakon svake epohe učenja, a služi za praćenje trenda učenja. Funkcija greške je u stvari uprosečena funkcija gubitka, nad svim podacima iz ulaznog skupa. Funkcije gubitka koje su razmatrane u ovom istraživanju su: srednje kvadratno odstupanje, srednje apsolutno odstupanje, srednje procentualno apsolutno odstupanje, i kosinusna bliskost.

Nasumična šuma je algoritam u čijoj osnovi se kreira B stabala odlučivanja ($B > 1$), odnosno šuma, tako što se za svako stablo izabere nasumično izabran podskup ulaznog skupa podataka od kojeg će biti kreirano, gde podskupovi od kojih se kreiraju stabla imaju približno istu raspodelu izlaznih atributa. Broj stabala koji se kreira B je jedan od hiperparametara modela. Rezultat predikcije se dobija iz kreiranih stabala odlučivanja tako što se izabere najčešće pojavljivana predviđena klasa kod problema klasifikacije, ili srednja vrednost predviđenih izlaza, kod problema regresije. Pri svakom cepanju čvorova unutar stabala odlučivanja koristi se nasumični skup ulaznih atributa. Prednost koja se ističe za algoritam nasumične šume u odnosu na algoritam stabala odlučivanja je to što se uzimanjem najčešće predviđene klase (kod problema klasifikacije) uprosečavanjem izlazne vrednosti (kod problema regresije) značajno smanjuje verovatnoća preterane prilagođenosti modela. Kao glavna mana ističe se dosta veća složenost i potrebe za resursima algoritma nasumične šume, u odnosu na algoritam stabala odlučivanja. Kao glavni hiperparametri u istraživanju su korišćeni: broj stabala odlučivanja u šumi B, maksimalna dubina stabla, maksimalan broj ulaznih atributa koji se uzima u obzir pri svakom cepanju čvora, informacija da li da se stabla prave od uzorka ulaznih podataka ili od celog skupa za obučavanje (eng. *bootstrapping*), funkcija gubitka. Broj stabala odlučivanja u šumi direktno određuje složenost primenjenog algoritma. Većim brojem stabala dobija se bolja preciznost algoritma i manje šanse da se desi preterana prilagođenost ulaznim podacima, dok se manjim brojem stabala značajno smanjuje vreme potrebno da se model istrenira. Maksimalna dubina stabla odnosi se na maksimalni broj nivoa u stablu. Ukoliko bi stablo bez ovog ograničenja imalo više nivoa od zadatog maksimuma, vrši se odsecanje stabla (eng. *pruning*). Maksimalan broj ulaznih atributa koji se uzima u obzir pri svakom cepanju čvora isti je za sva stabla. Jednak je maksimumu od zadatog maksimalnog broja atributa (upravo ovog hiperparametra) i ukupnom broju ulaznih atributa. Funkcija gubitka ima slično značenje kao istoimeni parametar u algoritmu dubokih neuralnih mreža, a konkretne funkcije koje su korišćene su: srednje kvadratno odstupanje i srednje apsolutno odstupanje.

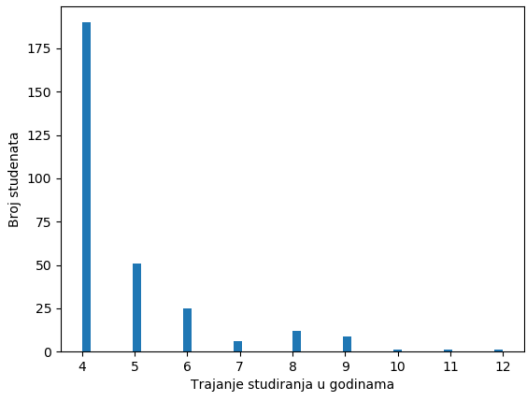
Regresija metodom potpornih vektora (skr. SVR) je algoritam koji se oslanja na koncepte metode potpornih vektora (eng. *Support Vector Machine*, SVM), koja je specijalizovana za probleme klasifikacije. Za razliku od SVM, koja funkcioniše tako što traži hiperravan razdvajanja koja na najbolji način razvrstava skup podataka za treniranje po klasama, SVR traži hiperravan koja na najbolji način minimizuje vrednost funkcije greške. Optimizacionim procesom se za izračunavanje funkcije gubitka uzimaju u obzir samo tačke koje predstavljaju ulazne podatke i koje su najbliže hiperravni na kojoj je funkcija gubitka minimalna. Ulazni podaci na zadatoj, minimalnoj i nenultoj udaljenosti od hiperravni na kojoj je funkcija gubitka minimalna zovu se potporni vektori. Predviđena vrednost nalaziće se na ovako izabranoj hiperravni. Hiperparametri korišćeni kod ovog algoritma su: kernel funkcija, stepen kernel funkcije, gama (γ), nezavisni član u kernel funkciji, hiperparametar C i epsilon (ε). Hipoteza regresije metode potpornih vektora zahteva skalarno množenje vektora i to nekada u prostoru veće dimenzije od samih vektora koji se množe. Kernel funkcija je takva funkcija da računa skalarni proizvod vektora u prostoru više dimenzije u odnosu na prostor u kojem su vektori čiji skalarni proizvod tražimo, a bez eksplicitnog prevođenja početnih vektora u prostor veće dimenzije. Kernel funkcije koje su predviđene su: funkcija sa radijalnom osnovom, linearna funkcija, polinomijalna funkcija i sigmoidna funkcija. Stepen kernel funkcije je hiperparametar koji se odnosi isključivo na polinomijalnu kernel funkciju i označava njen stepen, a time i složenost same funkcije.

4. REALIZOVANI SOFTVERSKI SISTEM

Softverski sistem ETF-Student Info realizovan je korišćenjem *Model Template View* arhitekture (skr. MTV), koji softverski sistem razdvaja u tri celine koje interaguju. *Model* predstavlja interfejs ka korišćenim podacima, *Template* predstavlja stranice koje vidi korisnik, dok je *View* odgovoran za pripremu i obradu podataka koja će biti predstavljena korisniku. Ovaj uzorak je vrlo sličan poznatom projektnom uzorku MVC. Za implementaciju je odabran programski jezik *Python*, kao jezik široke namene koji podržava i imperativno i objektno orijentisano programiranje. Veb deo sistema je realizovan korišćenjem radnog okvira *Django*, baziran takođe na *Python* programskom jeziku. Biblioteke *Keras*, *Tensorflow* i *Scikit-learn* čine okosnicu podrške mašinskom učenju. *Keras* je biblioteka koja je praktično uprošćen interfejs ka biblioteci *TensorFlow* i one služe za kreiranje modela koristeći veliki broj poznatih algoritama mašinskog učenja.

A. Pregled i vizuelizacija podataka

Na početku rada sa sistemom, korisnik bira opciju da učita postojeći model, kreira svoj novi model i izvrši predviđanje nad unetim podacima, koji su za potrebe demonstriranja rada već uneti u sistem. Ukoliko sam odabere da unese podatke, potrebno je da unese dve odvojene datoteke sa ektenzijom .csv, jednu sa informacijama o studentima i podacima iz srednje škole i sa prijemnog ispita, i drugi fajl sa studentskim polaganjima ispita, i uspešnim i neuspešnim. Nakon izbora skupa podataka, korisniku se prikazuju osnovni grafici koji mogu pomoću boljem razumevanju izabranog skupa ulaznih podataka. Prikazani grafici su: osnovni stubasti grafik koji prikazuje broj studenata, broj predmeta i ispita, histogram bodova iz srednje škole, histogram bodova sa prijemnog ispita iz matemtike, stubasti grafik broja studenata sa nagradama iz matematike i informatike, stubasti grafik broja studenta koji su upisani u statusu finansiranja iz budžeta ili u statusu samofinansiranja, histogram prosečne ocene po diplomiranju i histrogram prema broju godina trajanja studiranja. Nakon pregleda ovih podataka, korisnik može nastaviti sa kreiranjem modela mašinskog učenja. Na slici 2 prikazan je histrogram trajanja studiranja diplomiranih studenata, u godinama studija. Većina studenata, koja je mogla da završi studije, diplomirala je u roku.



Slika 2. Histrogram trajanja osnovnih studija na studijskom programu Softversko inženjerstvo

B. Kreiranje modela

Kreiranje modela započinje izborom i pregledom izabranih unetih podataka. Korisniku se nakon toga nudi izbor između tri podržana algoritma mašinskog učenja. Prilikom izbora algoritma, korisniku se otvara nova stranica na kojoj je potrebno da unese hiperparametre koji su svojstveni izabranom algoritmu. Za većinu hiperparametara postoji podrazumevana vrednost koja je jasno naznačena. Prilikom kreiranja, korisnik treba da unese jedinstveni naziv modela. Korisniku se nudi i mogućnost pretprocesiranja podataka. Glavna ponuđena funkcionalnost pretprocesiranja je normalizacija (u opsegu od [0, 1] ili [-1, 1]) ili standardizacija podataka. Ukoliko se normalizuju ili standardizuju podaci za treniranje, potrebno je na istim skalama normalizovati ili standardizovati podatke za validaciju i testiranje. Pored toga, potrebno je na istim skalama normalizovati i standardizovati ulazne podatke koji se kasnije koriste za predviđanje. U ove svrhe se koriste objekti skalera u odgovarajućem fajlu, koji čuvaju podatke kao što su prosek i standardna devijacija podataka, koje su neophodne za buduće skaliranje podataka.

Nakon izbora hiperparametara, model se trenira, i po uspešnom treniranju, korisniku se prikazuju osnovni podaci o modelu: veličina ulaznog skupa, izabrani hiperparametri i procentualna greška modela (ukoliko je izabran procenat ulaznih podataka za testiranje veći od 0). Za algoritam dubokih neuralnih mreža dodatno se prikazuje i struktura mreže po slojevima i grafici srednje apsolutne greške, srednje kvadratne greške, srednje apsolutne procentualne greške i kosinusne bliskosti, svaki u zavisnosti od epohe treniranja. Modeli koji se treniraju sa obezbeđenim podacima za validaciju prikazivaće opadajuće funkcije greške kroz epohe, jer se automatski prekida treniranje kada greška na skupu za validaciju monotono raste tokom fiksnog, malog broja epoha. Za algoritam nasumične šume dodatno se prikazuju podaci o tome kolika je procentualna procenjena važnost svakog od ulaznih atributa za predviđanje. Modeli koje korisnik odabere da sačuva čuvaju se trajno na serverskoj strani i biće raspoloživi i posle ponovnog pokretanja servera.

Na slici 3 prikazana je delimično popunjena forma vrednostima jednog dela hiperparametara. Za same procente ulaznog skupa koji se odvajaju za validaciju i testiranje, sistem ima podrazumevane vrednosti, koje se uzimaju u obzir ako korisnik ne unese nijednu vrednost i to 20% skupa ulaznih podataka koje je odvojeno za validaciju i 20% skupa ulaznih podataka koje je odvojeno za testiranje.

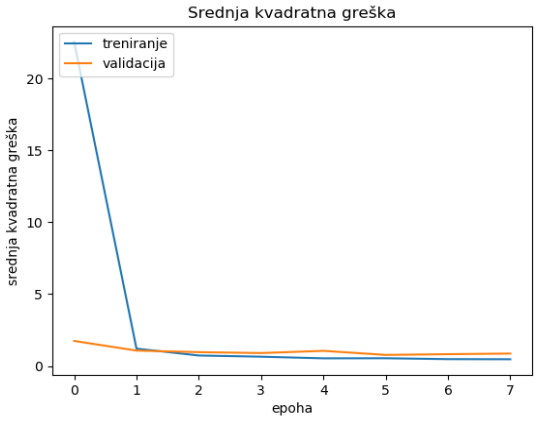
Slika 3. Prikaz unosa prvog dela hiperparametera kod dubokih neuralnih mreža

5. PREGLED DOBIJENIH REZULTATA

Kreirani modeli predstavljaju najveći doprinos ovog istraživanja. Realizovano je 4 modela, korišćenjem duboke neuralne mreže (DNN), konvolucione neuralne mreže (CNN), sa nasumičnom šumom (RF) i regresija metodom potpornih vektora (SVR). Algoritam dubokih neuralnih mreža ima ulazni sloj od 6 neurona, skriveni sloj od 3 neurona i izlazni sloj od 2 neurona. U tabeli 3 prikazane su vrednosti hiperparametar za realizovane modele sa algoritmima dubokih i konvolucionih neuralnih mreža. Na slici 4 prikazan je grafik funkcije greške tokom epoha treniranja. Zadato je maksimalno 50 epoha, ali je treniranje okončano posle sedme epohe zbog toga što je model počeo da se previše prilagođava podacima.

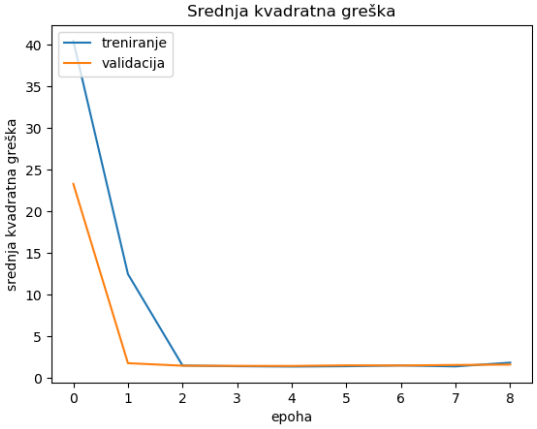
Tabela 3: Pregled vrednosti hiperparametara za realizovane modele sa neuralnim mrežama

Naziv modela	DNN / CNN
Algoritam	Duboka neuralna mreža / Konvoluciona neuralna mreža
Veličina skupa za treniranje	177
Veličina skupa za validaciju	59
Veličina skupa za testiranje	60
Mešanje podataka pre podele	DA
Standardizacija	DA
Maksimalni broj epoha	50
Brzina učenja	0.01
Funkcija greške	Srednja kvadratna greška



Slika 4. Prikaz vrednosti funkcije greške kroz epohe kod DNN modela

Model konvolucione neuralne mreže ima ulazni sloj od 6 neurona, 2 skrivena 1D konvoluciona sloja i izlazni sloj od 2 neurona. Na slici 5 prikazan je grafik funkcije greške tokom epoha treniranja. Zadato je maksimalno 50 epoha, kao i kod dubokih neuralnih mreža, ali je treniranje okončano posle osme epohe, zbog toga što je model počeo da se previše prilagođava podacima.



Slika 5. Prikaz vrednosti funkcije greške kroz epohe kod CNN modela

U tabeli 4 mogu se videti izabrane vrednosti hiperparametara modela za algoritam nasumične šume. Ovaj algoritam funkcioniše tako što vremenom određenim atributima daje veću važnost i uticaj na izlazne atribute. U analiziranom skupu podataka, dominantan uticaj na izlazne atribute imao je prosečan broj izlazaka na ispite 84.96%, zatim broj bodova na prijemnom ispitu 11.39% i broj bodova iz srednje škole 3.55%. Status finansiranja pri upisu, nagrade na takmičenjima iz matematike ili informatike imale su zanemarljiv uticaj, odnosno približno 0.1%.

Tabela 4: Pregled vrednosti hiperparametara modela za algoritam nasumične šume

Naziv modela	RF
Algoritam	Nasumična šuma
Veličina skupa za treniranje	236
Veličina skupa za testiranje	60
Standardizacija	DA
Funkcija greške	Srednja kvadratna greška
Broj stabala u šumi	10
Maksimalna dubina stabla	Nema
Građenje stabala nad nasumičnim uzorkom	NE

U tabeli 5 date su vrednosti hiperparametara za algoritam regresije metodom potpornih vektora. Performanse za svaki od modela su se računale nad istom količinom podataka za testiranje kao procentualno odstupanje svake od izlaznih vrednosti pojedinačno, u odnosu na predviđenu vrednost atributa izlaza. U tabeli 6 prikazan je pregled implementiranih modela i njihove performanse nad analiziranim skupom podataka.

Tabela 5: Pregled vrednosti hiperparametara za algoritam regresije metodom potpornih vektora

Naziv modela	SVR
Algoritam	Regresija metodom potpornih vektora
Veličina skupa za treniranje	236
Veličina skupa za testiranje	60
Mešanje podataka pre podele	DA
Standardizacija	DA
Kernel funkcija	Funkcija sa radijalnom osnovom
C	1.0
ε	0.1

Tabela 6 se može predstaviti ovako - ako model DNN predviđa prosečnu ocenu 8.93, smatra se da će se realna prosečna ocena nalaziti u opsegu:

$$8.93 \pm 8.93 * \frac{6.15}{100} = 8.93 \pm 0.55 = [8.38, 9.48]$$

Isti princip se može upotrebiti sa bilo kojim drugim modelom i sa parametrom trajanje studiranja.

Tabela 6: Pregled performansi implementiranih modela

Model / algoritam	Srednje procentualno odstupanje prosečne ocene	Srednje procentualno odstupanje trajanja studiranja
DNN	6.15%	10.58%
CNN	9.11%	21.55%
RF	4.85%	9.96%
SVR	4.65%	10.98%

Iz dobijenih rezultata može se zaključiti da svi implementirani modeli predviđaju prosečnu ocenu sa većom tačnošću od trajanja studiranja, što može da bude posledica činjenice da se predviđa kontinualna realna vrednost za trajanje studiranja, dok je kod podataka za treniranje ovaj atribut ceo broj.

U tabeli 7 prikazani su rezultati predviđanja prosečne ocene za svaki realizovani model. Donja i gornja granica prosečne ocene su izračunate korišćenjem srednje procentualnog odstupanja iz tabele Z. Kod modela DNN, RF i SVR, stvarna prosečna ocena se nalazi u okvirima predviđenih granica, dok se kod CNN modela, stvarna prosečna ocena nije nalazila u okvirima definisanih granica. Stvarna prosečna ocena za uneti test primer bila je 9.62. Najbolji rezultat za predviđanje dužine studiaranja je dao model RF sa algoritmom nasumične šume (4.02, za test primer studenta koji je studirao tačno 4 godine). Modeli CNN i SVR su takođe dali dovoljno dobre rezultate, 4.1 i 4.4, respektivno, dok je model DNN prikazao 4.53 odnosno rezultat van predviđenih granica koje je propisao taj model.

Tabela 7: Pregled rezultata predviđanja prosečne ocene

Model / algoritam	Predviđena prosečna ocena	Donja i gornja granica za prosečnu ocenu
DNN	9.91	9.30 - 10.00
CNN	8.79	7.99 - 9.59
RF	9.93	9.45 - 10.00
SVR	9.90	9.44 - 10.00

6. ZAKLJUČAK

U ovom istraživanju prikazana je primena nekoliko glavnih algoritama mašinskog učenja unutar novorealizovanog softverskog sistema. Sistem se može koristiti u istraživačke ili edukacione svrhe, jer korisnik sistema na lak i jednostavan način može koristiti postojeće modele ili realizovati sopstvene nove modele i primenjivati različite skupove podataka iz našeg fakultetskog informacionog sistema za predikciju uspeha studiranja. Istraživanje je obuhvatilo skup od 1256 zapisa o upisanim studentima i 86 888 zapisa o njihovim izlascima na ispite u periodu od 2005. do oktobra 2018. godine. Takođe, korišćeni su i zapisi o svim upisima analiziranih studenata i podaci o svim diplomiranim studentima na studijskom programu SI. Dobijeni rezultati daju veoma dobre rezultate predikcije za veličinu skupa podataka koji je korišćen.

LITERATURA

[1] Baker, R. S. i Yacef, K. "The state of educational data mining in 2009: A review and future visions." JEDM - Journal of Educational Data Mining, 2017.

[2] Satyanarayana, A. i Nuckowski, M. "Data Mining using Ensemble Classifiers for Improved Prediction of Student Academic Performance." ASEE Mid-Atlantic Section Spring 2016 Conference, George Washington University, Washington D.C, April, 2016.

[3] Krishna Kishore, K. V., Venkatramaphanikumar, S. i Alekhya, S. "Prediction of Student Academic Progression: A Case Study on Vignan University." International Conference on Computer Communication and Informatics, Coimbatore, India, January, 2014.

[4] Kumar Yadav, S. i Pal, S. "Data Mining: A Prediction for Performance Improvement of Engineering Students using Classification." World of Computer Science and Information Technology Journal, Vol. 2, No. 2, 51 - 56, 2012.

[5] Tomašević, N., Gvozdenović, N. i Vraneš, S. "An overview and comparison of supervised data mining techniques for student exam performance prediction." Computers and Education, Vol. 143, 2020.

Migracija i nadogradnja SAP okruženja sa Oracle baze na Hana tehnološku platformu u JP EPS

Migration and upgrade SAP landscape from Oracle database to HANA technology platform in Electric Power Industry of Serbia

Miodrag Gačić , Veljko Todorović

Javno preduzeće "Elektroprivreda Srbije"

Kratak sadržaj: *Zbog tehnološkog razvoja i rastućeg broja podataka, korisnika i modula u SAP ERP sistemu, potrebno je bilo razmotriti tehnološki napredak i unapređenje korporativnog ERP sistema. Velika količina podataka usporava velike pretrage i svakodnevni rad korisnika. Zato je bilo potrebno primeniti „in-memory" rešenje, kako bi se ubrzao rad i pretrage velikog broja podataka. Hana baza se nametnula kao logičan izbor, jer je nad njom podignut SAP ERP koji je optimizovan za rad sa Hana bazom. Zbog toga je i uradjen tehnološki prelazak sa Oracle baze na Hana bazu.*

Abstract: *Due to technological development and growing number of data, users and modules in the SAP ERP system, technological advances and improvements of the corporate ERP system needed to be considered. Large amount of data slows down large searches and daily work of users. Therefore, it was necessary to implement an "in-memory" solution to speed up the work and searches of a large amount of data. The Hana database has become a logical choice, because it has SAP ERP optimized to work with the Hana database. That is a reason why the technological transition from Oracle base to Hana base was made.*

2. Uvod

U ovom radu je predstavljen proces koji je primenjen za migraciju i upgrade SAP ERP sistema. Zbog potreba novih funkcionalnosti, povećanog opterećenja sistema i širenja korporativnog ERP rešenja na druge ogranke u okviru JP EPS-a, potrebno je bilo izvršiti migraciju SAP okruženja na novo okruženje. Staro okruženje nije bilo zadovoljavajuće , što se tiče odziva. U ovom slučaju je radjena migracija i upgrade SAP sistema u jednom koraku sa verzija SAP ERP6 EHP 6 na SAP ERP6 EHP8, i tehnološki prelaz na " in memory" Hana bazu.

Ovaj korak je i bio neophodan zbog lakše tehnološke migracije na novu verziju SAP-a S/4 HANA koja i radi samo na Hana tehnološkoj platformi.

3. Tehnički preduslovi

Korak1: Predefinisanje veličine novog SAP Hana okruženja i izbor virtualizacione platforme

Ovo prvenstveno zavisi od veličine stare baze i procene rasta baze. Prilikom nabavke nove opreme i izbora virtualizacione platforme, uvek se kreće od SAP sertifikacione matrice hardvera i virtualnih okruzenja. Ovde je korišćen TDI pristup (Tailored Data Center Integration), a ne HANA appliance.

To znači da mora da se ispoštuje SAP sertifikaciona matrica za izbor hardvera. To je važno zbog toga, da ako bude bilo kakvih problema u radu, imamo podršku SAP-a za otklanjanje bilo kakvih problema. Ako se ovo ne ispoštuje gubi se SAP podrška, jer je SAP testirao rad svog softvera na odgovarajućem hardveru i platformi, i za to pruža odgovarajuću podršku. Pošto je HANA baza " in memory" potrebno je obebediti dovoljno RAM-a na virtualnim mašinama. Neka preporuka je da se koristi SAP-ov alat **SAP Quick Sizer** za identifikovanje neophodnih resursa. Za prelaske sa drugih baza i za nove implementacije SAP HANA sistema, neophodno je proceniti veličinu RAM memorije pomoću SAP Quick Sizer tool. Ovaj alat računa CPU, disk, memoriju i I/O resurse zasnovane na

broju korisnika i poslovnim modulima za koje je predviđen rad SAP sistema.

Korak 2: čišćenje starih podataka i sređivanje sistema je jedan od prvih zadataka koje treba uraditi da bi se uradila migracija sistema. To se radi iz razloga:

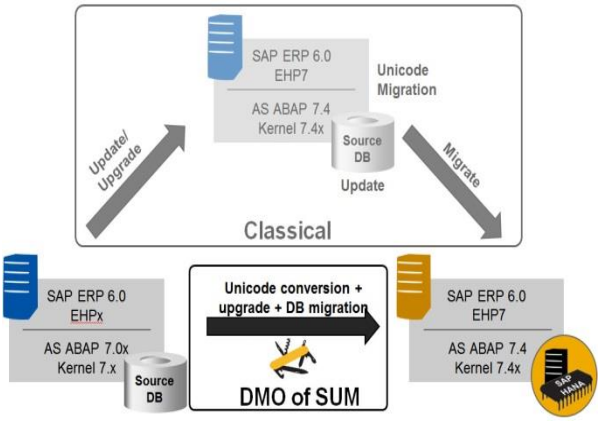
- Smanjenje podataka će rezultirati smanjenjem i harverske infrastrukture, CPU i nekih SAP licenci
- Manje veličina baze će omogućiti lakši tehnološki prelaz i smanjenje prekida rada sistema
- Čuvanjem samo neophodnih i kvalitetnih podataka u sistemu će se ubrzati i rad samog sistema

Korak 3 : pravi se konceptualni dizajn migracije

Ovo podrazumeva pravljenje koncepta migracije prvo razvojnog, testnog, a na kraju produkcionog okruženja. To je neophodan korak, jer SAP standard jeste troslojna arhitektura sistema (development-quality-production), i potrebno je uraditi migraciju za sva tri okruženja. Već na prvoj migraciji razvojnog okruženja će se pokazati svi izazovi i tehnički problemi migracije.

Ovo je vrlo važno zbog sledećih razloga:

- Može da se proceni vreme migracije
- Mogu da se uoče potencijalni rizici i tačke koje mogu da dodvedu da zastoja migracije
- Omogućava biznis korisnicima da vide prednosti Hana baze pre produkcije
- Omogućava vodjama projekta migracije da uoče rizike i probleme
- Više vremena za testiranja i ispravke u okruženju koje nije produkciono



4. Procedura migracije

Za procese migracije postoje SAP alti koji to omogućavaju. Jedan od njih je i SUM (Software Update Manager) . To je SAP tool koji se koristi prilikom instalacije, migracije, ali i nadogradnje sistema. Za proces migracije iskorišćen je SUM tool sa DMO opcijom (Database Migration Option). DMO omogućava sledeće prednosti:

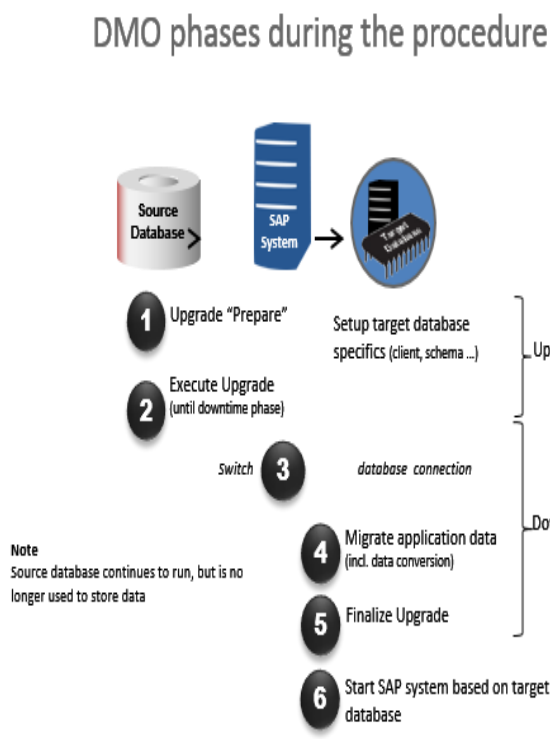
- Pojednostavljene korake za migracije sistema
- Nadogradnja sistema i migracija na druge platforme se radi u jednom koraku
- Smanjuje vreme nedostupnosti sistema za vreme migracije

Princip rada SUM alata je sledeći:

- SUM kreira "shadow" repozitorijum na izvornoj bazi do prekida rada, dok se paralelno postavlja nova baza sa potrebnim elementima (klijent,šema)
- Nakon toga se „shadow repozitorijum" kopira u target bazu. U tom trenutku prestaje rad izvorne baze, i to je trenutak downtime izvorne baze.
- Nakon migracije podataka aplikacije (uključujući konverziju podataka), upgrade sistema se završava, i korisnici mogu da rade na novoj HANA tehnološkoj platformi

Izvorna baza nastavlja sa radom u kozistentnom stanju, ali su tabele aplikacije u stanju "not modified". Izvorna baza ostaje kao rezervna baza podataka za „Reset" opciju dok se ne završi kompletna procedura DMO-a. Nakon uspešne DMO procedure izvorna baza se ne može koristiti kao produktivna baza paralelno sa ciljanom (target) bazom. Target baza preuzima primat kao produkciona baza nakon uspešne migracije. Nakon toga se više ne može koristiti "Reset" opcija baze za vraćanje u stanje pre migracije.

Faze migracije i upgrade sistema izgledaju ovako:



Pre same migracije potrebno je uraditi sledeće predmigracione korake:

- ✓ Kreiranje zahteva za „Permanent SAP License“ (da bi mogao uopšte da se radi upgrade, generišu se ključevi sa SAP portala).
- ✓ Skida se poslednja verzija SUM programa
- ✓ Instalira se poslednja verzija SAP Host Agent-a na aplikativnim serverima
- ✓ Registruje se SUM na SAP Host Agent-u pre starta SUM with DMO opcijom
- ✓ Skidaju se fajlovi za upgrade iz SAP Maintenance Planner-a.

U ovom delu se definišu koraci koje treba da radi SUM alat. Izborom opcija verzije, upgrade ili migracije Maintenance Planner generiše stack.xml fajl, koji je osnova za dalji postupak migracije. U njemu se nalaze osnovne informacije o SAP verzijama na koje se ide i na verzije baze sa service pack-om.

Prvo što se radi je testina nadogradnja i migracija. Obavezno pre produkcione migracije je potrebno testirati SUM sa DMO opcijom. Dobra vežba za to je development i testno SAP okruženje. Nakon ovog idemo u proceduru nadogradnje i migracije pokretanjem procedure Software Update Manager (SUM). SUM kontroliše celu proceduru, od sistemskih preduslova, uvoza potrebnih programa, do obustave rada produkcionog okruženja i ponovnog startovanja produkcionog okruženja. Procedura je podeljena na više koraka kroz mape puta. Svaki deo je podeljen u individualne korake koje treba proći. Uspešan završetak prethodnog koraka je preduslov za nastavak sledećeg koraka. U zavisnosti od strategije i scenarija koji se izabere za DMO, postoje :

- Standard
- Downtime-Optimized prekid rada. To je neko vreme koje će produkciona baza biti nedostupna.

Scenario Downtime-Optimized podrazumeva:

- Dodatne parametre koji zahtevaju expertska znanja za prenos arhiva i transportne mehanizme
- Parametri migracije koji uključuju poređenje tabela, migracione ključeve, migraciona ponavljanja i premeštanja sa izvora na željenu bazu
- Konfiguracija alata za ispitivanja prednosti nekih opcija migracije

U fazi konfiguracije DMO-a je potrebno uraditi sledeće:

- ✓ Obezbediti parametre konekcija i korisnike sa odgovarajućim privilegijama za target bazu
- ✓ Prebacivanje kernela za obe baze (source,target)
- ✓ Prebacivanje dodatnih paketa, transport requesta i modifikacija koja su postojala na source sistemu

U fazi provere za DMO sistem proverava da li ima dovoljno resursa za “shadow system“, „system health checks“ (kao što su nametab, transport system) i proveru svih tool-ova i sistem parametara.

U fazi predprocesinga SUM procedure u sistemu se dešavaju sledeće aktivnosti:

- Podiže se repozitorijum za migraciju sistema
- Izvršava se proceduru SMIGR_CREATE_DDL (generiše DDL skripte za migraciju SAP objekata)

- Pravi tranziciju za prekid rada sistema (sistem izolacija)

U fazi izvršenja SUM tool radi sledeće aktivnosti:

- Migracija podataka aplikacije
- Menja repozitorijum i kernel parametre
- Prilagođavanje struktura novih objekata novim verzijama (phase PARCONV – dodavanje tabela aplikacije novim strukturama u novom SAP okruženju). Nova verzija može da nosi i nove strukture SAP objekata
- Main import (faza TABIM – import tabela koje pripadaju SAP opsegu)
- XPRAS – "Report after Put" je ABAP program ili Function Module koji se izvršava tokom transporta requesta u toku import sekvence

U završnoj fazi migracije SUM tool izvršava sledeće aktivnosti:

- Čisti logove koji su mu trebali za migraciju
- Transakcija SPAU za modifikovane SAP objekte u novoj verziji
- Otključavanje transportnog mehanizma za prebacivanje promena sa razvojnog sistema ka produkciji

Kada SUM alat uspešno završi sve korake do kraja procedure, tada ciljani sistem može da postane produkcioni. Nakon toga slede provere uspešnosti migracije. Migracija se može potvrditi putem alata Migracioni monitor. Ovaj alata nam omogućava da vidimo da li su svi paketi importovani pravilno, kao i broj redova pre i posle importa u Hanu bazu. Poslednji korak je je tehničko ispitivanje aplikacija i funkcionalnosti. Nakon što su izvršeni finalni testovi od strane ključnih korisnika, ključni korisnici potvrdili rad SAP aplikacije, ide se u produktivni rad.

5. Zaključak

Prelazak na novu tehnološku platformu omogućio je niz prednosti i pogodnosti za samu kompaniju. Povećava se brzina odziva i omogućava pokretanja ad hoc izveštaja nad velikim skupom podataka. Kompresijom je smanjena veličina orginalne migrirane baze. Hana tehnološka platforma ima mnoge prednosti u odnosu na tradicionalne baze podataka. Ona je „in-memory" (brži pristup podacima) i „column-based" (organizacija kolona omogućava analitičke izveštaje) što predstavlja veliku prednost u odnosu na tradicionalne baze podataka. Manja veličina baze smanjuje vremenske i hardverske resurse za backup sistema, ali i za restore sistema.

LITERATURA

SAP Note 1813548: Database migration option (DMO) for Software Update Manager

SAP portal za dokumentaciju:

https://help.sap.com/

Migration to SAP HANA: Overview of Migration Options for ABAP-Based SAP Systems

IMPLEMENTACIJA BIG DATA KONCEPTA U ZDRAVSTVU
APPLYING THE BIG DATA CONCEPT IN HEALTH SECTOR

Antonina Lazić[1], dr Dragan Vukmirović[2], dr Marija Jović[3]
Fakultet Organizacionih Nauka, Beograd[1 2 3]

Sadržaj – *Era interneta sa sobom je donela velike količine podataka, koje je neophodno na adekvatan način obraditi, analizirati i sortirati, pri čemu se Big Data koncept sve češće pojavljuje kao najadekvatnije rešenje. Primena Big Data koncepta u okviru zdravstva nudi brojne mogućnosti unapređenja sistema zdravstvene zaštite. Cilj ovog rada odnosi se na analizu i pružanje kritičkog osvrta na implementaciju Big Data koncepta u zdravstvu. U okviru rada su analizirani potreba za implementacijom Big Data koncepta u zdravstvu, različite mogućnosti primene Big Data koncepta u ovom domenu, ali i rizici i ograničenja povezani sa primenom Big Data koncepta u zdravstvu najšire posmatrano.*

Abstract - *The age of the internet has introduced a huge amount of data that needs to be adequately processed, analyzed, and sorted, and the Big Data concept is more and more often coming across as the most satisfactory solution. Applying the Big Data concept into the health sector offers numerous possibilities for improving the system of health protection.. The goal of this paper is to analyze and provide a critical overview of the implementation of the Big Data concept in the health sector. The need for implementing the Big Data concept in the health sector, different possibilities for applying it in this domain, as well as the risks and limitations related to applying the Big Data concept in health care globally have all been analyzed within this paper.*

1. UVOD

XXI vek je sa sobom doneo brojne inovacije i zakonitosti u različitim domenima života ljudi. Na ovo je uticao razvoj interneta, odnosno, tzv. internet revolucija. Internet utiče na brojne oblasti: poslovanje, slobodno vreme, školovanje, informisanje, i sl. Razvijenost, brojnost i kontinuiran rast broja korisnika društvenih mreža, na primer, jasno ukazuje na to koliko su internet i informacione tehnologije postali globalni fenomeni koji utiču na globalizaciju celokupnog savremenog sveta. Prema podacima iz izveštaja kompanije Hootsuite i marketinške agencije We Are Social, u 2017. godini, od januara 2017. godine, ima oko 2,8 milijarde aktivnih korisnika društvenih medija i 4,9 milijardi mobilnih korisnika u svetu [1]. S obzirom na to da je u trenutku pisanja ovog rada u toku 2020. godina, jasno je da su ovi brojevi uvećani, a njihov pravi broj se pretpostavlja.

Naučnici, fizičari, ekonomisti, matematičari, političari, informatičari, sociolozi i drugi se susreću sa ogromnim količinama informacija koje proizvode ljudi, stvari i njihova interakcija [2]. Mogućnosti primene ovako prikupljenih podataka su gotovo neograničene, te je veliki deo informacione industrije u proteklih nekoliko godina usmereno ka iznalaženju najadekvatnijih i najoptimalnijih načina za njihovo prikupljanje i obradu. Upravo ovo se nalazi u osnovi pojave i razvoja Big Data koncepta (u daljem tekstu BDK). Glavna ideja rukovanja velikim podacima je pružiti dragocene uvide za donosioce odluka da donose vredne i precizne odluke [3]. Big Data (u daljem tekstu BD) je postao sastavni deo funkcionisanja brojnih praktičnih i naučnih oblasti. Pojava BD tehnologije promenila je pogled na mnoge naučne oblasti, pa i na zdravstvo. Primena BDK u okviru zdravstva nudi brojne mogućnosti unapređenja sistema zdravstvene zaštite, promene u načinu lečenja, odnosa pacijenata i medicinskih radnika i slično. Ključni cilj ovog rada odnosi se na analizu i pružanje kritičkog osvrta na implementaciju BDK u zdravstvu.

2. BIG DATA KONCEPT: DEFINICIJA I OPERACIONALIZACIJI

Izraz BD odnosi se na ogromnu količinu podataka koja se ne može obraditi i analizirati primenom tradicionalnih računarskih tehnologija i alata, a istovremeno predstavlja potrebu za novom vizijom i novim načinom poslovnog razmišljanja, novim alatima, novom tehnologijom i novim upravljanjem podacima [4] Moguće je reći da skladištenje, pristup, obrada i analiza ogromnog broja podataka koji se uvećavaju iz trenutka u trenutak jeste izazov za preduzeća koja svoje poslovanje na bilo koji način zasnivaju na odnosu sa klijentima/kupcima posredstvom interneta, te da je BDK koncept koji nudi brojne benefite u ovom domenu. Jedan od izazova sa kojima se susreću kompanije u eri digitalizacije jeste postojanje velikih podataka kojima je potrebno na adekvatan način pristupiti i iskoristiti ih na najefikasniji i najefektivniji mogući način. Brojne kompanije su oduševljene Big Data konceptom i naprednom analitikom koju ovaj koncept sa sobom nosi, ne samo zato što nudi mogućnost obrade velikih i brojnih podataka, već zato što sa sobom nosi i druge potencijale. [5]

Beneficije koje sa sobom donosi primena BD tehnologija odnose se najpre na mogućnosti analiziranja inovativnih tipova i izvora podataka, kojima do sada nije bilo moguće pristupiti na način koji će dovesti do u praksi upotrebljivih informacija i rezultata. Pojavom koncepta BD veliku količinu podataka različite strukture iz različitih izvora moguće je agregirati, kombinovati i analizirati u pravcu generisanja informacija u realnom vremenu koje su od izuzetnog značaja za donošenje dobrih poslovnih odluka [6]. Prikupljanjem nedovoljno struktuiranih, detaljnih i relevantnih podataka u realnom vremenu, kroz primenu BDK stvara se mogućnost transformacije ovih podataka u izvore informacija i odluke koje utiču na kvalitet funkcionisanja preduzeća, institucija i ustanova, na prvom mestu kroz unapređenje proizvoda i usluga koje nude kupcima, odnosno klijentima, ali i kroz povećanje efikasnosti poslovnih procesa koji su u vezi sa ovakvom strukturom podataka i informacija. Analizom izuzetno velikih količina informacija (eng. Big Data) omogućava se

predviđanje ishoda događaja, procesa, posebno ljudskog ponašanja, a na osnovu otkrivanja šablona, trendova, veza i interakcija između faktora [7]. Jasno je da ove navedene mogućnosti sa sobom donose brojne kanale i potencijale koji se odnose na unapređenje poslovanja, stvaranje konkuentske prednosti, kvalitetnog odnosa sa kupcima i korisnicima, a ovo sve jesu mehanizmi i tehnike na kojima počiva uspeh poslovnog sveta današnjice.

S obzirom na to da BD predstavlja termin kojim se opisuju podaci čiji obim, raznovrsnost, struktura i brzina generisanja prevazilaze mogućnosti tradicionalnih baza podataka i softvera za njihovo prikupljanje, obradu, upravljanje i analiziranje [8], neophodno je detaljnije objasniti od čega se sastoje i po kom principu funkcionišu. Ovo je adekvatno prikazati kroz tzv. "4V" (Volume, Variety, Velocity, Veracity), odnosno ključne komponente koncepta BD. Schroeck sa saradnicima [9] opisuje ključna 4 segmenta ovog koncepta: Obim: odnosi se na ogromnu količinu podataka koje organizacije pokušavaju da iskoriste kako bi poboljšale donošenje odluka u preduzeću; Različitost koja se odnosi na različite vrste podataka i izvora podataka, kao što su na primer, podaci sa društvenih mreža, kreditne kartice, medicinski uređaji, nadzorne kamere, bar kodovi i slično; Brzina koja se odnosi na brzinu stvaranja, obrađivanja i analiziranja podataka, a koja odražava potrebu za stvaranjem podataka i odlučivanjem u stvarnom vremenu; Istinitost koja se odnosi na nivo pouzdanosti povezane sa određenim tipovima podataka i odražava potrebu za visokokvalitetnim podacima.

Drugim rečima, a prema definiciji koju je uvela kompanija IBM, za neki informacioni resurs kažemo da ima BD osobine ako ga karakteriše: velika količina podataka (engl. volume), velika raznovrsnost podataka (engl. Variety) i velika brzina pristizanja podataka (engl. Velocity) [10]. Bez obzira na to koji od ovih segmenata biva uzet kao referentni okvir prilikom razmatranja koncepta BD, moguće je reći da je ovo koncept na kome se bazira prikupljanje i obrada podataka u svim svetskim sistemima i da će o konačnim potencijalima, dometima i rezultatima primene ovog kocepta u savremenim društvima tek u budućnosti moći da bude reči, s obzirom na to da se aktuelno ovaj koncept intenzivno i neprekidno razvija i unapređuje.

3. POTREBA ZA IMPLEMENTACIJOM BDK U ZDRAVSTVU

Moguće je reći da zdravstveni sektor predstavlja jednu od okosnica funkcionisanja savremenih zemalja. Situacije u zdravstvenoj zaštiti različitih zemalja su različite, međutim, podrazumeva se da su brojni faktori zdravstvene zaštite u funkciji smanjenja bolesti, poboljšanja zdravlja i blagostanja ljudi [11]. Uprkos tome, svedoci smo toga da postoji sve veći broj hroničnih bolesti, sve veći broj medicinskih stanja na koje savremena medicina često nema dovoljno adekvatan odgovor, kao i sve veći problem koji se odnosi na nedostatak adekvatnih stručnjaka i sve viših troškova lečenja. Na primer, troškovi zdravstvene potrošnje u 2012. u SAD-u su iznosili $ 2.6 triliona, oko 17,6% bruto domaćeg proizvoda (BDP), dok su u 2016. godini iznosili oko $ 4,1 triliona [12]. Ovakvi i slični pokazatelji jasno ukazuju na to kolika je uloga savremenog sistema zdravstva u današnjem društvu.

Prosečna starost stanovništva u svetu sepovećava, raste broj hronično obolelih starih lica, a da njihovo lečenje iziskuje sve veće materijalne, ljudske, vremenske i druge resurse. Ovakvo stanje stvari zahteva prilagođavanje zdravstvenog sistema savremenih društava demografskim promenama do kojih dolazi na globalnom nivou. Jedna od savremenih težnji ka unapređenju zdravstvenog sektora u brojnim zemljama odnosi se na realizaciju digitalne transformacije ovog sektora, sa ciljem stvaranja univerzalnih baza podataka, sistema koji su objedinjeni i funkcionišu jednostavno i brzo, a stručnjacima u okviru zdravstvenog sektora olakšavaju rad i pružaju sve neophodne informacije o pacijentima. U visoko razvijenim sistemima zdravstvene zaštite kao što su oni u izraelu, Sjedinjenim Američkim Državama i Evropi, većina aspekata zdravstvene zaštite postaje podržana širokom lepezom tehnologije, kao što su, na primer elektronski zdravstveni kartoni, biometrijski i telemedicinski uređaji i sredstva [13]. Uprkos ovakvim savremenim inovacijama i tendencijama da se zdravstvena industrija u što je moguće većoj meri uskladi sa aktuelnim tendencijama u svetu informacionih tehnologija, česta neefikasnost ovih procesa zahtevala je ulaganje dodatnih napora i inovativnih pristupa.

Jedan od najinovativnijih pristupa u ovom domenu jeste primena BDK. Ideja je da primena ovog koncepta rezultuje adekvatnom reformom u sledećim domenima sistema zdravstvene zaštite u savremnim društvima [14]: Poboljšanje kvaliteta, bezbednosti i efikasnosti u pružanju zdravstvene usluge; Angažovanje pacijenata i porodice; Poboljšanje koordinacije zaštite javnog zdravlja; Održavanje privatnosti i bezbednosti zdravstvenih podataka pacijenta; Poboljšanje kliničkih ishoda; Poboljšanje zdravstvenog stanja stanovništva; Povećanje transparentnosti i efikasnosti; Osnaživanje pojedinaca. Na osnovu navedenog moguće je zaključiti da se ideja koja stoji iza potrebe i pokušaja implementacije BDK u zdravstvu odnosi na poboljšanje aktuelnih zdravstvenih sistema, na prvom mestu kroz bolje merenje rezultata lečenja, koje će uticati na određivanje budućih odluka vezanih za terapiju pacijenata, kao i na istraživanja u domenu medicine koja će generalno rezultovati njenim daljim napretkom i razvojem i unapređenjem čovečanstva široko posmatrano.

4. MOGUĆNOSTI PRIMENE BDK U ZDRAVSTVU

Iako su brojni potencijali koje sa sobom donosi primena BDK u zdravstvu, jasno je da postoje oblasti i domeni u kojima je ovaj doprinos veći, kao i oni u kojima su manji. Cilj ovog odeljka rada jeste da predstavi ključne oblasti zdravstvenog sistema u kojima BDK može da pruži svoj doprinos koji će promeniti budućnost celokupnog zdravstvenog sistema. Bez adekvatno realizovanih istraživanja, ali i zaključaka izvedenih iz onih koja su bila nedovoljno uspešna ne bi bilo moguće govoriti o

savremenim domenima i dometima medicine. Klinička praksa zahteva složenu interakciju između iskustva, istraživanja i prakse, koja se mora zasnivati na kontrolisanim ispitivanjima i dizajniranim studijama koje odražavaju kliničku praksu u stvarnom životu [15]. Primena BDK u zdravstvu pruža priliku za izgradnju baze podataka koja može biti korišćena u kontinuitetu istraživanja, sa ciljem procene i poboljšanja smernica kliničke prakse, a može služiti i kao izvor podataka kako za nacionalna, tako i za internacionalna istraživanja koja mogu da rezultuju konkretnim, primenjivim i multidisciplinarnim rezultatima u različitim domenima. BDK predstavlja ogroman dobitak u vremenu, novcu i ljudskim resursima koji se ulažu u medicinska istraživanja [16]. Cilj kojim se rukovode naučnici koji primenjuju BDK u medicinskim istraživanjima jeste, između ostalog, da omoguće da terapija namenjena konkretnom pacijentu bude primenjena u pravom trenutku na adekvatan način, jer smatraju da je individualizovan pristup lečenju, ali i prevenciji bolesti budućnost lečenja. Podatak koji dovoljno jasno ukazuje na to koliki je trenutni potencijal primene BDK u medicinskim istraživanjima jeste, na primer, onaj koji govori o tome da je 130 miliona Američkih dolara ova zemlja izdvojila samo u 2016. godini sa ciljem primene BDK u domenu tzv. "personalizovane medicine" [17].

Praktičan primer primene BDK u medicinskim istraživanjima odnosi se na korišćenje velikih količina podataka o planovima lečenja i stopama oporavka pacijenata koji su, oboleli od određenog vida karcinoma. Ovakav vid istraživanja bi mogao da pruži zaključke o trendovima lečenja koji imaju najveći stepen uspeha, ali i zaključke o uzrocima pojave kancera, interakcija različitih tretmana i različitih životnih stilova pacijenata i slično. Prilagodljivi napredni analitički alati koje omogućava koncept BD se mogu koristiti za pretvaranje miliona tačaka podataka u predviđanju i dijagnostici u medicini i procesima personalizovanja zdravstvene zaštite koja će pružiti bolje ishode lečenja i brige o pacijentima [18] Medicinska istraživanja često zahtevaju visoke troškove, dugačke vremenske periode ralizacije, kao i nedovoljno velike uzorke, te zbog toga mnoga započeta ne budu realizovana do kraja, ili pretrpe modifikacije koje ih značajno udalje od početne ideje i time umanje njihov kvalitet i verodostojnost. Korišćenjem resursa koji su dostupni u okviru BDK ovakve prepreke u medicinskim istraživanjima više ne bi trebalo da postoje, što bi trebalo da rezultuje značajnim uspesima u ovoj oblasti. Nadalje, postavljanje hipoteza istraživanja, koje su srž svakog istraživanja, pa i istraživanja u medicini vodi se potpuno drugačijom logikom u slučaju primene BDK i klasičnih istraživačkih metoda. Klasična, kontrolisana medicinska, odnosno klinička ispitivanja prate dizajn studije koji je usmeren na hipotezu, koja potom određuje vrstu, količinu, poreklo i obim podataka koji će se u okviru studije prikupljati i analizirati, te na osnovu kojih će biti izvedeni zaključci i teorijske i praktične implikacije. Sa druge strane, studije bazirane na primerni BDK u medicini na osnovu analize velikog broja podataka formulišu hipotezu, koja se potom ispituje, a ishod ovih analiza često je nova hipoteza koja se zatim, zahvaljujući velikoj količini podataka brzo i lako testira. Ove ključne razlike između dva tipa istraživanja umnogome menjaju tok i strukturu istraživanja u medicini generalno posmatrano.

Na osnovu navedenog moguće je zaključiti da se aktuelna i u bliskoj budućnosti planirana velika i materijalno zahtevna istraživanja u domenu medicine baziraju pretežno upravo na primeni BDK. Više je razloga za to, a možda ključan jeste onaj koji se odnosi na mogućnost stvaranja relativno stabilnih predikcija, što je do sada u svetu medicine bila retkost. Otkrivanjem skrivenih asocijacija i obrazaca unutar podataka i pretvaranjem informacija u prediktivne modele BD analitika može potencijalno da poboljša zdravlje ljudi, doprinosi stvaranju personalizovanije medicine i nudi bolje zdravstvene usluge i smanjenje troškova istih [19].

Primena BDK u zdravstvu važna je i iz ugla digitalne transformacije zdravstva. O tome koliko je digitalna transformacija zdravstvenog sektora postala važan i nezaobilazan proces, možda najuspešnije govori sledeći pdoatak: U Sjedinjenim Američkim Državama, samo 10% bolnica imalo je elektronsku medicinsku dokumentaciju u 2008. Godini, ali preko 80% njih je imalo ovaj vid dokumentacije do 2015. godine [20]. Nadalje, procene od pre samo nekoliko godina ukazivale su na to da će do 2020. Godine digitalne tehnologije u zdravstvu činiti tržište od 117 milijardi američkih dolara [21]. Ovakvi i slični podaci jasno ukazuju na to koliki je domen, značaj i uloga digitalnih transformacija u savremenom zdravstvenom sektoru. E-zdravstvo i telezdravstvo postale su glavni izvor prikupljanja podataka koji su deo BDK, ali i implemetacije praktičnih rešenja koja su rezultat primene BDK u zdravstvu. Tri najbolje rangirana softverska rešenja u elektronskom zdravstvu u 2018. godini [22] beziraju se na prikupljanju podataka za potrebe BDK, ali i na primeni ovog koncepta u tretmanu pacijenata. Ova softverska rešenja jesu:

- eClinicalWorks – nekoliko godina u nazad najuspešnije softversko rešenje koje je dalo svoj značajan doprinos digitalnoj transformaciji brojnih zdravstvenih sistema, a bazira se na promociji i kreiranju elektronskih zdravstvenih kartona. Koristi se za pružanje virtuelnih zdravstvenih usluga zasnovanih na adekvatnom praćenju i analiziranju podataka o bolesti i stanju pacijenata [23]. Poseban naglasak stavlja na procedure i propise namenjene bezbednom upravljanju podacima u zdravstvenoj organizaciji.
- All Scripts – Softver pogodan za lekarske ordinacije i ambulante, koji im pomaže da postignu više uz manje resursa. Pruža mogućnost potpuno integrisanih finansijskih i kliničkih rešenja koja kliničarima olakšavaju pružanje usluga pacijentima. Sa svojim fleksibilnim portfoliom dinamičkih elektronskih zdravstvenih kartona, omogućuje veoma brzi protok informacija kroz jedinstvenu mrežu zdravstvenih organizacija, pri čemu ažuriranje zdravstvenih podataka u kratkom vremenskom roku omogućuje kreatorima ovog rešenja da stvore tako zvani „smart" elektronski zdravstveni sistem.
- Cerner Ambulatory EHR- Cerner's PowerChart Ambulatory EHR osigurava da kliničari imaju prave infomracije u pravo vreme i na pravom mestu i da su u mogućnosti da donesu najbilje odluke[24]. Neke od opcija

koje ovo softversko rešenje nosi sa sobom jesu: zakazivanje pregleda, vođenje elektronskog kartona pacijenata, kao i protok dokumentacije, medicinskog materijala i razmene mišljenja.

Farmaceutska industrija, industrija medicinskih uređaja, pomagala i drugih sredstava koja se koriste u radu medicinskih institucija i radnika predstavljaju vodeće svetske industrije i grane. Lekari, farmaceuti i pacijenti u svetu imaju svakodnevno na rapsolaganju više hiljada lekova koji omogućavaju veliki napredak u lečenju i prevenciji bolesti, ali i stvaraju moćno tržište lekova čija se vrednost približaa magičnoj cifri od neverovatnih 900 milijardi dolara (880 milijardi dolara 2011. godine s rastom od 5-7%) [25]. S obzirom na to da je navedeni citat star gotovo čitavu deceniju, moguće je pretpostaviti da su ove cifre u trenutku pisanja ovog rada značajno više. Ovakvi i slični podaci čine industrijama vezanim za medicinu i zdravstvo izuzetno privlačnim upotrebu BDK, sa ciljem prikupljanja i sticanja relevantnih informacija o tome kako pacijenti, ali i lekari i ostalo medicinsko osoblje koriste njihove proizvode i kako ih je moguće učiniti privlačnijima, najpre za lekare, a potom i za pacijente. Nadalje, s obzirom na to da se kompanije iz farmaceutske industrije konstantno nalaze pod pritiskom koji se odnosi na razvoj novih lekova, uz što manje troškove istraživanja, u procesima istraživanja i otkrića novih lekova sve više se koristi BDK, pri čemu dolazi do saradnje između akademskog i farmaceutskog sektora u razmeni informacija [26]. Ovakvo stanje stvari dovodi do toga da uz pomoć ovako prikupljenih i obrađenih podataka farmaceutske kompanije imaju mogućnost utvrđivanja različitih trendova kretanja bolesti i oboljenja u celoj populaciji, ili određenim segmentima populacije, što daje osnov za prilagođavanje novih ili već postojećih proizvoda i lekova potrebama tržišta, odnosno stvaranje i plasiranje najučinkovitijih lekova i medicinskih sredstava.

Bolje shvaranje potreba pacijenata, lekara i drugog medicinskog osoblja od strane farmaceutskih kompanija i faramceutske industrije generalno koja koristi BDK, vodi ka poboljšanju odlika lekova koji se već nalaze na tržištu, ali i odlučivanje o tome koje je proizvode potencijalno potrebno povući sa tržišta ili ih uopšte i ne plasirati na isto. BDK u farmaciji, između ostalog, vodi i ka poboljšavanje terapisjkih idnikacija i načina primene lekova kroz poboljšanje detekcije i predviđanja određenih nuspojava lekova [27]. Kroz ovaj proces farmaceutske kompanije imaju mogućnost da prate efikasnost lekova i medicinskih sredstava i neposredno nakon plasiranja novih medikamenata ne tržište, što im daje mogućnost da opravdaju različitim finansijerima i kupcima cenu svojih lekova, njihovu vrednost i potrebu za korišćenjem upravo određenog leka, odnosno medicinskog sredstva. Na osnvou navedenog moguće je zaključiti da su mogućnosti koje sa sobom donosi primena BDK u industrijama vezanim za medicinu, na prvom mestu farmaceutskoj industriji mogućnosti koje mogu umnogome da primene dosadašnje medicinske prakse i procedure vezane za primenu medikamenata i drugih medicinskih sredstava, na bolje, na prvom mestu kroz analizu rezultata terapije, stavove lekara i pacijenata prema određenim lekovima i slično. Mogućnost koja se odnosi na brzo dobijanje upravo one terapije koja je pacijentu potrebna i koja će dati očekivane rezultate predstavlja veliki iskorak i potencijal medicine XXI veka. Moguće je reći da ispravna upotreba BDK u farmacijii vodi ka poboljšanju kvaliteta života pacijenata, unapređenju sistema zdravstvene zaštite, smanjenju troškova iste, što jeste važan segment i korak u savremenom svetu.

Preventivna medicina, shvaćena kao medicinska grana koja ima za cilj na prvom mestu sprečavanje nastanka bolesti, ima veoma važnu ulogu u medicini XXI veka, koja je sve više usmerena ka tome da preduzme neophodne korake koji vode ka tome da do bolesti uopšte i ne dođe, ili da njene posledice budu što manje. Bez obzira da li je reč o primarnoj, sekundardnoj ili tercijalnoj prevenciji, primena BDK u ovom domenu može da ponudi mnogo. Npr. praćenje toka bolesti, učestalosti u određenim zemljama ili regionima, kao i faktora rizika koji pogoduju nastanku i razvoju određenim bolesti i zdravstvenih problema može, primarno da utiče na primarni nivo zdravstvene zaštite, ali i na sekudarni [7]. Primena BDK u preventivnoj medicini koja sa sobom donosi mogućnost poboljšanja epidemiološkog nadzora, kroz praćenje bolesti koje se pojavljuju i dovode do teških stanja i smrtnosti u opštoj populaciji, otvaraju put ka osmišljavanju i primeni efektivnih i efikasnih mehanizama prevencije, koji su prilagođeni upravo određenom segment populacije, odabranom na osnovu različitih krterijuma. Praćenje izbijanja i toka bolesti u realnom vemenu jeste moćan mehanizam, koji je do sada nedostajao lekarima i istraživačima u različitim poljima medicine, međutim, sa primenom BDK u medicini ovo postaje realtivno lako dostupan mehanizam i mehanizam koji može umnogome pozitivno da utiče na različite aspekte medicinske prevencije. Važna karakteristika BD krije se u prediktivnoj analizi čije su mogućnosti primene gotovo neograničene, pri čemu veća preciznost u predviđanju budućih događaja smanjuje neizvesnost kompleksnog sveta koji nas okružuje [12], a ovakvo stanje povećava uspešnost prevencije na različitim nivoima i u različitim domenima medicine. Nadalje, adekvatno tumačenje dostupnih podataka, kako o pacijentu, tako i o čanovima njegove porodice i podataka o zdravstvenim problemima koji su mučili njihove pretke, a koji su obrađeni kroz BD analitiku, stvara se mogućnost otkirivanja najadekvatnijeg načina tretmana pacijenata isprečavanja ponovnog nastanka bolesti, ali i otkrivanje rizik faktora koji mogu biti prevenirani i držani pod kontrolom blagovremenim i adekvatnim aktivnostima samog pacijenata i medicinskog tima koji o njemu brine.

Ono što je moguće zaključiti jeste da su aktuelne mogućnosti primene BDK u svetu medicinske prevencije velike, a da se očekuju višestruko veće u bliskoj budućnosti.

4. RIZICI I OGRANIČENJA POVEZANI SA PRIMENOM BDK U ZDRAVSTVU

Iako je „internet revolucija“ koja je započeta istovremeno sa XXI vekom donela sa sobom bojne prednosti i razvila čovečanstvo u smeru čije krajnje granice još uvek nije

moguće naslutiti, ona je sa sobom donela i određene probleme, rizike i opasnosti. Kada je reč o rizicima i ograničenjima povezanim sa primenom BDK u zdravstvu, ključna se odnosi na opasnost koja je povezana sa izlaganjima poverljivih informacija o pacijentima različitim licima, sistemima i organizacijama, uz nedovoljno poznavanje krajnjeg odredišta i svih mogućnosti upotrebe ovih podataka.

Zloupotreba podataka, od strane, na primer, osiguravajućih ili drugih kompanija mora biti rizik koji se uek razmatra prilikom donošenja odluke o upotrebi različitih elemenata BDK u medicini [28]. Mogućnosti hakovanja i različitih zloupotreba podataka koji su deo BDK svakako mora biti dobro analiziran i kritički posmatran pre donošenja odluke o upotrebi ove vrste podataka u različitim domenima, pa tako i u domenu medicine. Omogućavanje privatnosti i sigurnosti uz istovremeno kvalitet u realizaciji primene BDK u medicini jeste aktuelno veliki izazov, međutim, nameće se zaključak, da usled velikih i često nepredvidivih mogučnosti koje interent sa sobom nosi, ovaj izazov nikada neće moći da bude u potpunosti prevaziđen, odnosno da teško da će moći biti govora o primeni BDK u zdravstvu bez razmatranja ograničenja i opasnosti koje idu uz ovaj savremeni fenomen.

S obzirom na to da su izbori podataka koji vode poreklo iz različitih medicinskih i sa medicinom povezanih institucija (bolnica, apoteka, dom zdravlja i sl.) različiti po svojoj strukturi i doprinosu medicini, te, kako bi moglo biti reči o svrsishodnoj upotrebi ovih podataka u medicini, neophodno je izvršiti njihovo objedinjavanje i sistematizaciju, a jasno je da ovi procesi sa sobom nose i izvesne rizike, koji se na prvom mestu povezuju sa, ranije pominjanom privatnošću i sigurnošću podataka. Kako bi ovi rizici bili u što je većoj mogućoj meri prevaziđeni važno je da podacima koji su deo BDK rukuju isključivo stručnjaci, edukovani i iskusni u ovom polju, koji su svesni svih benefita, ali i rizika koje sa sobom nosi implementacija BDK u zdravstvu.

5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada odnosio se na analizu i pružanje kritičkog osvrta na implementaciju BDK u zdravstvu. BDK u zdravstvu predstavlja jedan od savremenih oslonaca i koncept, s obzirom na to da omogućava analiziranje izvora podataka koji do sada zbog svoje nestrukturiranosti nisu bili prikupljani i skladišteni, pružajući na taj način detaljniji uvid u celokupno poslovanje organizacije [29]. Razmatranje funkcionisanja različitih segmenata zdravstvenog sistema korz primenu BDK nosi sa sobom brojne potencijale, ali i izazove, ograničenja i rizike. Ipak, kao šro je prikazano u okviru ovog rada, BD može umnogome da promeni budućnost medicine, u smislu da značajno smanji troškove zdravstvene medicine, pacijentima obezbedi pravovremeno i individualizovano lečenje, uz unapred poznate brojne faktore koji utiču i mogu da utiču na stanje pacijenata obolelih od različitih bolesti i medicinskih stanja.

Prema istraživanjima McKinsey institute [30], kreiranje vrednosti primenom koncepta BD nastaje po osnovu: 1) transparentnosti podataka, 2) analiziranja podataka, 3) segmentacije podataka, 4) zamene/podrške procesu donošenja odluka sa automatizovanim algoritmima, 5) inoviranja proizvoda, usluga i poslovnih procesa. Ovako prikazan koncept BD podataka, primenjen na oblast medicine sa sobom nosi brojne potencijale i mogućnosti. Sama medicinska istraživanja su umnogome izmenjena pod uticajem primene BDK, postaju svrsishodnija, brža, sa jasnijim ciljevima i praktičnim i implikacijama, što sve nudi brojne potencijale za razvoj i napredak medicine, ali i celokupnog sistema zdravstvene zaštite.

Danas postaje jasno da su zdravstvena i IT industrija postale značajno povezane i da je neophodan njihov partnerski odnos, kako bi moglo biti govora o adekvatnoj implementaciji ovog koncepta u zdravstvu. Kako bi bilo moguće govoriti o značajnim doprinosima u lečenju pacijenata, ali i o primarnoj, sekundarnoj i tercijalnoj medicinskoj prevenciji, o kojoj je bilo reči u ovom radu, neophodno je da u primenu BDK u ovoj oblasti budu uložena značajna sredstva, odnosno resursi, kako ljudski, tako i vremenski i materijalni, jer je ovo jedini adekvatan način da BDK pruži doprinos koji će izmeniti budućnost medicine i zdrasvtvene zaštite na globalnom nivou, a samim tim i unaprediti kvalitet života i životni vek ljudi širom sveta, što bi bio veliki iskorak savremenog doba.

Analiza podataka u realnom vremenu, ili veoma blizu istog, pri čemu je reč o velikom skupu podataka, nudi mogućnost realizacije najsavremenijih medicinskih istraživanja, sa značajnim implikacijama. Na osnovu svega prikazanog u okviru ovog rada moguće je očekivati da će u budućnosti biti primenjena još brži, savremeniji i BDK sa više opcija nego danas, te da će brojni procesi u zdravstvenoj industriji i zdravstvenoj zaštiti biti značajno izmenjeni u odnosu na trenutne i tradiconalne. Ipak, u svim ovim procesima i iskoracima savremenog doba važno je ostati svestan pitanja koja se odnose na privatnost podataka, očuvanje sigurnosti pacijenata, formiranje i pridržavanje standarda u ovoj oblasti, jer je ovo jedini način da implementacija BDK u zdravstvu bude efikasna i efektivna, ali i svrsishodna.

Uprkos tome što se ovaj rad nije bazirao na empirijskom istraživanju koje je moglo da pruži primenjive praktične i teorijske zaključke i implikacije, rad je dao doprinos u teorijskom istraživanju ove teme, te da može poslužiti kao osnova budućih istraživanja ove ili sličnih tema.

LITERATURA

[1] Stephen, A. T. „Here comes the hyper-connected augmented consumer“, GfK Marketing Intelligence Review, Vol. 9, No.2, pp 11-18, 2017

[2] Boyd, D., Crawford, K. „Critical Questions for Big Data: Provocations for a Cultural, Technological, and Scholarly Phenomenon“ Information, Communication, & Society, Vol.15, No.5, pp 662-679, 2012

[3] Kirlić, A., & Hadžić, M. „Big data and time series: A literature review paper“, Univerzitetska misao-časopis za nauku, kulturu i umjetnost, Novi Pazar, Vol.16, pp 139-146, 2017.

[4] Chroneos-Krasavac, B., Soldic-Aleksic, J., & Petkovic, G. „The big data phenomenon: The business and public impact“ Industrija, Vol.44, No.2, pp. 117-144, 2016

[5] Court, D. Getting Big Impact from Big Data. McKinsey Quarterly, McKinsey Publisfhing, 2015.

[6] Zekavica, A., Ćirić, M., & Vukmirović, J. „Significance of the Big Data phenomenon for making marketing decisions in real time“ Ekonomija: teorija i praksa, Vol.11, No.2, pp 35-50, 2018.

[7] Koltunov, I., Panfilov, A. V., Poselsky, I. A., Chubukov, N. N., & Matkov, S. S. „Review of the big data technology use in the medical prognosis“ Journal of Applied Engineering Science, Vol.16, No.4, pp 553-560, 2018.

[8] Lukić, J. „Uloga velikih podataka u praksi otvorenih inovacija - primer srpske IKT industrije“ Ekonomika preduzeća, Vol. 62, No.5-6, pp294-304, 2014.

[9] Schroeck, M., Shockley, R., Smart, J., Romero-Morales, D., & Tufano, P. „Analytics: The real-world use of big data“ IBM Global Business Services, Vol.12, pp 1-20, 2012.

[10] Janković, S. R., Mladenović, S. A., Mladenović, D. M., Zdravković, S. S., & Uzelac, A. R. „Big Data tehnologija u saobraćaju - studija slučaja automatskih brojača“ Tehnika, Vol.71, No.2, pp 281-288, 2016.

[11] Evans, R. G., & Stoddart, G. L. „Producing health, consuming health care“ In Why are some people healthy and others not? pp. 27-64. Routledge, 2017.

[12] Jovanović Milenković, M., Vukmirović, D., Banjac, I. „Zdravstvena analitika i primena Big data koncepta u zdravstvenom sistemu“ INFOTEH-JAHORINA Vol. 16, pp 571-575, 2017.

[13] Weiner, J. P. „Doctor-patient communication in the e-health era“ Israel journal of health policy research, Vol.1, No.1, pp 33, 2012.

[14] Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. „Business intelligence and analytics: From big data to big impact“ MIS quarterly, pp 1165-1188, 2012.

[15] Price, D., Brusselle, G., Roche, N., Freeman, D., & Chisholm. „A. Real-world research and its importance in respiratory medicine“ Breathe, Vol.11, No.1, pp 26-38, 2015.

[16] Martins, T. G. D. S., Costa, A. L. F. D. A., & Martins, T. G. D. S. „Big Data use in medical research“ Einstein (São Paulo), Vol.16, No.3, 2018.

[17] Zhang, X. D. „Precision Medicine. Personalized Medicine, Omics and Big Data: Concepts and Relationships“ Pharmacogenomics Pharmacoproteomics, Vol.6, No.1, 2015.

[18] Liang, Y., & Kelemen, A. „Big Data science and its applications in health and medical research: Challenges and opportunities“ Journal of Biometrics & Biostatistics, Vol.7. No.3, pp 1-7, 2016.

[19] Mayer, M. A. „Expectations and pitfalls of big data in biomedicine“ Review of Public Administration and Management, Vol.3, No.1, 2015.

[20] Washington, V., DeSalvo, K., Mostashari, F., & Blumenthal, D. „The HITECH era and the path forward“ New England Journal of Medicine, Vol.377, No.10, pp 904–906, 2017.

[21] Dimitrov, D. V. „Medical internet of things and big data in healthcare“. Healthcare informatics research, Vol.22, No.3, pp 156-163, 2016.

[22] https://www.capterra.com/infographics/most-popular/electronic-medical-records-software/?utf8=%E2%9C%93&v=8, pristupljeno 18.01.2020.)

[23] Kostić, Z., & Rađenović, Ž. „Analiza konkurencije zdravstvenih informacionih sistema primenom softvera za višekriterijumsko odlučivanje“ Info M-Časopis za informacione tehnologije i multimedijalne sisteme, Vol.62, 2017

[24] https://www.capterra.com/infographics/most-popular/electronic-medical-records-software/?utf8=%E2%9C%93&v=8, pristupljeno 19.01.2020.

[25] Prester, J., & Kolarović, I. „Jesu li načela vitke proizvodnje u sukladnosti s dobrim proizvođačkim praksama u farmaceutskoj industriji?“ Ekonomski pregled, Vol.6, No.3, pp 273-295, 2015.

[26] Tetko, I. V., Engkvist, O., Koch, U., Reymond, J. L., & Chen, H. „BIGCHEM: challenges and opportunities for big data analysis in chemistry“ Molecular informatics, Vol.35, No.11-12, pp 615-621, 2016.

[27] Costa, F. F. „Big data in biomedicine“ Drug discovery today, Vol.19, No.4, pp 433-440, 2014.

[28] Collins, B. „Big data and health economics: strengths, weaknesses, opportunities and threats“ Pharmacoeconomics, Vol.34, No.2, pp 101-106, 2016.

[29] Petković, M., & Lukić, J. „Uticaj informacione tehnologije na dizajn organizacije: primer organizacije u zdravstvu“ Sociologija/Sociology: Journal of Sociology, Social Psychology & Social Anthropology, Vol-55, No.3, 2013.

[30] Manyika J. et al., (2011) Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity, McKinsey Global Institute, dostupno na: www.mckinsey.com, pristupljeno 19.01.2020.

SOFTVERSKO OKRUŽENJE ZA MODELOVANJE, SIMULACIJU I PLANIRANJE MOBILNIH MREŽA U PAMETNIM GRADOVIMA

SOFTWARE ENVIRONMENT FOR MODELING, SIMULATION AND PLANNING OF SMART CITY MOBILE NETWORKS

Vesad Doljak[1], Nenad Petrović[1], Stefan Panić[2], Suad Suljović[1], Samir Koničanin[1]
Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet[1]
Univerzitet u Prištini, Prirodno-matematički fakultet[2]

Sadržaj – *Efikasno planiranje resursa i razmatranje performansi su od ključnog zanačaja za realizaciju mobilnih mreža poslednje generacije velikih brzina i širokih razmera. Upotreba alata za modelovanje i simulaciju omogućava bržu i jeftiniju analizu potencijalnih realizacija. U ovom radu, prikazano je softversko rešenje za modelovanje i simulaciju pojedinih aspekata mobilnih mreža, koje se pokreće u web pretraživaču, a oslanja na tehnike linearne optimizcaije za efikasno planiranje resursa uzimajući u obzir faktore kvaliteta usluge, energetsku efikasnost i bezbednost .*

Abstract – *Efficient resource planning and performance consideratioan are of utmost importance for deployment of large-scale, high-perfromance, last generation mobile networks. Making use of modeling and simulation tools enables faster and cheaper analysis of potential mobile newtork deployment configurations. In this paper, a software solution for modeling and simulation of some aspects related to mobile networks is presented. It is run in web browser and relies on linear optimization techniques for efficient resource planing taking into account Quality of Sevice (QoS) factors, energy efficiency and security.*

1. UVOD

Bežične komunikacije i mobilne mreže već su prodrle u skoro sve segmente svakodnevnog života – od zabave do saobraćaja, zdravstva i poslovanja. Sa druge strane, svakodnevno se povećava broj korisnika i njihovi zahtevi postaju sve veći. Između ostalog, mobilne mreže pete generacije (5G) drastično većeg kapaciteta i brzina ključna su tehnologija u omogućavanju mnogih inovativnih scenarija, pogotovu onih koji se tiču primene u okviru pametnih gradova i autonomnih vozila [1].

Međutim, uspostavljanje brze i pouzdane komunikacije u mobilnim mrežama predstavlja izazov, zbog toga što osim pojave šuma, interferencije i drugih smetnji, dolazi do njihove promene vremenom na nepredvidive načine usled kretanja korisnika.

Komercijalne mobilne mreže se sastoje od hiljada mrežnih elemenata (baznih stanica), pri čemu svaki od njih ima više različitih parametara (poput visine antene i snaga prenosa), koji moraju da budu konfigurisani. Zbog toga je gotovo neverovatno da se tradicionalnim ručnim metodama može doći do optimalne konfiguracije. Prema tome, planiranje i optimizacija u mobilnim mrežama predstavljaju izuzetno važna istraživačka pitanja i akademije i industrije. Automatizovano planiranje mreže i primena optimizacije u većini slučajeva dovode do značajnog poboljšanja performansi [2].

Primena simulatora prilikom planiranja mobilnih mreža igra bitnu ulogu, jer omogućava razmatranje performansi mreže pre same realizacije, što dovodi do velike uštede vremena i novca [3, 4]. Međutim, glavni problem većine postojećih rešenja jeste njihova kompleksnost, koja zahteva obuku i dosta napora prilikom korišćenja, zahtevajući poznavanje više programskih jezika i notacija [4].

U ovom radu, prikazano je softversko okruženje za modelovanje, simulaciju i planiranje mobilnih mreža pametnih gradova koje se pokreće u web pretraživaču. Glavne prednosti prikazanog rešenja jesu njegova grafička notacija za modelovanje, intuitivni korisnički interfejs i mogućnost pokretanja u web pretraživaču bez instalacije dodatnih softverskih paketa. Osim toga, prikazano okruženje koristi linearnu optimizaciju za efikasno planiranje resursa.

2. TEORETSKA OSNOVA I KLJUČNI POJMOVI

A. Mobilne telekomunikacije

Projektovanje bežičnih telekomunikacionih sistema koji ispunjavaju visoke zahteve pouzdanosti, kapaciteta i kvaliteta usluga predstavlja veliki izazov. Naime, korisni signal kojim se prenosi informacija je pored šuma izložen i uticaju interferencija koje nastaju zbog nesavršenosti primopredajnika, nejasnog razgraničenja između klastera, kao i ambijentalnih uslova. Korisni signal kao i ove smetnje predstavljaju veličine koje su promenljive u vremenu. Do prijemne antene pristiže veći broj kopija izvornog signala nastale usled refleksije, difrakcije i rasejanja o objekte koji se nalaze u okruženju između predajnika i prijemnika. Ova pojava je poznata pod nazivom prostiranje signala po više putanja ili višepropagacioni efekat (*multipath propagation*). Dobijeni signal na prijemu predstavlja superpozicuju velikog broja kopija poslatog signala sa različitim slabljenjima, kašnjenjima i faznim pomerajima [5].

Promena anvelope i faze rezultujućeg signala u vremenu usled relativnog kretanja predajnika i prijemnika ili

promena u prenosnom medijumu naziva se *feding*, jedan od osnovnih problema u bežičnim telekomunikacijama. Postoje brzi i spori feding. Brzi feding je posledica prostiranja signala po više putanja i ogleda se u promeni nivoa anvelope i faze signala u vremenu pri čemu je srednja vrednost signala na određenoj prostornoj lokaciji konstantna. Pri bežičnom prenosu prisutan je i spori feding (efekat senke) koji je posledica devijacije terena i velikih prepreka između predajnika i prijemnika (drveće, zgrade) koji apsorbuju snagu signala, što može dovesti i do potpunog blokiranja signala [6]. Usled efekat senke i srednja snaga signala je promenljiva u vremenu. Bežični komunikacioni kanali izloženi uticaju i brzog i sporog fedinga nazivaju se kompozitni kanali. Za opisivanje varijacija srednje snage signala usled efekta senke koriste se lognormalni i gama model [7].

U mobilnim telekomunikacijama analiziraju se sistemi sa idealnom koherentnom modulacijom (vrši se korekcija faze) i nekoherentnom modulacijom za koju informacija o fazi na mestu prijema nije potrebna. Statističko ponašanje signala kod ovih sistema može se opisati sa dva tipa generalnih raspodela: k-μ i η-μ. Raspodela k-μ se koristi da opiše varijaciju anvelope signala u linearnim sredinama gde postoji dominantna komponenta i više klastera u propagacionoj okolini, a snage komponente u fazi i kvadraturi su jednake. Parametar *k* je Rajsov faktor i jednak je količniku snage dominantne komponente i snage linearnih komponenti. Parametar μ je povezan sa brojem klastera u propagacionoj okolini. Raspodela k-μ je generalna raspodela i iz nje se mogu dobiti Rajsova, Nakagami-*m*, Rejlijeva i Veibull-ova raspodela kao specijalni slučajevi [8]. U bežičnim komunikacijama η-μ raspodela fedinga se takođe koristi kao opšta raspodela za predstavljanje malih varijacija signala u uslovima bez linije optičke vidljivosti (LoS-*line of sight*) [9]. Raspodela η-μ uključuje i neke posebne slučajeve raspodele fedinga kao što su: Nakagami-*q* (Hoyt), jednostrana Gaussova, Relijeva (Rayleigh), Nakagami-*m* i Veibull-ova. Hoyt (ili Nakagami-*q*) raspodela može se dobiti iz η-μ raspodele, postavljanjem μ=0,5 [10].

Diverziti tehnika predstavlja jedan od najboljih načina za smanjenje uticaja fedinga u telekomunikacionim bežičnim mrežama, a da pri tome predajna snaga signala (snaga napajanja i dimenzije terminala) ostaje ista. Diverziti tehnike se zasnivaju na prijemu signala kojima se prenosi ista informacija kroz dva ili više nekorelisana ili slabo korelisana kanala i njihovom kombinovanju. Kombinovanjem signala pristiglih različitim putanjama primenom diverziti tehnika, odnos signal-šum *(signal-to-noise ratio*, SNR) na prijemu se može značajno povećati, a samim tim se i performanse sistema poboljšavaju. U zavisnosti od načina kako se obezbeđuju kanali u diverziti sistemu, razlikujemo frekvencijski, vremenski, prostorni, polarizacionu i ugaoni diverziti. Prostorni diverziti sistemi za razliku od ostalih zahtevaju samo upotrebu dve ili više antena na mestu prijema. Antene se smeštaju na dovoljno velikom rastojanju da bi primljene kopije signala bile nezavisne. Broj antena predstavlja red diverziti sistema. U zavisnosti od nivoa na kojem se ostvaruje prijem signala, postoje mikrodiverziti i makrodiverziti sistemi [11]. Mikrodiverziti sistemi smanjuju uticaj brzog fedinga, a makrodiverziti smanjuje uticaj senke. Najčešće korišćene tehnike kombinovanja signala koji se prenosi različitim kanalima su: Selektivno kombinovanje (SC-selection combining), selekciona i prekidačka tehnika kombinovanja (SSC-switch and stay combining), tehnike kombinovanja sa maksimalnim odnosom (MRC-maximal ratio combining) i kombinovanja sa istim težinskim odnosom (EGC-equal gain combining). Kod SC i SSC tehnike na izlaz prijemnika prosleđuje signal sa jedne od grana, dok je kod MR i EG kombinovanja izlazni signal kombinacija signala sa svih grana. Tehnike MRC i EGC daju bolje rezultate od SC i SSC tehnika, ali su teže za praktičnu realizaciju jer zahtevaju celokupnu ili delimičnu informaciju o stanju kanala primljenog signala [12].

U bežičnim telekomunikacionim sistemima signal na prijemu može varirati u širokom opsegu vrednosti (signal/šum i preko 30 dB), tako da je za projektovanje sistema potrebno poznavati statističke karakteristike signala. Na osnovu dobijenih statističkih veličina prvog i drugog reda na prijemu možemo izvršiti analizu i procenu performansi celokupog sistema sa i bez primene diverziti tehnika [13]. Osnovne statističke karakteristike prvog reda su verovatnoća otkaza (*outage probability*), momenti signala (uključujući srednju vrednost signala i količinu fedinga (AoF-*amount of fading*), verovatnoća greške (ABEP-average bit error probability) i kapacitet kanala. U statističke karakteristike drugog reda spadaju učestanost preseka nivoa (LCR-*level crossing rate*) i srednje trajanje fedinga (AFD-*average fade duration*). LCR i AFD veličine pripadaju statistici drugog reda zato što zavise od okruženja u kojem se obavlja bežični prenos i od brzine mobilne stanice [14].

Jedna od standardnih mera za određivanje performansi prijema u prisustvu fedinga je verovatnoća otkaza (V_o). Verovatnoća otkaza sistema je od velikog značaja prilikom dizajniranja parametara bežičnih komunikacionih sistema u cilju zadovoljenja zahteva kvaliteta usluge, i predstavlja verovatnoću da SNR na izlazu prijemnika bude manji od unapred utvrđenog praga γ_{th} [15]. Pored uticaja parametara sistema i sredine na performanse sistema, može se ispitivati i dobit koji se postiže procesuiranjem signala na makro nivou.

Između ostalog, bezbednog mobilnih telekomunikacionih sistema je od izuzetnog značaja. Kao mera bezbednogsti u kanalima sa uticajem fedinga, koristi se verovatnoća presretanja (*Vp*), koja predstavlja verovatnoću da brzina prenosa glavne veze padne ispod brzine prisluškivane (stepen tajnosti postane negativan) [16].

U ovom radu se u okviru prikazanog softverskog okruženja za simulaciju promene performansi u mobilnim mrežama koriste različite tehnike izračunavanja fedinga, zavisno od tipa bazne stanice i njenih parametara prenosa (SC, MRC, EGC, SSC), ali i za različite tipove fedinga, kao i njihovih parametara.

B. Linearna optimizacija

Linearna optimizacija (takođe poznata kao linearno programiranje) je tehnika za optimizaciju, koja ima za cilj da postigne najbolje rešenje (maksimalni profit ili minimalna cena) u zavisnosti od zadatih ograničenja i uslova. Zasniva se na matematičkom modelu koji se sastoji od linearnih jednačina [17]. Drugim rečima, to je tehnika za optimizaciju linearne funkcije cilja uz zadate linearne jednačine kao ograničenja. Problem prikazan u sledećoj kanoničkoj formi se naziva linearni program:

$$minimizovati\ c^T x \quad (1)$$

$$pod\ ograničenjima\ Ax \le b,\ x \ge 0 \quad (2)$$

Pri tome je: x – promenljiva odluke, a predstavlja vektor koji treba odrediti; c,b - vektori poznatih koeficijenata; A - matrica poznatih koeficijenata.

Linearno programiranje se primenjuje u rešavanju raznih problema planiranja i odlučivanja, u širokom opsegu oblasti - od ekonomije i poslovanja do tehničkih nauka i inženjerstva. U ovom radu, linearna optimizacija se primenjuje za optimalno planiranje resursa u okviru alata za modelovanje i simulaciju mobilnih mreža. Pored aspekata vezanih za performanse, uzima se u obzir i energetska efikasnost, poput rešenja prikazanog u [18].

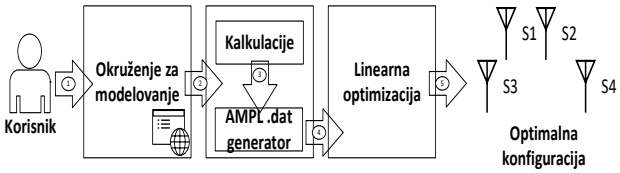
Za implementaciju modela linearne optimizacije koristimo AMPL (*A Modeling Language for Mathematical Programming*) [19]. To je algebarski jezik za matematičko programiranje, koji koristi tradicionalnu algebarsku notaciju sa proširenjima za probleme optimizacije. Lak je za korišćenje, a njegova sintaksa [20] je prirodna i intuitivna. Ipak, on ne sadrži svoj mehanizam za rešavanje problema (*solver*), ali pruža interfejs ka drugim programima. Jedna od njegovih glavnih prednosti je ta što nema potrebe poznavati svaki od njih ponaosob. U kontekstu ovog rada, koristi se CPLEX kao *solver*, a njegova implementacija se zasniva na simplex metodu [19].

3. PREGLED ARHITEKTURE I PRINCIPA RADA

Prvo, korisnik crta dijagram raspoređivanja baznih stanica i postavlja njihovu konfiguraciju, korišćenjem grafičkog korisničkog interfejsa. Moguće je postaviti različite parameter vezane za predajnike, prijemnike, interference i kanal. Okruženje za modelovanje se pokreće u web pretraživaču, a njegova implementacija zasniva na JavaScript, HTML i CSS tehnologiji.

Nakon toga, parametri kreirane mrežne konfiguracije se prosleđuju na serversku aplikaciju pisanu u Javi, koja je odgovorna za pozivanje odgovarajućih modula za složenija izračunavanja (linearna optimizacija, dubinsko učenje, feding). Pre poziva modula za linearnu optimizaciju, koristi se Python modul dubokog učenja za predikciju zahteva u pogledu broja korisnika na datoj lokaciji (oslanja se na TensorFlow biblioteku) i izračunavaju V_o i V_p.

Konačno, poziva se modul za linearnu optimizaciju, a kao rezultat dobija optimalna konfiguracija i raspored baznih stanica. U narednoj sekciji je dat opis linearnog programa koji se koristi. Na sl. 1, prikazana je ilustracija prethodno opisane arhitekture i principa rada.



Slika 1. Pregled arhitekture i principa rada: 1-Crtanje dijagrama i postavljanje parametara 2-Model mreže 3-Rezultati izračunavanja 4-AMPL .dat fajl 5-Rezultati

Osim toga, web aplikacija omogućava simulaciju promene kvaliteta usluge na strani korisnika prilikom kretanja i promena u okruženju, po formuli:

$$KvalitetUsluge_{novo} = KvalitetUsluge \cdot f_p \quad (3)$$

Pri čemu imamo da je f_p opada sa povećanjem rastojanja od bazne stanice r_s i broja trenutnih korisnika u blizini n_k, raste sa povećanjem rastojanja od obližnjih prepreka r_p, a direktno zavisi od verovatnoće otkaza V_o usled fedinga:

$$f_p = f(r_s, r_p, n_k, V_o) \quad (4)$$

Pri tome imamo da je:

$$f = 1 + k_p \frac{r_p}{r_{\max}} - k_s \frac{r_s}{r_{\max}} - k_{uk} \frac{n_k}{n_{\max}} - k_{V_o} V_o \quad (5)$$

pri čemu su: k_p – koeficijent uticaja prepreka, k_s – koeficijent uticaja rastojanja od bazne stanice, k_{uk} – koeficijent uticaja broja korisnika, k_{Vo} – koeficijent uticaja verovatnoće otkaza.

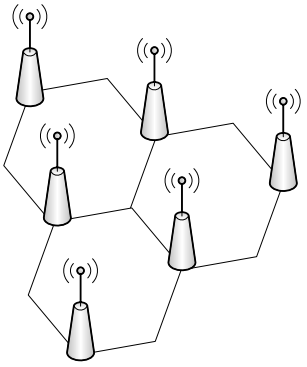
Između ostalog, u alatu za modelovanje i simulaciju, moguće je postaviti graničnu vrednost posmatranog kvaliteta usluge $KvalitetUsluge_{graničnо}$. U slučaju da trenutna vrednost kvaliteta usluge dođe do nje ili opadne ispod, moguće je primeniti odgovarajuću strategiju adaptacije $strategija_i$ sa ciljem poboljšanja:

$$if\ (KvalitetUsluge \le KvalitetUsluge_{granica})\ then$$
$$Izvršiti(strategija_i) \quad (6)$$

Što se strategija adaptacije tiče, među njima se mogu naći različite tehnike i metode, poput primene linearne optimizacije za minimizaciju kašnjenja menjanjem toka mrežnog saobraćaja u softverski definisanoj mreži, što je detaljnije prikazano u [21].

Da bi se ispratio razvoj savremenih zahteva za korišćenje bežičnih telekomunikacionih sistema neophodno je da se sa ograničenim radio spektrom postigne što veći kapacitet sistema. Celularni koncept predstavlja glavno unapređenje u rešavanju problema "zagušenja spektra" i kapaciteta sistema i sa ovim konceptom se smanjuje broj potrebnih frekvencija u bežičnom sistemu. U formiranim celularnim mrežama, u slučaju daljeg porasta gustine saobraćaja smanjuje se površina ćelije korišćenjem tehnike podele ćelije (smanjivanjem oblasti pokrivanja bazne stanice). Smanjenjem veličine klastera smanjuje se rastojanje između ćelija koje koriste isti skup frekvencija, pa se samim tim povećava mogućnost nastanka interferencije. Prilikom podele na manje ćelije treba voditi računa da

interferencija ostane u prihvatljivim granicama i zato se koriste bazne i mobilne stanice koje rade sa manjim snagama. Kod celularnih mobilnih mreža umesto jednog predajnika velike snage može se koristiti više predajnika manjih snaga koji ponaosob obezbeđuju pokrivenost male geografske površine. Primenom diverzitija u mobilnim celularnim telekomunikacionim sistemima postavljanjem baznih stanica u svakom drugom uglu ćelije heksagonalnog oblika (korisnike u jednoj ćeliji opslužuju 3 bazne stanice sa sektorizovanim usmerenim antenama po 120^0) predstavljena je na sl. 2 [11].



Slika 2. Realizacija makrodiverzitija postavljanjem baznih stanica u svakom drugom uglu ćelije

U savremenim dizajniranim ćelijskim sistemima nivo interferencije je značajno veći od nivoa šuma koji se pojavljuje na ulazu prijemnika kod svih telekomunikacionih sistema. Najbolje performanse sistema se ostvaruju kada su diverziti grane nekorelisane. Nezavisnost geografski raspoređenih baznih stanica koje se koriste kao diverziti grane na makro nivou u mikroćelijskim sistemima je mnogo teško obezbediti [12].
s

4. MODEL LINEARNE OPTIMIZACIJE ZA EFIKASNO PLANIRANJE RESURSA

Za svaku baznu stanicu *S[i]*, neophodno je uzeti u obzir potrošnju električne energije *PE[i]* i kapacitet *K[i]* u pogledu maksimalnog broja korisnika. Sa druge strane, za svaku lokaciju *L[j]*, od značaja je cena distribucije električne energije *CD[j]* do potencijalne bazne stanice koja bi se našla na toj lokaciji, ali i potražnja *P[j]*, koja označava potencijalni maksimalni broj korisnika koji bi imao potrebe za uslugom mobilne mreže na toj lokaciji.

Za svaki par stanice i lokacije, razmatraju se verovatnoća otkaza (*Vo[i,j]*) i verovatnoća prisluškivanja (*Vp[i,j]*) koji zavise od okruženja na toj lokaciji, ali i od samog tipa i karakteristika bazne stanice. Osim toga, za svaki par stanice *S[i]* i lokacije *L[j]* dodeljuje se promenljiva odluke *X[i,j]* koja označava da će stanica sa indeksom *i* će biti postavljena na lokaciji sa indeksom *j*. U ovom slučaju *X[i,j]*=1, dok u suprotnom *X[i,j]*=0.

Što se funkcije cilja tiče, ona teži da izvrši alokaciju stanica lokacijama tako da se smanji celokupna suma cena, u pogledu energije distribucije, potrošnje, verovatnoće otkaza i presretanja, što je dato formulom:

$$minmize \sum_{i\in S,\, j\in L} X[i,j]PE[i]V_o[i,j]V_p[i,j]CD[j] \quad (7)$$

Za svaki par stanice i lokacije, razmatraju se verovatnoća otkaza (*Vo[i,j]*) i verovatnoća presretanja signala (*Vp[i,j]*) koji zavise od okruženja na toj lokaciji (korisnici, obližnje bazne stanice), ali i od samog tipa i karakteristika bazne stanice. Osim toga, za svaki par stanice *S[i]* i lokacije *L[j]* dodeljuje se promenljiva odluke *X[i,j]* koja označava da će stanica sa indeksom *i* će biti postavljena na lokaciji sa indeksom *j*. U ovom slučaju *X[i,j]*=1, dok u suprotnom *X[i,j]*=0.

Osim toga, postoje i tri ograničenja u modelu. Prvo, na svakoj stanici mora da bude raspoređena makar po jedna bazna stanica:

$$\sum_{i\in S} X[i,j] = 1,\ j \in L \quad (8)$$

Dalje, jedna ista bazna stanica može biti dodeljena najviše jednoj lokaciji:

$$\sum_{j\in L} X[i,j] \le 1, i \in S \quad (9)$$

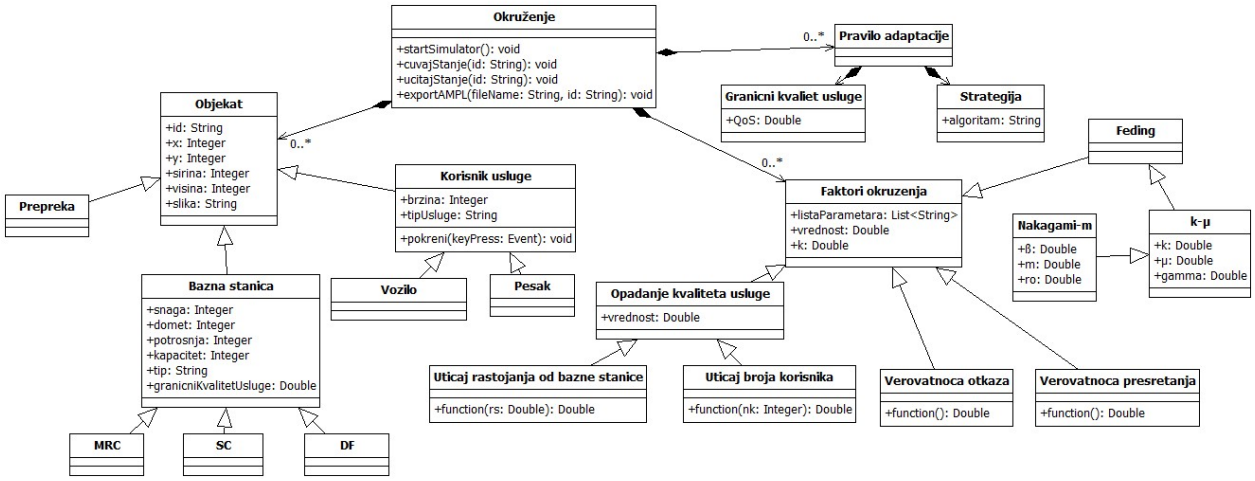
Konačno, bazna stanica dodeljena nekoj lokaciji mora da ima kapaciteta da zadovolji predviđenju potražnju te lokacije:

$$\sum_{i\in S} (X[i,j]K[i]) \ge P[j],\ j \in L \quad (10)$$

U Listingu 1, dat je kompletan AMPL kod implementiranog modela za linearnu optimizaciju.

```
param bS;
param bL;
set S:=1..bS;
set L:=1..bL;
param PE {i in S};
param K {i in S};

param P {j in L};
param CD {j in L};

param Vo {i in S, j in L};
param Vp {i in S, j in L};

# deklaracija promenljivih
var X {i in S, j in L} binary;

# funkcija cilja
minimize cost:
       sum{i in S, j in L}
X[i,j]*PE[i]*Vo[i,j]*Vp[i,j]*CD[j];

# ogranicenja
subject to ogranicenje_rasporeda1 {j in L}:
      sum{i in S}X[i,j]=1;
subject to ogranicenje_rasporeda2 {i in S}:
      sum{j in L}X[i,j]<=1;
subject to ogranicenje_potraznje {j in L}:
      sum{i in S}(X[i,j]*K[i])>=P[j];
```

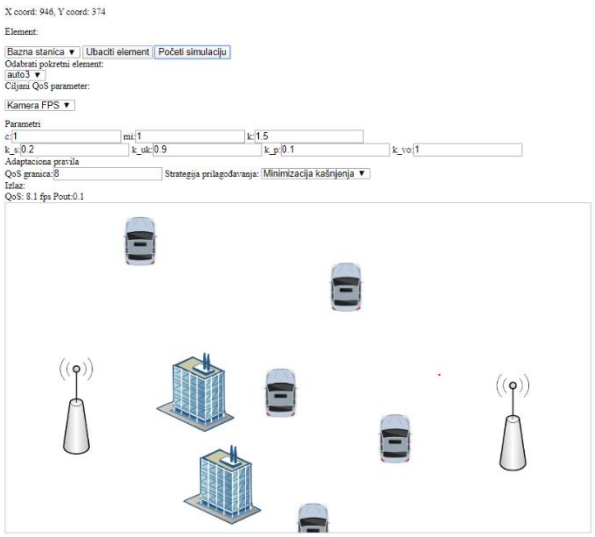
Listing 1. AMPL kod za optimalno planiranje rasporeda baznih stanica



Slika 3. Notacija za modelovanje data kao UML klasni dijagram

5. IMPLEMENTACIJA ALATA ZA MODELOVANJE I SIMULACIJU

Alat za modelovanje i simulaciju omogućava raspoređeivanje tri tipa elemenata u okruženju pametnih gradova: 1) elementi bežične servisne pristupne tačke - antene i bazne stanice 2) korisnici usluga mobilne mreže- autonomna vozila i pešaci 3) prepreke – građevine i ostali objekti u okruženju. Svi ovi elementi imaju poziciju u prostoru zadatu koordinatama *(x, y)* i vizuelnu reprezentaciju. Osim njih, mogu se podešavati faktori i parametri okruženja, u koje spadaju: feding, parametri opadanja kvaliteta usluge, funkcija izračunavanja verovatnoće otkaza i presretanja. Na sl. 3, prikazan je UML dijagram klasa notacije za modelovanje. Na sl. 4, prikazan je snimak ekrana okruženja za modelovanje i simulaciju pokrenutog u web pretraživaču. Alat je zasnovan na pristupu prikazanom u [22], a inspirisan simulatorom za optimalno punjenje električnih autonomnih automobila u pametnim gradovima [21].



Slika 4. Snimak ekrana okruženja za modelovanje i simulaciju

Što se baznih stanica tiče, mogu se odabrati sistemi različitih tipova (MRC, SC, EGC), a i podešavati njihovi parametri, poput jačine signala, maksimalni kapacitet u pogledu broja korisnika, granični kvalitet usluge, prosečna potrošnja električne energije.

Potrošači se mogu za vreme simualcije pokretati pritiskom tastera, a parametri koji se mogu postaviti su brzina kretanja i zahtevani tip usluge (3G, 4G, 5G). Njihovim kretanjem se zapravo, pod dejstvom funkcija okruženja menja kvalitet usluge, što može dovesti do aktivacije mehanizama adaptacije.

Što se fedinga, tiče, može se odabrati jedan od dostupnih tipova (k-μ ili η-μ) i podesiti relevantni parametri. Na primer, za k-μ feding su od značaja k, μ, c i γ. Osim toga, mogu se podešavati i koeficijenti faktora okruženja kojim se menja njihov uticaj na kvaliet usluge usled promene položaja u okruženju.

6. ZAKLJUČAK I BUDUĆA ISTRAŽIVANJA

Projektovanje bežičnih mobilnih telekomunikacionih sistema po pitanju pouzdanosti, kapaciteta i kvaliteta usluga predstavlja veliki izazov. Naime, signal kojim se prenosi informacija je pored šuma izložen i uticaju interferencija zbog nejasnog razgraničenja između klastera, nesavršenosti primopredajnika, kao i ambijentalnih uslova. Navedene smetnje, kao i sam signal predstavljaju veličine koje su promenljive u vremenu zbog pojave brzog i sporog fedinga. Brzi feding se ogleda u promeni amplitude signala, a spori feding kao promena srednje snage signala na određenoj prostornoj lokaciji u vremenu. U zavisnosti od propagacionog okruženja razvijen je veći broj statističkih modela koji opisuju ponašanje amplitude i srednje snage signala u bežičnom telekomunikacionom kanalu i koji omogućavaju da se na osnovu statistike procene performanse bežičnih sistema. Pouzdanost komunikacija u bežičnim sistemima i smanjenje fedinga se može najbolje postići upotrebom prostorne diverziti tehnike. U bežičnim telekomunikacionim sistemima najčešće se koristi SC tehnika kombinovanja. Performanse bežičnih

telekomunikacionih sistema se mogu analizirati koristeći statističke veličine prvog i drugog reda. Najbolje performanse sistema se ostvaruju kada su diverziti grane nekorelisane na mikro i makro nivou, što je mnogo teže obezbediti, naročito u mikroćelijskim sistemima.

Prikazano okruženje za modelovanje, simulaciju i planiranje resursa mobilnih mreža deluje perspektivno za dalja istraživanja i primenu prilikom analize efekata fedinga u različitim uslovima. Osim toga, planiramo proširenje optimizacionog modela i eksperimentisanje sa primenom dubokog učenja za predikciju parametara okruženja po uzoru na realno okruženje i analitiku rezultata dobijenih u toku simulacije. Krajnji cilj je integracija mehanizama adaptacije u softverski-definisanim radio modulima i baznim stanicama.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

[1] Raissi, F, Yangui, S., Camps, F., "Autonomous Cars, 5G Mobile Networks and Smart Cities: Beyond the Hype", WETICE 2019, pp. 180-185, 2019. https://doi.org/10.1109/WETICE.2019.00046

[2] Zhang, J., & Capone, A.,"3G/4G/WLAN/WMAN planning and optimization. IEEE Wireless Communications", 13(6), pp. 6–7, 2006. https://doi.org/10.1109/mwc.2006.275192

[3] Sauer, C., Sliskovic, M., Schmidt, M., "Simulating Mobile Networks for Industrial Applications", 2019 24th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), pp. 1371-1374, 2019.

[4] Bölöni, L., & Turgut, D., "YAES - a Modular Simulator for Mobile Networks", Proceedings of the 8th ACM International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems - MSWiM '05, pp. 169-173, 2005. https://doi.org/10.1145/1089444.1089473

[5] Goldsmith, A., *Wireless communications*, Cambridge University Press, Aug. 2005.

[6] Simon, M. K., Alouini, M., S., *Digital communication over fading channels*, Wiley, New York, 2000.

[7] Panić, S., Stefanović, M., Anastasov, J., Spalević, P., *Fading and Interference Mitigation in Wireless Communications*, Taylor & Francis Publishing group, CRC Press, New York, USA, ISBN 978-14665-0841-5, December 2013.

[8] Paris, J. F., "Statistical Characterization of κ-μ Shadowed Fading", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 63, No. 2, pp. 518-526, Feb. 2014.

[9] Yacoub, M. D., "The η-μ Distribution: A General Fading Distribution", IEEE Boston Fall Veh. Technol. Conference. 2000, Boston, USA, Vol. 2, pp. 872 - 877, September 2000.

[10] Costa, D. B., Yacoub, M. D., "The η-μ joint phase-envelope distribution, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters", vol. 6, no. 1, pp. 195-198, 2007

[11] Lee, W. C. Y., *Mobile communications engineering: Theory and applications*, McGraw-Hill Professional, 1997.

[12] Saunders, S., Zavala, A. A., *Antennas and propagation for wireless communication systems*, John Wiley & Son, 2007.

[13] Jakes, W. C., *Microwave mobile communications*, IEEE Press, 1994.

[14] Suljović, S., Milić, D., Panić, S., "LCR of SC receiver output signal over α-κ-μ multipath fading channels", Facta Universitatis Series: Electronics and Energetics, vol. 29, no. 2, pp. 261– 268, 2016.

[15] Yang, L., Hasna, M. O., Alouini, M. S., "Average Outage Duration of Multihop Communication Systems with Regenerative Relays", IEEE Transactions on Wireless Communications, ISSN: 1536-1276, vol. 4, no. 4, pp. 1366–1371, July 2005.

[16] [M-1] Milošević, N., Anastasov, J., Cvetković, A., Milović, M., Milić, D., "On the Intercept Probability of DF Relaying Wireless Communication. Wireless Personal Communications", 104(4), pp. 1523–1533, 2018. https://doi.org/10.1007/s11277-018-6096-4

[17] Fourer, R., Gay, D., Kernighan, B., *AMPL: A Modeling Language for Mathematical Programming*, Duxbury Press, 2003.

[18] Chen, S.-G., Optimal network planning in robust two site's communication, ISITA 2010, pp. 337-342. https://doi.org/10.1109/isita.2010.5649139

[19] Dantzig, G. B., Thapa, M., N., *Linear Programming 1 - Introduction*, Springer, 1997

[20] Dantzig, G. B., Orden, A., Wolfe, P., "The generalized simplex method for minimizing a linear form under linear inequality restraints", Pacific Journal of Mathematics, Volume 5, Number 2, pp. 183-195, 1955.

[21] Petrovic, N., Kocic, Dj., "Adopting linear optimization to support autonomous vehicles in smart city", 2019 27th Telecommunications Forum (TELFOR), pp. 1-4, 2019. https://doi.org/10.1109/telfor48224.2019.8971185

[22] Petrović, N., "Approach to Dynamic Adaptivity Simulation in Fog Computing Scenarios", 2019 14th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications (TELSIKS), pp. 58-61, 2019. https://doi.org/10.1109/TELSIKS46999.2019.9002322

PROJEKTOVANJE I SIMULACIJA ROBUSNOG SISTEMA UPRAVLJANJA RAKETE MALOG DOMETA

DESIGN AND SIMULATION OF ROBUST CONTROL SYSTEM FOR SHORT RANGE MISSILE

Azouz Abdelhamid[1], Stojadin Manojlović[1], Davorin Mikluc[1]
Vojna akademija, Univerzitet odbrane u Beogradu[1]

Sadržaj – *U ovom radu je opisan postupak projektovanja i simulacije robusnog sistema upravljanja jedne hipotetičke rakete malog dometa. Sistem upravljanja se sastoji od tri autopilotske strukture (valjanja, propinjanja i skretanja), čija robusnost se obezbedjuje primenom proširenog opservera stanja. Modelovanje dinamike rakete i simulacija sistema upravljanja realizovana je u MATLAB/Simulink programskom okruženju. Efikasnost predloženog koncepta demonstrirana je kroz nekoliko scenaria.*

Abstract - *This paper presents a design procedure and simulation of the robust control system for an hypothetic short range missile. The control system consists of three autopilots structures (roll, pitch and yaw), with extended state observers (ESOs) in the control loops, for robustification of the complete system. The modelling process and simulation are realized in MATLAB/Simulink environment. Through different scenarios, the efficiency of the proposed concept is demonstrated.*

1. UVOD

Problem vođenja i upravljanja letom rakete je veoma kompleksan, jer je raketa kao objekat upravljanja multivarijabilna, veoma nelinearna, nestacionarna, sa unakrsnim vezama (*cross-couplings*) različite prirode. Pored toga, tokom leta dešavaju se poremećaji različite prirode. Takođe, nepredvidivo kretanje cilja predstavlja poseban problem. Sve to govori da sistemi vođenja i upravljnja moraju biti veoma efikasni i dovoljno robusni da kompenzuju unutrašnje i spoljašnje poremećaje [1],[2].

Jedan pristup upravljanja sa aktivnom kompenzacijom poremećaja (*Active Disturbance Rejection Control - ADRC*) podrazumeva primenu proširenog opservera stanja za estimaciju tzv. totalnog poremećaja [3]. U totalni poremećaj je uključena nemodelirana dinamika sistema kao i spoljašnji poremećaji. Na taj način se složeni modeli sistema redukuju na jednostavne kaskadne forme integratora. Ovaj princip je iskorišćen za projektovanje sistema Dekartovog upravljanja (*skid-to-turn*) letom rakete malog dometa. Dekartovo upravljanje podrazumeva stabilizaciju ugla valjanja i upravljanje propinjanjem i skretanjem.

U ovom radu je u drugom poglavlju dat dinamički model rakete i njegova linearizovana forma u vidu funkcija prenosa. Na osnovu funkcija prenosa u trećem poglavlju je opisan postupak projektovanja robusnih autopilota. Simulacioni model i rezultati simulacija su dati u četvrtom poglavlju.

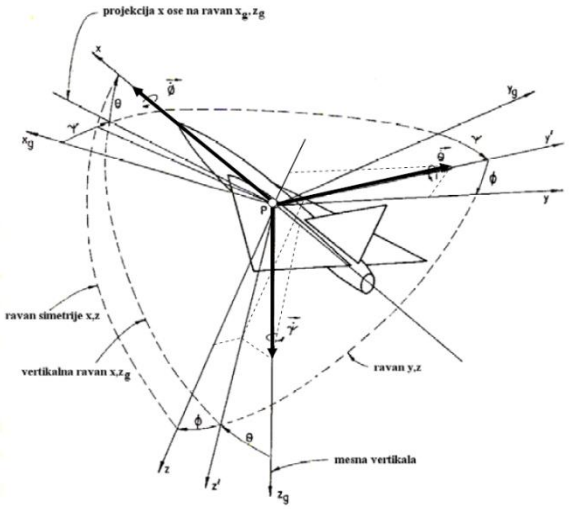
2. DINAMIČKI MODEL RAKETE

Kompletan dinamički model rakete se izvodi iz drugog Njutnovog zakona za translatorno i rotaciono kretanje:

$$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d(m\vec{V})}{dt} \qquad (1)$$

$$\sum \vec{M}_{ext} = \frac{d(I\vec{\Omega})}{dt} \qquad (2)$$

gde su $\sum \vec{F}_{ext}$ i $\sum \vec{M}_{ext}$ sume svih spoljašnjih sila i momenata koje deluju na raketu, m i I su masa i tenzor inercije rakete, $\vec{V}$ i $\vec{\Omega}$ su brzina i ugaona brzina rotacije rakete. Ove dve vektorske jednačine se izvode u odnosu na odgovarajuće koordinatne sisteme, uz određene pretpostavke. Na slici 1 prikazana je letelica i dva koordinatna sistema: nošeni (*geodetski GKS*) i dinamički (*vezani VKS*).



Slika 1. Koordinatni sistemi u odnosu na koje se izvodi dinamički model letelice

Uz pretpostavke da je raketa kruto telo konstantne mase sa šest stepeni slobode kretanja (6 DOF) i da se može zanemariti rotacija i zakrivljenost zemlje, kompletan model ima dvanaest diferencijalnih jednačina [1]. Pošto se u ovom radu analizira projektovanje autopilota, od interesa su samo sledeće jednačine:

$$\begin{bmatrix} \dot{p} \\ \dot{q} \\ \dot{r} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{qr(I_y - I_z)}{I_x} + \frac{L}{I_x} \\ \frac{rp(I_z - I_x)}{I_y} + \frac{M}{I_y} \\ \frac{pq(I_x - I_y)}{I_z} + \frac{N}{I_z} \end{bmatrix} \tag{3}$$

$$\begin{bmatrix} \dot{\phi} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p + q\sin\phi\tan\theta + r\cos\theta\tan\theta \\ q\cos\phi - r\sin\phi \\ \frac{r\sin\phi}{\cos\theta} + \frac{q\cos\phi}{\cos\theta} \end{bmatrix} \tag{4}$$

gde su *p*, *q*, *r* komponente ugaone brzine rakete u BKS-u, a ϕ, θ, ψ su uglovi stava rakete: valjanja, propinjanja i skretanja. Za razmatranu hipotetičku raketu aerodinamički momenti *L*, *M*, *N* zavise od aerodinamičkih koeficijenata koji su dati sa [4]:

$$C_l^r = C_{l0} + (C_{lp}^* \frac{d}{2V})p + C_{l\delta_l}(\delta_l + \delta_{l0}) \tag{5}$$

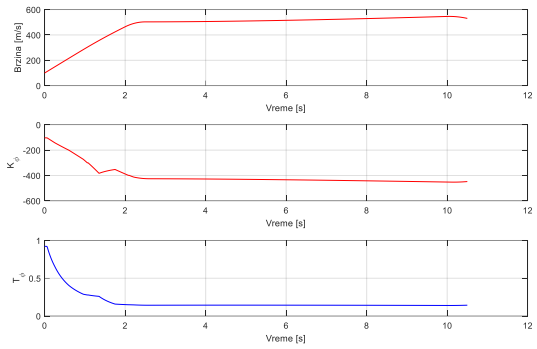
$$C_m^r = C_{m\alpha}\,\alpha + (C_{mq}^* \frac{d}{2V})q + C_{m\delta_m}\delta_m \tag{6}$$

pri čemu su aerodinamički derivativi dati u vidu tabela. Iz prethodnih jednačina se vidi da je model nelinearan i da postoje unakrsne veze (*cross-couplings*) između kanala upravljanja. Sledeći korak je linearizacija modela, koja je izvršena primenom Tejlorovog razvoja u okolini nominalne trajektorije. Kao rezultat linearizacije dobijaju se funkcije prenosa za kanal valjanja i propinjanja:

$$\frac{\phi(s)}{\delta_l(s)} = \frac{K_\phi}{s(T_\phi s + 1)} \tag{7}$$

$$\frac{a_z(s)}{\delta_m(s)} = \frac{K_q V \omega_n^{\,2}}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^{\,2}} \tag{8}$$

U prethodnim funkcijama prenosa odgovarajući parametri su vremenski zavisni, i za referentnu trajektorjiu u vidu nagiba pod uglom od 45° stepeni, vrednosti nekih od nih su prikazane na slici 2.



Slika 2. Parametri funkcija prenosa

Sa slike 2 se vidi da postoje dve faze u toku leta: tzv. booster faza, u kojoj je promena parametara jako dinamična, i marševska faza, u kojoj se parametri sporije menjaju. Treba napomenuti da je zbog simetrije razmatrane rakete funkcija prenosa u kanalu skretanja identična funkciji (8). U nastavku će biti opisan postupak projektovanja robusnih autopilota valjanja i propinjnja.

3. PROJEKTOVANJE ROBUSNIH AUTOPILOTSKIH STRUKTURA

Na osnovu funkcija prenosa (7) i (8), dobijaju se dve diferencijalne jednačine drugog reda za kanale valjanja i propinjanja:

$$\ddot{\phi} = f_\phi + b_\phi\,\delta_l \tag{9}$$

$$\ddot{a}_z = f_z + b_z\,\delta_m \tag{10}$$

gde su f_ϕ i f_z totalni poremećaji u kanalima valjanja i propinjanja, respektivno, a $b_\phi = K_\phi / T_\phi$ i $b_z = K_q V \omega_n^2$ su pojačanja u odgovarjućim kanalima. Pošto su totalni poremećaji nemerljive veličine, potrebno ih je estimirati. Pod pretpostavkom da su estimacije $\hat{f}_\phi$ i $\hat{f}_z$ zadovoljavajuće, uvođenjem zakona upravljanja:

$$\delta_l = \frac{u_\phi - \hat{f}_\phi}{b_\phi} \tag{11}$$

$$\delta_m = \frac{u_z - \hat{f}_z}{b_z} \tag{12}$$

kanali valjanja i propinjanja se svode na sisteme od dva redno vezana integratora, kojima se efikasno može upravljati jednostavnim proporcionanlno-diferencjialnim (PD) kontrolerom [3].

Za estimaciju totalnih poremećaja primenjuje se prošireni opserver stanja (*extended state observer - ESO*). U tom slučaju totalni poremećaji se uvode kao dodatna stanja, pa modeli u prostoru stanja za kanale valjanja i propinjanja imaju formu:

$$\begin{bmatrix}\dot{\phi}\\ \ddot{\phi}\\ \dot{f}_\phi\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0&1&0\\0&0&1\\0&0&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\phi\\ \dot{\phi}\\ f_\phi\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0\\ b_\phi\\ 0\end{bmatrix}\delta_l+\begin{bmatrix}0\\0\\1\end{bmatrix}\dot{f}_\phi \quad (13)$$

$$\begin{bmatrix}\dot{a}_z\\ \ddot{a}_z\\ \dot{f}_z\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0&1&0\\0&0&1\\0&0&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}a_z\\ \dot{a}_z\\ f_z\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0\\ b_z\\ 0\end{bmatrix}\delta_m+\begin{bmatrix}0\\0\\1\end{bmatrix}\dot{f}_z \quad (14)$$

Na osnovu prethodnih modela, jednačine opservera se dobijaju u formi:

$$\begin{bmatrix}\dot{\hat{\phi}}\\ \ddot{\hat{\phi}}\\ \dot{\hat{f}}_\phi\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0&1&0\\0&0&1\\0&0&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\hat{\phi}\\ \dot{\hat{\phi}}\\ \hat{f}_\phi\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0\\ b_\phi\\ 0\end{bmatrix}\delta_l+\begin{bmatrix}l_{1\phi}\\ l_{2\phi}\\ l_{3\phi}\end{bmatrix}(\phi-\hat{\phi}) \quad (15)$$

$$\begin{bmatrix}\dot{\hat{a}}_z\\ \ddot{\hat{a}}_z\\ \dot{\hat{f}}_z\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0&1&0\\0&0&1\\0&0&0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\hat{a}_z\\ \dot{\hat{a}}_z\\ \hat{f}_z\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0\\ b_z\\ 0\end{bmatrix}\delta_l+\begin{bmatrix}l_{1z}\\ l_{2z}\\ l_{3z}\end{bmatrix}(a_z-\hat{a}_z) \quad (16)$$

gde su sa *l* označena pojačanja opservera. Ova pojačanja se proračunavaju tako da sva tri pola opservera budu na istoj lokaciji, koja određuje propusni opseg opservera [5]. Opserveri pored totalnih poremećaja estimiraju i odgovarajuće veličine kojima se upravlja ($\hat{\phi}$ i $\hat{a}_z$), kao i njihove prve izvode ($\dot{\hat{\phi}}$ i $\dot{\hat{a}}_z$).

U ovom radu se razmatra problem Dekartovog upravljanja raketom, što podrazumeva stabilizaciju (regulaciju) ugla valjanja, a upravljanje normalnim i bočnim ubrzanjima rakete (a_z i a_y). U skladu sa tim, zakoni upravljanja u kanalima valjanja i propinjanja imaju formu:

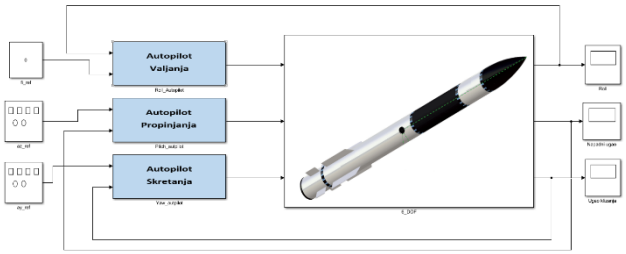
$$u_\phi=-k_{1\phi}\hat{\phi}-k_{2\phi}\dot{\phi} \quad (17)$$

$$u_z=k_{1z}(a_{zr}-\hat{a}_z)-k_{2z}\hat{a}_z \quad (18)$$

Pojačanja kontrolera, označena sa *k* u gornjim jednačinama, računaju se tako da svi polovi kontrolera budu na istoj lokaciji, ali da budu 3 do 10 puta bliži imaginarnoj osi kompleksne "s" ravni, od polova opservera [5]. Treba napomenuti da je postupak projektovanja autopilota u kanalu skretanja potpuno analogan postupku projektovanja autopilota u kanalu propinjanja zbog simetričnosti razmatrane rakete. U sledećem poglavlju je opisan simulacioni model kompletnog sistema upravljanja raketom.

4. SIMULACIONI MODEL I REZULTATI SIMULACIJA

Kompletan simulacioni model leta hipotetičke rakete malog dometa sa 6 stepeni slobode realizovan je u programskom paketu Matlab/Simulink. Modelovan je potpuni nelinearni sistem od 12 diferencijalnih jednačina sa svim vremenski promenljivim parametrima i parametrima koji zavise od Mahovog broja. Model je prikazan na slici 3.



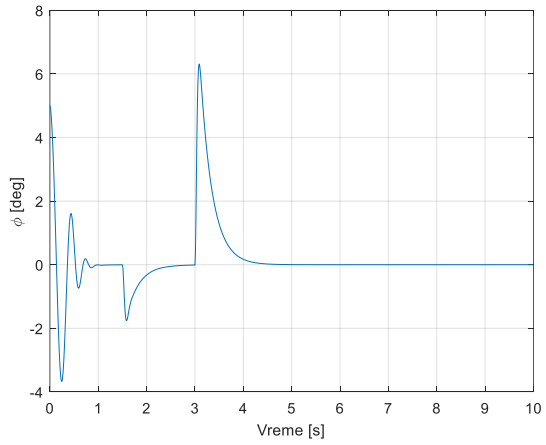
Slika 3. Simulacioni model sistema upravljanja rakete

Autopiloti za stabilizaciju valjanja i upravljanja propinjanjem i skretanjem su projektovani u Simulink-u primenom postupka koji je opisan u prethodnom poglavlju. Odgovarajući autopiloti su na slici 3 predstavljeni kao posebni podsistemi.

Za projektovanje proširenih opservera stanja potrebno je usvojiti vrednosti za parametre b_ϕ i b_z. Pošto su ovi parametri vremenski promenljivi, u projektovanju autopilota propinjanja, za vrednost b_z je usvojena konstanta jednaka srednjoj vrednosti ovog parametra u marševskoj fazi leta, jer se vođenje rakete vrši u toj fazi. Međutim, stabilizacija valjanja se vrši i u booster fazi, tako da je za parametar b_ϕ primenjen princip promenljivog pojačanja (*gain-scheduling*) kako bi se efikasnije kompenzovali poremećaji tipa početnih uslova.

Verifikacija efikasnosti predloženih autopilotskih struktura biće izvršena kroz tri simulaciona scenaria.

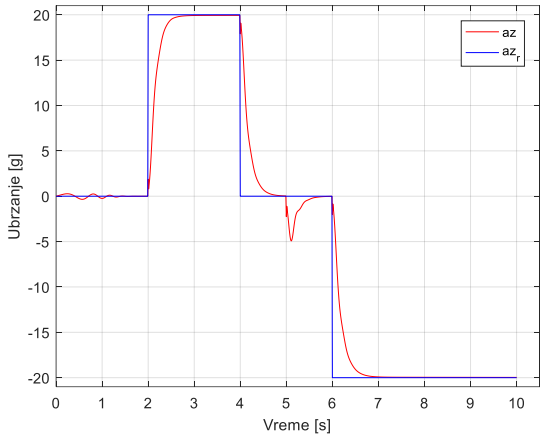
Scenario 1: Izvršena je simulacija stabilizacije ugla valjanja u prisustvu poremećaja tipa početnog uslova $\phi(0)=5°$ i dejstva spoljašnjih poremećaja δ_{lp1} u trenutku *t*=1.5s (booster faza) intenziteta 0.02rad, i δ_{lp2} u *t*=3s (marševska faza) intenziteta -0.03rad. Rezultati su prikazani na slici 4.



Slika 4. Stabilizacija ugla valjanja

Kao što se može videti, i poremećaj tipa početnog uslova kao i spoljašnji poremećaji su efikasno kompenzovani, a ugao valjanja u stacionarnom stanju teži nuli.

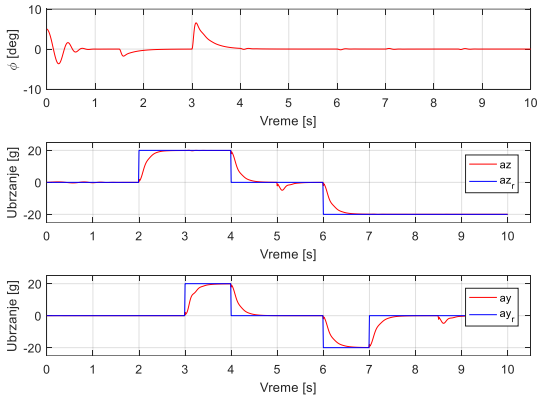
Scenario 2: Izvršena je simulacija upravljanja normalnim ubrzanjim preko kanala propinjanja. Referenca je bila u vidu odskočnih (*step*) signala, dok je spoljašnji poremećaj simuliran uvođenijem signala δ_{mp} u trenutku t=5s i intenziteta 0.02rad. Referenca za normalno ubrzanje, kao i odziv kanala propinjanja, prikazani su na slici 5.



Slika 5. Upravljanje normalnim ubrzanjem rakete preko kanala propinjanja

Sa slike se vidi da odziv zadovoljavajućom brzinom reagovanja i zadovoljavajućom tačnošću prati referencu, a takođe, i spoljašnji poremećaj je efikasno kompenzovan.

Scenario 3: Izvršena je simulacija rada sva tri autopilota, odnosno kompletnog sistema upravljanja letom rakete. Stabilizacija valjanja je izvršena pod istim uslovima kao u prvom scenariu, dok su za kanal propinjanja i skretanja zadate različite reference i uticaji različitih spoljašnjih poremećaja. Rezultati su prikazani na slici 6.



Slika 6. Odzivi sva tri kanala upravljanja

Sa slike 6 se vidi da celokupan sistem radi sa zadovoljavajućom tačnošću, da je ugao valjanja efikasno stabilisan oko nule u prisustvu različitih poremećaja, među koje sada spadaju i međusobni uticaji između kanala upravljanja. Ono što je bitno za Dekartovo upravljanje je da se primenom proširenog opservera stanja ugrađenog u autopilotske strukture, svi poremećaji u kanalu valjanja efikasno kompenzuju, što omogućava nezavisno upravljanje raketom preko kanala propinjanja i skretanja.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazan postupak modelovanja, projetovanja i simulacije složenog sistema upravljanja letom jedne hipotetičke rakete u programskom okruženju Matlab/Simulink. Realizovan je nelinearan i nestacionaran model leta sa 6 stepeni slobode kretanja, uzimajući u obzir veliki broj promenljivih parametara. Na osnovu pojednostavljenog (linearizovanog) modela projektovani su robusni autopiloti za stabilizaciju valjanja i upravljanje propinjanjem i skretanjem. Efikasnost predloženih autpilotskih struktura je demonstrirana kroz tri scenaria primenom kompletnog simulacionog modela upravljanja letom. U daljem radu potrebno je izršiti deskretizaciju algoritama upravljanja, što je neophodan korak ka njihovoj implementaciji. Postupci deskritizacije i implementacije upravljačkih algoritama na neku hardversku platformu (npr. FPGA) mogu se, takođe, izvršiti u Matlab/Simulink programskom ukruženju.

LITERATURA

[1] Graovac S., Automatsko vodenje objekata u prostoru, Akademska misao, Beograd, 2005.

[2] Siouris M. G., S. Missile guidance and control systems; Springer, New York, 2004.

[3] Jingqing H., "From PID to active disturbance rejection control", IEEE Transactions on industrial electronics, Vol. 56, No. 3, 900-906, 2009.

[4] Manojlović S., "Analiza i sinteza adaptivnih autpilotskih struktura", Magistarski rad, ETF, Beograd, 2008.

[5] Gao Z., "Scaling and bandwidth-parameterization based contoller tuning", In Proceedings of the American Control Conference, Vol. 6, pp 4989-4996, 2003.

PRONALAŽENJE I PREPOZNAVANJE LOGOTIPA AUTOMOBILA SA SLIKE KORIŠĆENJEM TEHNIKA MAŠINSKOG UČENJA

VEHICLE LOGO DETECTION AND RECOGNITION FROM THE IMAGE USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES

Lazar Gopčević[1], Marko Mišić[1], Dražen Drašković[1]
Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet [1]

Sadržaj *– U okviru ovog rada predstavljen je problem pronalaženja, prepoznavanja i klasifikacije automobila izabranih proizvođača na osnovu logotipa uočenog na zadatoj slici. U tu svrhu su korišćene tehnike mašinskog učenja i trenirana konvoluciona neuralna mreža odgovarajuće arhitekture. U okviru rada su korišćene mreže dve tipične arhitekture: FasterR-CNN i Single Shot MultiBox Detector (SSD). U procesu testiranja je korišćen prethodno formiran skup podataka u vidu slika tri različite marke automobila: BMW, Audi i Chevrolet, koje su izabrane zbog interesantnih karakteristika svog logotipa. Za implementaciju su korišćeni programski jezik Python i TensorFlow biblioteka. Analizirane su performanse i mogućnosti treniranog modela prilikom rada na centralnom i grafičkom procesoru.*

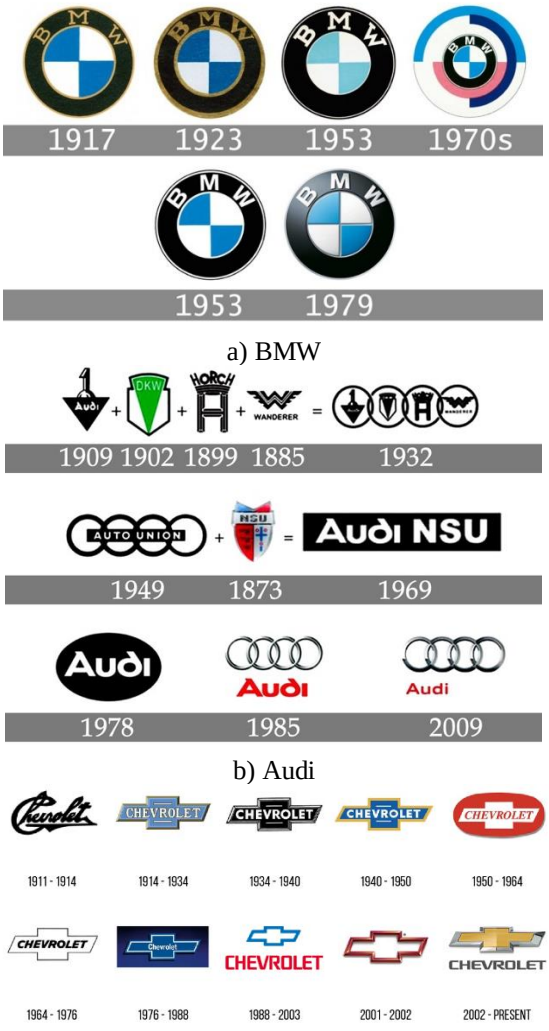
Abstract *- This paper presents the problem of detection, recognition and classification of cars from different manufacturers based on the logo observed in the given image. For such purpose, machine learning techniques based on convolutional neural networks were used. The network were implemented using two typical architectures: FasterR-CNN and Single Shot MultiBox Detector (SSD). For testing, a dataset was used in the form of images of three different car brands: BMW, Audi and Chevrolet, which were selected because of the interesting features of their logo. The Python programming language and the TensorFlow library were used for implementation. The performance and capabilities of the trained model trained on CPUs and GPUs were analyzed and discussed.*

1. UVOD

Automobili su svojim nastankom doveli do revolucije u mogućnostima transporta ljudi i dobara. Zbog njihovog velikog značaja i namene, automobilske kompanije se međusobno takmiče ka stvaranju što boljih modela i time i pomeraju granice inženjerstva. Različite kompanije imaju različite specifične vizuelne i funkcionalne karakteristike automobila po kojima su oni prepoznatljivi. Ove karakteristike su se menjale i evoluirale tokom godina postojanja.

Jedna od istaknutih vizuelnih karakteristika automobila je logotip automobila. Logotip predstavlja oznaku automobilske kompanije koja je napravila automobil i jednoznačno predstavlja tu kompaniju, a u dobroj meri predstavljaju i stvar prestiža među vlasnicima automobila. Kao i druge karakteristike automobila, i logotipi su se menjali tokom vremena i prilagođavali su se trendovima vremena u kom su stvoreni. Neki logotipovi su zadržavali glavne karakteristike proizvođača tokom godina, dok su se neki značajno menjali. Primeri evolucije logotipa proizvođača automobila od interesa za ovaj rad se mogu videti na ilustracijama na Slici 1.

Modeli automobili istog proizvođača mogu biti veoma različiti. Razlika između automobila iste marke, ali različitog modela može biti velika i takvom slučaju bilo bi potrebno za svaki model automobila zasebno raditi prepoznavanje. Ono što je često zajedničko svim modelima automobila jedne marke jeste logotip koji se nalazi na automobilu. Upravo iz tog razloga je u ovom radu korišćen logotip za klasifikaciju automobila.



a) BMW

b) Audi

c) Chevrolet

Slika 1. Logotipovi različitih proizvođača automobila kroz vreme

Sama oblast prepoznavanja i klasifikacije oblika i objekata na slici pripada oblasti nauke koja se naziva računarska vizija [1]. Trenutno najzastupljenije rešenje problema računarske vizije su konvolucione neuralne mreže koje učenjem na određenom skupu slika mogu sa velikom verovatnoćom da klasifikuju ulaznu sliku. Različite arhitekture i podtipovi konvolucionih neuralnih mreža mogu da se koriste za različite tipove klasifikacija ulaznih slika proisteklih iz najrazličitijih izvora [2]. Jedan od tih tipova klasifikacija je prepoznavanje jednog ili više objekata sa ulazne slike i dodavanje obeležja gde se taj objekat na slici nalazi. Širi problem detekcije logotipova korišćenjem konvolucionih neuralnih mreža je prikazan u [3], dok se sličan problem detekcije logotipa automobilskih proizvođača obrađuje u [4] na primeru 10 različitih proizvođača koji nisu obrađeni u okviru ovog rada.

Rešenje rada je realizovano primenom metode prenosa znanja na već postojećim modelima mreža navedenih arhitektura. Već postojeći modeli su preuzeti iz *TensorFlow* skladišta. Doučavanje modela je potpomognuto i ubrzano korišćenjem *Google Colab* platforme za istraživački rad.

Rad je podeljen na nekoliko celina. U drugom poglavlju je navedeno više informacija o konvolucionim neuralnim mrežama i njihovoj primeni u zadatom kontekstu. U trećem poglavlju su opisani metodologija rada i implementacioni detalji samog rešenja. Četvrto poglavlje predstavlja diskusiju dobijenih rezultata sa istaknutim karakterističnim primerima. U poslednjem poglavlju su dati zaključak i mogućnosti za dalja unapređenja

2. PREPOZNAVANJE OBLIKA KORIŠĆENJEM KONVOLUCIONIH NEURALNIH MREŽA

Mašinsko učenje je oblast nauke koja se bavi algoritmima i modelima koje računarski sistemi koriste za rešavanje problema u situacijama kada im prethodno nisu date eksplicitne instrukcije već se oslanjaju na pronalaženje šablona u podacima, a zatim izvođenja zaključaka na osnovu tih šablona [5].

Mašinsko učenje se primenjuje kroz tri osnovne paradigme: nadgledano učenje (*supervised learning*), nenadgledano učenje (*unsupervised learning*), i učenje potkrepljivanjem (*reinforcement learning*). Jedan od najčešće korišćenih načina da se sprovede mašinsko učenje je upotreba veštačkih neuralnih mreža koje se formiraju po uzoru na biološke neuralne mreže. Neuralne mreže uče na zadatom skupu za obučavanje i u zavisnosti od tipa mašinskog učenja podešavaju svoje parametre. Efikasno obučavanje neuralnih mreža se najčešće zasniva na skupu metoda propagacije unazad. Ove metode koriste algoritam opadajućeg gradijenta zajedno sa izvodima složenih funkcija za iterativno i efikasno određivanje vrednosti koje se koriste za promenu parametara mreže.

U oblasti obrade slike i prepoznavanja oblika se najčešće koriste konvolucione neuralne mreže. Konvolucione neuralne mreže su jedan podtip dubokih neuralnih mreža i sastoje se od više slojeva između ulaznog i izlaznog sloja [6]. Konvolucionu neuralnu mrežu čini jedan ili više konvolucionih slojeva i jedan ili više potpuno povezanih slojeva. Ime su dobile po operaciji konvolucije koja se u ovim mrežama ogleda u filtriranju ulaznih podataka filterima koji se nalaze u konvolucionim slojevima.

Ulazni sloj konvolucione neuralne mreže predstavlja prvi skup neurona u koje se dovodi inicijalni podatak u vidu slike određenih dimenzija, uobičajeno u RGB kolor formatu. Sve test slike se najčešće dovode na zahtevane dimenzije.

Konvolucioni sloj je glavni sloj ovog tipa mreža i uobičajeno ih ima više u mreži. Parametri ovog sloja se sastoje od skupa filtera (konvolucionih kernela) koji se primenjuju na sve komponente ulazne slike. Ovi filteri sadrže vrednosti koje se tokom učenja mreže menjaju i na taj način mreža uči. Zadatak filtera je da konvolucijom sa ulaznim podatkom pronađu određene karakteristike ulaznog podatka, odnosno oblike na slici, u svakoj podoblasti podatka. Konvolucijom jednog filtera sa ulaznom slikom dobija se dvodimenzionalna aktivaciona mapa tog filtera. Aktivaciona mapa predstavlja matricu aktivacionih funkcija koja sadrži informacije o tome da li se neki neuron aktivirao u zavisnosti od ulaznog podatka. Svaka aktivaciona mapa predstavlja skup vrednosti koje označavaju meru u kojoj se neki obrazac koji filter treba da pronađe nalazi u podoblastima slike.

Nakon konvolucionih slojeva u mreži sledi sloj sažimanja koji se koristi da bi dimenzije izlaza bile smanjene čime se ubrzava rad mreže. Nakon sažimanja, u mreži postoji aktivacioni sloj koji uvodi nelinearnost u rad mreže. Izlaz ovog sloja predstavlja aktivirane neurone, a najčešće korišćena aktivaciona funkcija je ReLU (*rectified linear unit*).

Poslednji sloj u mreži je potpuno povezani sloj i on predstavlja izlaz mreže. Svi prethodni slojevi mreže tokom rada dele ulaz na određene karakteristike i analiziraju ih zasebno. Rezultat ovog procesa postaje ulaz potpuno povezanog sloja čiji je zadatak da napravi krajnju odluku. Ulaz ovog sloja je jednodimenzioni vektor koji nastaje operacijom ispravljanja izvršenom nad izlaznom zapreminom poslednjeg sloja pre potpuno povezanog sloja. Ovaj sloj se ponaša kao klasična potpuno povezana neuralna mreža. Za razliku od svih prethodnih slojeva sem konvolucionog sloja, ovaj sloj ima težinske grane čije se težine menjaju u procesu učenja.

Cilj neuralne mreže je da nauči da generalizuje ono što je naučila na podacima za treniranje. Dešava se da se tokom obučavanja mreža preobuči (*overfitting*). Preobučavanje je situacija u kojoj mreža na podacima za treniranje dobija savršene rezultate, a na bilo kom novom podatku ne može da primeni to što je naučila. Stoga se koriste određene tehnike, poput *dropout* tehnika da otklone ovaj problem. Ova tehnika funkcioniše tako što tokom svake iteracije obučavanja svaki od čvorova mreže može da bude izostavljen iz obučavanja sa nekom verovatnoćom. Time se izbegava da se tokom svake iteracije treniranja ažuriraju sve vrednosti mreže i time se izbegava preobučavanje.

U konvolucionim neuralnim mrežama koje se koriste za prepoznavanje oblika se često koristi metod prenosa znanja. Metod prenosa znanja je koncept da se rešenje nekog problema koristi za rešavanje nekog drugog srodnog problema. U neuralnim mrežama se to ogleda u korišćenju modela naučenog da rešava jedan problem u rešavanju nekog drugog problema.

Metod prenosa znanja je uspešan u konvolucionim neuralnim mrežama zato što u praksi niži konvolucioni slojevi modela su naučeni da prepoznaju jednostavnije karakteristike slike kao što su ivice, ćoškovi i slično što se kasnije može iskoristiti na mnogim drugim slikama nezavisno od konkretnog skupa slika na kom je mreža učila [7]. Najveće promene u mreži se dešavaju u višim slojevima koji su naučeni da prepoznaju složenije objekte i u strukturi poslednjeg izlaznog sloja koji služi za konačno odlučivanje.

Metodom prenosa znanja se dobija značajna ušteda u vremenu prilikom treniranja mreže na novom skupu podataka. Ovo takođe rezultuje uštedom prilikom prikupljanja podataka potrebnih za treniranje mreže iz razloga što je mnogo manji skup slika potreban prilikom korišćenja metoda prenosa znanja. U praksi se retko obučava potpuno nov model već se ovim metodom postojeći model prilagođava novom problemu, što je učinjeno i u okviru ovog rada.

Prilikom pronalaženja objekta potrebno je pronaći i uokviriti objekat na slici. Ovo se postiže na različite načine, a u okviru ovog rada su korišćene dve arhitekture neuralnih mreža: FasterR-CNN i Single Shot MultiBox Detector (SSD). Uobičajeno se okviri fiksne veličine uzimaju sa svake lokacije na slici i prosleđuju se u mrežu tako da model u nekom od okvira može da prepozna objekat. Pošto je prozor fiksne veličine, a veličine objekata na slici mogu biti različite potrebno je skalirati sliku od najmanje do najveće odabrane fiksne veličine i kroz svaku skaliranu sliku ponoviti postupak sa prozorom ne bi li se na taj način u jednom prozoru neke skalirane slike nalazio ceo objekat. Ovaj metod se naziva detektor pomerajućeg okvira (*sliding window detector*).

Prethodno opisani postupak je nalagao da se mnogo različitih veličina slika i prozora sa tih slika šalje u samu mrežu što je veoma zahtevno i sporo. R-CNN (*region convolutional neural network*) arhitektura [8] rešava ovaj problem uz pomoć algoritma za predlaganje regiona baziran na selektivnoj pretrazi, dok se za samu obradu slike i pronalaženje mape karakteristika koristi neku od arhitektura konvolucionih neuralnih mreža kao što je VGG-16 [9]. Algoritam funkcioniše tako što traži određene oznake u razlikama između tekstura, lokaciju na slici, boje i slično da bi našao najverovatnije regione u kojima se objekat nalazi. Ovi regioni, kojih bude približno 2000 po slici, zatim se prosleđuju u konvolucionu neuralnu mrežu na klasifikaciju. FasterR-CNN [10] je unapređena varijanta R-CNN arhitekture koja značajno smanjuje broj regiona za pretragu objekta i brža je od R-CNN za red veličine i više korišćenjem dodatne mreže za pronalaženje regiona koja za ulaz uzima mapu karakteristika slike, a na izlazu daje mapu regiona u kojima se najverovatnije nalaze objekti.

Iako poboljšane arhitketure daju dobre rezultate, one su ipak spore sa korišćenje u realnom vremenu. Stoga se u situacijama kada je potrebna brzina u radu, a može se tolerisati povećana nepreciznost, koristi SSD (*Single Shot MultiBox Detector*) arhitektura [11]. Ona pronalazi i klasifikuje objekte u jednom prolazu.

SSD arhitektura je napravljena korišćenjem VGG-16 arhitekture konvolucione neuralne mreže uz određene izmene. Umesto potpuno povezanih slojeva iz VGG-16 arhitekture uvode se dodatni slojevi konvolucije koji na više mesta izvlače karakteristike slike i progresivno smanjuju dimenzije slike. Ovim metodom se dovodi do smanjenja vremena potrebnog za klasifikaciju, ali se pojavljuje problem pri prepoznavanju objekata malih dimenzija sa slike.

MultiBox predstavlja tehniku za pronalaženje okvira objekata na slici koju SSD arhitektura koristi. Ova tehnika postiže velike brzine za pronalaženje okvira objekata nezavisno od klase objekta. *MultiBox* tehnika se implementira u SSD kao neuralna mreža koja koristi dva osnovna kriterijuma za funkciju gubitka: gubitak usled sigurnosti i gubitak usled lokacije. Gubitak usled sigurnosti govori koliko je mreža sigurna da je unutar nekog okvira zapravo neki objekat, dok gubitak usled lokacije govori koliko je okvir koji je mreža napravila udaljen od pravog okvira.

Ova tehnika funkcioniše tako što na početku učenja postoji desetak predefinisanih prethodnika po svakoj oblasti u mapi karakteristika. Tokom utvrđivanja okvira na mapi karakteristika koriste se prethodnici tako što se za svaki prethodnik proračuna odnos preseka i unije njegove površine i površine okvira iz skupa za treniranje kojim je prethodno obeležen dati objekat. U odnosu na vrednost koja se dobije lokacija prethodnika se pomeri za predodređenu vrednost tako da bude bliža željenoj lokaciji.

3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA I DETALJI IMPLEMENTACIJE

U radu su metodom prenosa znanja doučena dva modela, preuzeta sa zvaničnog repozitorijuma *TensorFlow* platforme za mašinsko učenje, sa ciljem da pronalaze i klasifikuju logotipe automobila sa slika [12]. Korišćena su tri različita logotipa: BMW, Audi i Chevrolet. Ovi tri logotipa su odabrana iz nekoliko razloga: spadaju među najpoznatije automobilske marke, pa se njihove slike mogu lakše prikupiti, a sami logotipi su dosta raznovrsniji nego neke manje poznate marke. Od ova tri logotipa BMW i Chevrolet su odabrani zbog specifičnog i naglašenog izgleda samih logotipa, a Audi logotip je odabran zato što, iako lako prepoznatljiv za ljude, lako se stapa sa bojama i oblicima pozadine i pretpostavka je da će mreža imati malo slabije rezultate sa ovim logotipom.

A. *Prikupljanje i priprema podataka*

Podaci koji su korišćeni za treniranje modela su prikupljeni iz nekoliko izvora. Deo slika je preuzet ručno sa *Google Image Search* servisa, dok je za deo test skupa iskorišćen skup slika sa Stenford univerziteta [13]. Različitost u podacima igra važnu ulogu u treniranju modela kao i količina prikupljenih podataka. Podaci koji su prikupljeni su odabirani tako da budu iz što različitijih uglova i na različitim pozadinama kako bi efektivnost doučenog modela bila što veća. Ukupno su prikupljene 124 slike. U praksi se ovaj skup deli na dva podskupa, jedan za treniranje modela a drugi za testiranje modela, najčešće u odnosu 80:20, respektivno. U slučaju ovog rada skup za treniranje sadrži 98 slika, a skup za testiranje 26. Među ovim slikama se nalaze i slike na kojima se više puta pojavljuje neki logotip, što povećava ukupan broj primera na kojim model može da uči.

Nakon prikupljanja podataka, obavljeno je labeliranje (označavanje) logotipa na slikama. U ovom postupku je potrebno za svaku sliku obeležiti koordinate svakog logotipa koji se razmatra pri učenju modela. Ako se na slici nalazi više logotipa, istih ili različitih, potrebno je obeležiti svaki. Zatim su ti podaci izvezeni u odgovarajući oblik zahtevan od strane *TensorFlow* biblioteke.

B. *Obučavanje modela*

U radu su doučena dva modela zasnovana na FasterR-CNN i SSD arhitekturama. Ovaj pristup je odabran da bi se uporedile prednosti i mane ove dve arhitekture. Obe mreže su prvenstveno obučene na COCO skupu podataka koji se sastoji od 330.000 slika sa više od 1,5 miliona instanci obeleženih objekata na kojima mreža može da uči. U COCO skupu se nalazi preko 80 klasa objekata. U većini slučajeva arhitektura neuralne mreže uslovljava brzinu i preciznost klasifikacije. Promenom arhitekture radi postizanja brzine mreže smanjuje se preciznost i obrnuto. Ove dve mreže se razlikuju i u brzini i u preciznosti. SSD mreža je brža nego FasterR-CNN, ali je i manje precizna.

Oba modela su podučavana na grafičkom procesoru. Nakon testiranja učenja na centralnom procesoru rezultantna vremena tokom treniranja su bila oko 16 puta veća nego na grafičkom procesoru. Celokupno treniranje modela tako da rezultati budu upotrebljivi je na grafičkom procesoru trajalo nekoliko sati, pa se iz gorenavedenog razloga odustalo od celokupnog treniranja modela na centralnom procesoru. Okruženje u kome je izvršavano doučavanje modela je *Google Colab* koje predstavlja servis u oblaku namenjen za istraživački rad i ustupljen na besplatno korišćenje. Ovaj računar u oblaku je posebno specijalizovan za *TensorFlow* radni okvir. Korišćeni grafički procesor za treniranje modela je Tesla T4 koji sadrži 320 *tensor* jezgara specijalno namenjenih za operacije nad višedimenzionim vektorima kao što je to slučaj u neuralnim mrežama, 2560 CUDA jezgara i 16GB radne memorije. Na ovom procesoru vreme potrebno za 100 koraka treniranja na datom skupu podataka za SSD model prosečno 45 sekundi, a za FasterR-CNN model prosečno 115 sekundi.

Oba modela su trenirana na 20.000 koraka. Modeli u toku treniranja za svaku iteraciju treniranja uzimaju predodređen broj slika (*batch_size*) iz skupa slika za treniranje. Pod iteracijom treniranja se podrazumeva period između ažuriranja parametara mreže. Odabrana vrednost parametra *batch_size* za SSD model je 12, a za FasterR-CNN iznosi 1.

Nakon treniranja mreže, naučene težine modela su izvezene u namenskom formatu za korišćenje u okviru aplikacije za detekciju logotipa sa slike. Sama aplikacija za detekciju je takođe realizovana u Python programskom jeziku uz korišćenje pomoćnih biblioteka za vizuelizaciju rezultata. Na Slici 2 se može videti primer ove vizualizacije. Klasifikovan je logotip Chevrolet marke sa pretpostavljenom tačnošću od 99%, i sam logotip je uokviren. Vrednost uz labelu govori koliko je mreža sigurna da je uokvireni logotip navedene klase.

Slika 2. Primer prepoznatog logotipa sa prikazanim nazivom marke i verovatnoćom uspešnosti prepoznavanja

4. REZULTATI I DISKUSIJA

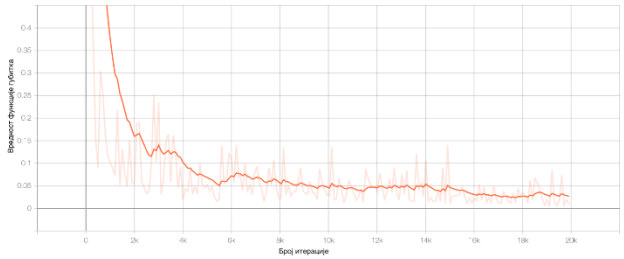
U ovoj glavi su prikazani uporedni rezultati rada dva modela, FasterR-CNN i SSD, naučena da prepoznaju logotipe BMW, Audi i Chevrolet proizvođača.

A. *Diskusija funkcije gubitka*

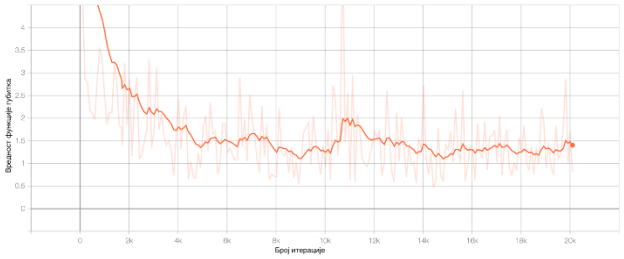
Oba modela su trenirana na istom skupu slika i trenirana su na 20.000 koraka. Vreme potrebno da se izvrši celokupno treniranje *SSD* modela je bilo približno 4 sata, dok je treniranje *FasterR-CNN* modela trajalo malo preko 8 sati.

Na Slici 3 se može videti funkcija gubitka tokom celog treniranja *FasterR-CNN* modela. Svetlija linija predstavlja stvarnu funkciju gubitka, dok tamnija linija predstavlja ispravljenu verziju svetlije funkcije kako bi se lakše primetio pad vrednosti gubitka. Sa grafika se primećuje brza konvergencija funkcije gubitka ka vrednostima manjim od 1 što govori da je mreža u malom broju iteracija dosta minimizovala funkciju gubitka. U prvih 6000 iteracija se vidi da mreža naglo konvergira ka vrednosti funkcije gubitka od 0,06 dok u preostalih 14000 iteracija ova vrednost polako opada dok se na kraju treniranja svodi na približno 0,03.

Slika 4 prikazuje kretanje funkcije gubitka SSD modela. Primećuje se nešto slabiji rezultat u odnosu na prethodni slučaj i sporija konvergencija u prvih nekoliko hiljada iteracija nego kod FasterR-CNN modela. Funkcija gubitka ovog modela se u poslednjoj iteraciji treniranja zaustavila na vrednosti 1,31. Ovaj rezultat je višestruko slabiji nego kod FasterR-CNN mreže što je i očekivano iz razloga što je SSD model dosta brži nego FasterR-CNN. Iako u prvih 2000 iteracija FasterR-CNN model brže konvergira, potrebno je obratiti pažnju da je FasterR-CNN model veći nego SSD i približno duplo sporije prolazi kroz ovih 2000 iteracija i to mu daje mogućnost da mnogo preciznije uči.



Slika 3. Prikaz funkcije gubitka tokom obučavanja FasterR-CNN modela



Slika 4. Prikaz funkcije gubitka tokom obučavanja SSD modela

B. Klasifikacija automobila na osnovu logotipa

U ovom poglavlju prikazani su uporedni rezultati testiranja naučenih modela na skupu od 26 slika na kojima se nalazi ukupno 29 logotipa. Postignuti rezultati se mogu videti u narednim tabelama.

Tabela 1. prikazuje zbirne podatke o uspešnosti prepoznavanja logotipa na slikama za obučavane mreže: koliko su logotipa oba modela tačno prepoznala, koliko pogrešno i koliko nisu prepoznala, a postoje na slikama. Iz tabele se primećuje da FasterR-CNN model ima 25% više uspešnih prepoznavanja nego SSD model, što ukazuje na očekivano veću preciznost kod FasterR-CNN modela.

U smislu broja pogrešno prepoznatih logotipa oba modela imaju veliku tačnost, odnosno mali broj pogrešno prepoznatih logotipa, iako je FasterR-CNN model i u ovoj kategoriji u prednosti. Broj pogrešno prepoznatih logotipa se odnosi na slučaj kada je na slici uokvirena i klasifikovana oblast na kojoj se ili ne nalazi klasifikovani logotip ili se ne nalazi nijedan logotip. Ovakva greška nastaje u slučaju modela koji je naučen na manjem skupu podataka što dovodi do pogrešne inferencije, jer filteri u dubljim slojevima nisu skroz formirani.

Ako posmatramo prepoznavanje logotipa pojedinačnih proizvođača, uočava se prednost FasterR-CNN model u odnosu na SSD model, naročito kod Chevrolet logotipa, gde SSD model ima tačnost od samo 40%. Ovaj rezultat je najviše uslovljen rezolucijom slika iz skupa za testiranje koja je manja u odnosu na druga dva logotipa, a poznati problem SSD arhitekture je loše prepoznavanje sitnih objekata na slici.

Model	**FasterR-CNN**			**SSD**		
Proizvođač	**TP**	**PP**	**NP**	**TP**	**PP**	**NP**
BMW	7/8	3	1/8	7/8	4	1/8
Audi	10/11	0	1/11	9/11	0	2/11
Chevrolet	8/10	0	2/10	4/10	0	6/10
Ukupno	25	3	4	20	4	9

Tabela 1. Broj tačno prepoznatih (TP), pogrešno prepoznatih (PP) i neprepoznatih logotipa (NP) za oba modela

U Tabeli 2 su prikazane prosečne sigurnosti klasifikacije za uspešno prepoznate logotipe za oba modela. Sigurnost klasifikacije predstavlja sigurnost sa kojom model klasifikuje određeni objekat što se pridružuje uz okvir u kojem je klasifikovan neki objekat. U slučaju da je mreža veoma sigurna da je navedeni objekat date klase, pridružiće uz okvir visoku vrednost sigurnosti klasifikacije. Najčešće ako mreža za neki okvir ima vrednost sigurnosti klasifikacije manju od 50%, odbaciće taj okvir i smatraće da je objekat neuspešno klasifikovan.

Model / Proizvođač	**BMW**	**Audi**	**Chevrolet**
FasterR-CNN	97,1%	97,4%	95,5%
SSD	99,0%	97,2%	98,8%

Tabela 2. Prosečna sigurnost za uspešno prepoznate logotipe po modelu

Tabela 3 sadrži prosečne sigurnosti za okvire koji su pogrešno klasifikovani. U slučaju Audi i Chevrolet logotipa nijedan model nije napravio pogrešno tumačenje logotipa pa su te vrednosti predstavljene kao 0%. Može se primetiti da je u slučaju oba modela prosečna vrednost za pogrešno klasifikovan logotip BMW manja nego u slučaju tačnih klasifikacija. Iz ovoga možemo zaključiti da mreže nisu sasvim sigurne u slučaju pogrešne klasifikacije.

Model / Proizvođač	**BMW**	**Audi**	**Chevrolet**
FasterR-CNN	76,5%	0%	0%
SSD	81,3%	0%	0%

Tabela 3. Prosečna sigurnost za pogrešno prepoznate logotipe po modelu

U Tabeli 4 su prikazana vremena izvršavanja klasifikacije jedne slike na grafičkom procesoru sa karakteristima opisanim u prethodnom poglavlju i na centralnom procesoru Intel Xeon 2,2 GHz. U slučaju SSD modela vremena prepoznavanja jedne slike su približna jednoj sekundi, gde se na centralnom procesoru primećuje malo usporenje. Kod FasterR-CNN modela se primećuje da je samo izvršavanje višestruko sporije na grafičkom procesoru u odnosu na SSD model,,dok je na centralnom procesoru drastičnija razlika. Ovakva razlika u vremenu izvršavanja je prethodno opisana u radu i za to je zaslužna kompleksnost i preciznost FasterR-CNN mreže.

Model / Platforma	CPU	GPU
FasterR-CNN	39,1	6,8
SSD	1,15	0,8

Tabela 4. Prosečno vreme prepoznavanja jedne slike po modelu na CPU i GPU (u sekundama)

C. Problemi prilikom klasifikacije

Prilikom testiranja obučenih mreža, primećeno je nekoliko karakterističnih problema u klasifikaciji. Na nekoliko primera je izvršena pogrešna klasifikacija nekog objekta na slici kao logotipa, a sigurnosti takve klasifikacije su oko 50% ili manje. Ovakvi primeri se mogu zaobići tako što se ignorišu vrednosti klasifikacije kada imaju sigurnost manju od nekog proizvoljno odabranog praga, na primer 80%. Ovaj problem se takođe rešava dodatnim treniranjem modela sa mnoštvom raznolikih podataka.

Takođe, sa nekoliko primera postoji problem prepoznavanja logotipa koji se nalazi na drugačijoj pozadini (kao što su plava i crvena) u odnosu na primere iz skupa za obučavanje. Iz ovog razloga model ne može da nauči dovoljno da generalizuje logotipe već očekuje određene boje na pozadini logotipa. Ovakav problem se rešava dodatnim podučavanjem modela na logotipima sa pozadinama različitih boja.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu su priloženi rezultati prepoznavanja logotipa automobila marke BMW, Audi i Chevrolet od strane dva naučena modela konvolucionih neuralnih mreža, SSD i FasterR-CNN arhitektura. Rezultati su prikazani kroz broj uspešnih, neuspešnih i pogrešnih klasifikacija navedenih logotipa, i kroz nekoliko primera klasifikovanih slika. Prikazane su prednosti i mane oba modela i prodiskutovane su kroz analizu navedenih rezultata.

Kroz rezultate je pokazano da FasterR-CNN arhitektura postiže bolje rezultate, ali klasifikuje slike višestruko sporije nego SSD arhitektura. Iz ovog razloga obe arhitekture nalaze svoju primenu. FasterR-CNN se može koristiti u slučaju potrebe za velikom preciznošću, a SSD u slučaju potrebe za brzinom, ali sa većom tolerancijom u slučaju greške.

Unapređenja ovog rada bi moglo da se ostvari kroz proširenje skupa logotipa za prepoznavanje na logotipe automobila drugih proizvođača. Druga mogućnost proširenja rada se može ogledati u prepoznavanju modela automobila pojedinačnih proizvođača. Nakon prepoznavanja logotipa i zaključivanja da automobil sa slike pripada određenoj marki, drastično bi se smanjio domen potreban za rad mreže koja bi služila za prepoznavanje modela automobila. Nakon što bi se prepoznao logotip automobila sa slike, sama slika bi mogla da se prosledi u odgovarajući model za dalju klasifikaciju modela automobila.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (projekti broj III44009 i TR32047). Autori zahvaljuju na finansijskoj podršci.

LITERATURA

[1] Klette R., Concise Computer Vision: An Introduction into Theory and Algorithms, Springer, 2014.

[2] Mitrović M., Mišić M., Klasifikacija muzičkih instrumenata korišćenjem konvolutivnih neuronskih mreža, XXVI Telekomunikacioni forum Telfor 2018, Društvo za telekomunikacije, Beograd, Novembar, 2018.

[3] Iandola, F. N., Shen, A., Gao, P., & Keutzer, K., Deeplogo: Hitting logo recognition with the deep neural network hammer, arXiv preprint arXiv:1510.02131, 2015.

[4] Huang, Y., Wu, R., Sun, Y., Wang, W., & Ding, X., Vehicle logo recognition system based on convolutional neural networks with a pretraining strategy, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 16, issue 4, 2015., pp. 1951-1960.

[5] Russell S., Norvig P., Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd edition, Prentice Hall, 2010.

[6] Johnson J., Karpathy A., Convolutional Neural Networks, Stanford Computer Science, Feb, 2017.

[7] Lee H., Grosse R., Ranganath R., Ng A. Y., Convolutional Deep Belief Networks for Scalable Unsupervised Learning of Hierarchical Representations, Proceeding ICML '09, Jun. 2009

[8] Girshick R., Donahue J., Darrell T., Malik J., Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation, arXiv:1311.2524v5 [cs.CV], Oct. 2014.

[9] Simonyan K., Zisserman A., Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition, arXiv:1409.1556v6 [cs.CV], Apr. 2015.

[10] Ren S., He K., Girshick R., Sun J., Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks, arXiv:1506.01497v3 [cs.CV], Jan. 2016.

[11] Liu W., Anguelov D., Erhan D., Szegedy C., Reed S., Fu C.-Y., Berg A. C., SSD: Single Shot MultiBox Detector, arXiv:1512.02325v5 [cs.CV], Dec. 2016.

[12] *Tensorflow Object Detection API*, dostupno na: https://github.com/tensorflow/models/tree/master/research/object_detection (20.07.2019.)

[13] Cars Dataset, dostupno na: https://ai.stanford.edu/~jkrause/cars/car_dataset.html (20.07.2019.)

Testovi čitljivosti i njihove aplikacije
Readability Scores and Applications

Igor Vecštejn[1], Eleonora Brtka[1], Vladimir Brtka[1], Vesna Makitan[1], Ivana Berković[1],
Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“ Zrenjanin [1]

Apstrakt: *Rad se bavi primenom testova čitljivosti na kratke opise veb dostupnih kurseva radi utvrđivanja potencijalne veze između rezulatata testova čitljivosti i tematike kojom se kurs bavi. Upotrebljeno je sedam standardnih sintaksnih testova čitljivosti na uzorku od 36 kurseva i 14 različitih tema. Rezultati testova čitljivosti mogu se upotrebiti pri određivanju tema primerenih određenom uzrastu/razredu. Rezultati se mogu koristiti kao preporuke pri formiranju kurikuluma.*

Abstract: *The paper deals with the application of readability tests to short descriptions of web courses available to determine the potential link between the results of the readability tests and the topics covered by the course. Seven standard syntax readability tests were used on a sample of 36 courses and 14 different topics. The results of readability tests can be used to determine topics appropriate to a particular age/class. The results can be used as recommendations for curriculum formation.*

1. UVOD

Čitljivost teksta, posebno istraživačkih radova, udžbenika, praktikuma i ostalih sredstava koja se koriste u nastavi, ima značajan uticaj na nivo usvajanja gradiva od strane čitaoca. Svakako da je razumevanje teksta, odnosno ideje i sadržaja koji prenosi suštinsko, a zavisi od uzrasta i novoa obrazovanja onoga ko čita. Čitljivost teksta u vezi je sa njegovim kvalitetom, ali nije garant informativnosti koja je relativna i zavisi od čitaoca.

U vremenu kada se Internet izvori koriste u velikoj meri i postaju nezamenljivi u procesu obrazovanja stavljajući u drugi plan štampane materijale, čitljivost teksta ne gubi na značaju. Obrazovni materijali dostupnu su u vidu elektronskih kurseva koji nude mnoštvo opcija kao i sadržaje bogate interakcijom. Ovakav vid obrazovanja ima svoju svrhu, široko je dostupan i pokriva različite uzraste, nivoe i tematike. Iz mnoštva dostupnih elektronskih kurseva, postaje izazov izabrati one koji odgovaraju po dubini izlaganja, obimu i trajanju. Pri tome, različiti obrazovni sistemi podrazumevaju različite prilaze po pitanju tematika koje se obrađuju, dubine izlaganja, sadržajnosti i širine materije, kao i po pitanju potrebnih predznanja. Često su elektronski kursevi praćeni meta-podacima koji bliže upućuju na uzrast, tematiku, ishode učenja i potrebna predznanja. Ovi i drugi podaci uključeni su u opis kursa koji je u tekstualnoj formi, ponekad praćen video materijalom, komentarima prethodnih korisnika, itd.

U ovom radu istražuje se veza između rezultata čitljivosti opisa kursa i tematike koju on pokriva. Treba imati na umu da testovi čitljivosti predstavljaju standardizovane metrike pomoću kojih se sumiraju rezultati striktno sintaksne analize teksta: ne posmatra se značenje reči već njihov broj, frekvencija reči po rečenici, broj slogova itd. Pretpostavka je da postoji zavisnost između rezultata testova čitljivosti opisa kursa i tematike koju on obrađuje. Na ovaj način, stavlja se u drugi plan deskriptivna preporuka vezana za uzrast (razred) kome je kurs namenjen, a dobija se mogućnost odabira tematika koje su prilagođene određenom uzrastu. Ovo takođe ublažava postojeće razlike raznih obrazovnih sistema.

Rad je strukturiran na sledeći način: Drugo poglavlje sadrži kratak uvid u neke prethodne primene testova čitljivosti koje su u vezi sa ovim istraživanjem. U trećem poglavlju opisani su konkretni testovi čitljivosti pomoću formula i tekstualnih opisa, a opisana je i metododlogija istraživanja. Četvrto poglavlje prezentuje rezultate istraživanja koji su praćeni zaključnim razmatranjima u petom poglavlju.

2. PRETHODNA ISTRAŽIVANJA

Čitljivost jeste vezana za kvalitet teksta. Što je čitljivost određenog teksta veća tj što su reči u rečenici razumljivije, tekst će postati jasniji i stoga prijemčiviji čitaocu. Kako je čitljivost niža odnosno kako su reči kompleksnije, postoji mogućnost da će tekst biti razumljiv, ali će iskustvo i znanje u nekim granama biti presudni. Postoje testovi čitljivosti čiji su rezultati prikazani pomoću brojevnih opsega, time se pokazuje koliko je određen sadržaj čitljiv. Obično se koristi FRES test čitljivosti čiji je rezultat iz opsega [0, 100]. Što je rezultat bliži broju 100 to je tekst lakši za čitanje.

Ideja o egzaktnim sintaksnim testovima čitljivosti začeta je pre više od 100 godina kada se povećao broj dece koja se školuju. Porastao je i značaj pitanja o čemu deca treba da budu naučena.

U [1] su poređeni rezultati pet egzaktnih sintaksnih formula za određivanje rezultata čitljivosti na tekstovima koji se bave društvenim i prirodnim naukama za decu osnovno-školskog uzrasta. Autori zaključuju da su rezultati testova čitljivosti važni, ali nisu konzistentni i da ih treba dopuniti kvalitativnim testovima čitljivosti.

U [2] autori su koristili 66 knjiga na osnovu kojih su automatskom metodom formirani sažeci dužine do 500 reči. Analizirana je čitljivost sažetaka, nakon čega je formirano ukupno 660 rezultata čitljivosti pomoću pet formula čitljivosti (Flesch-Kincaid Grade Level, Gunning-Fog Score, Coleman-Liau Index, SMOG Index, Automated Readability Index). Osim uočenih nekonzistentnosti, autori su zaključili da fond reči koji je očekivan za određeni uzrast, nije realan što jasno upućuje na promene koje treba preduzeti pri formiranju sadržaja.

Ovo istraživanje odnosi se na školski sistem S.A.D. ali se mogu izvući zaključci od šireg praktičnog značaja.

U [3] razmatrani su naučni radovi publikovani u časopisu „*American Economic Review*“. Na osnovu 579 radova pokušano je dokazati statističku značajnu zavisnost između rezultata čitljivosti i impakta koji radovi ostvaruju. Korišćenjem metrika za određivanje čitljivosti i Google Scholar citatnog indeksa, dokazano je da postoji zavisnost rezultata čitljivosti i impakta rada. Međutim, pokazano je da npr afilijacije autora značajno utiču na citatni indeks, tako da ovu zavisnost treba shvatiti kao preporuku.

Čitljivost sadržaja veb sajtova odnosno veb stranica razmatrana je u [4]. Razmatrane su WCAG 2.0 preporuke za lakoću čitljivosti teksta koje se odnose specifično na veb sadržaje. Fokus rada je na proučavanju različitih tehnika za proračun rezultata čitljivosti. Posebno, razmatrani su slučajevi korisnika sa posebnim potrebama (slabovidost, disleksija, itd). Razmatrane su standardne formule za proračun rezultata čitljivosti, ali i napredne tehnike vezane posebno za veb sadržaje. Korišćene su metrike balansa i grupisanja koje se odnose na grafičke elemente prikazane na ekranu, tako da je prevaziđena forma jednostavnog teksta. Predložene su konkretne formule za određivanje lakoće čitljivosti sadržaja. Uočena je zavisnost između dostupnosti i čitljivosti.

U [5] razmatrana je Android aplikacija za prikaz i čitanje e-knjiga, namenjena čitaocima sa disleksijom. Osim rezultata čitljivosti, koji su ovde u drugom planu, date su preporuke koje se odnose na elemente interfejsa poput boje pozadine, veličine fonta, itd.

Osim navedenih postoje brojna istraživanja koja uključuju upotrebu rezultata čitljivosti. Takođe, egzaktne formule za proračun rezultata vezane su za jezik ili dijalekt i često nisu kompatibilne. U toku je razvoj novih i usavršenih načina proračuna rezultata čitljivosti.

3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Egzaktne formule koje su korišćene u ovom radu su standardne i mahom su primerene engleskom govornom području. Njihova upotrebna vrednost u slučaju ostalih jezika je upitna. Određeni su rezultati čitljivosti opisa kurseva koji se odnose na programske jezike, računarske aplikacije i tehnologije. Kao uzorak je uzeto 36 kurseva sa Udemy Website-a u kojima su opisane razne teme iz oblasti informacionih tehnologija. Sledi opis sedam formula za proračun čitljivosti.

FRES (Flesch Reading Ease Score) je jedna od najstarijih i potencijalno najtačnijih formula čitljivosti. Flesch formula se u početku koristila samo u slučaju engleskog teksta, ali se poslednjih godina koristi i u drugim jezicima poput indijskog, španskog, arapskog, bengalskog, itd. R. Flesch je razvio ovu formulu 1948 [6].
FRES je jednostavni pristup određivanju razreda čitaoca. Ova formula je najkorisnija u slučaju edukativnog teksta i postala je standardna formula čitljivosti koja se koristi u S.A.D. Međutim, ova formula se koristi pri ispitivanju „težine“ čitanja određenog teksta koji je napisan na engleskom jeziku. Dužina rečenice i dužina reči u rečenici se razmatraju kada se izračunava Flesch readability score. Kratke rečenice i kratke reči postižu veći rezultat dok duže rečenice sa dužim rečima dobijaju niži rezultat [7].

FOG Index (The Gunning Fog Index Readability Formula) formula je razvijena od strane Roberta Gunninga sa ciljem da odredi težinu teksta za čitanje. Gunning Fog Formula generiše broj iz opsega [0, 20]. Formula procenjuje godine formalne edukacije koje su potrebne čitaocu kako bi razumeo sadržaj pri prvom čitanju [8]. FOG Readability Formula se sprovodi na pasusu od minimalno 100 reči, a potrebno je prebrojati reči i rečenice. Proračunava se vrednost ASL: prosečna dužinu rečenice, i broj reči od od tri ili više slogova koje nisu imenice, kombinacije lakih reči ili reči koje sadrže „crte“ i dvosložni glagol koji prave treći glagol sa nastavcima -es i -ed. Vrednost PHW (Percent Hard Words) predstavlja procenat „teških“ reči koji se dodaje vrednosti ASL [9]. Fromula je data u (1).

$$Grade = 0.4 * (ASL + PHW) \quad (1)$$

Flesch-Kincaid readability su razvili Rudolf Flesch i Peter Kincaid. Flesch- Kindaid čitljivost se najviše koristi i ima najširu primenu pri određivanju mere čitljivosti. Rezultat formule je iz [0, 100]. Što je niži rezultat, on ukazuje na to da je tekst previše komplikovan [10]. Fromula je data u (2).

$$RE = 206.835 - (1.1015 * ASL) - (84.6 * ASW) \quad (2)$$

U (2) RE predstavlja čitljivost, dok ASW predstavlja prosečan broj slogova koji se dobija na osnovu deljivosti broja slogova i broja reči.

Flesch – Kincaid Grade Level Formula pokazuje kom razredu je primeren materijal dostupan na veb stranici, a pre svega se odnosi na S.A.D. Ova formula koristi lingvistička merenja koja su zasnovana na slogovima svake reči i reči svake rečenice iz određenog teksta. Formula, takođe određuje koliko je potrebno vremena nekome da razume sadržaj [11]. Sledi formula:

$$FKG = 0.39 * ASL + 11.8 * ASW - 15.59 \quad (3)$$

The Coleman-Liau Index je kreiran od strane Mary Coleman-a i Ti L. Liau-a, 1975. godine. Indeks se razlikuje od formula kao što su Flesch-Kincaid i Gunning Fog. Ove formule uključuju broj slogova po reči i po rečenici. Indeks se proračunava kao u (4).

$$CLI = (0.0588 * L) - (0.296 * S) - 15.8 \quad (4)$$

U (4), L predstavlja prosečan broj karaktera na 100 reči, dok je S prosečan broj rečenica na 100 reči. Coleman-Liau indeks procenjuje godine edukacije čitaoca koje su potrebne za razumevanje teksta. Npr. rezultat od 6 pripada šestom razredu prema školskom sistemu S.A.D odnosno starosna granica je od 11 do 12 godina [12].

The SMOG Index (Simple Measure of Gobbledygook) je kreirao Harry McLaughlin koji je bio istraživač i klinički psiholog. McLaughlin je želeo da kreira formulu koja će koristiti višesložne reči. McLaughlin je predložio da se koristi određeni sadržaj koji će sadržati minimum 30 rečenica [13]. SMOG Index formula se najviše koristi u oblasti medicine. SMOG Index procenjuje godine edukacije koje prosečna osoba mora da poseduje kako bi shvatila određeni deo teksta.
Formula je nastala kao poboljšana verzija u odnosu na prethodne formule čitljivosti [14]. Formula jre data u (5).

$$Grade = 1.0430 * \sqrt{\frac{Broj\ višesložnih\ reči * 30}{broj\ rečenica}} + 3.1291 \quad (5)$$

ARI (Automated Readability Index) je bio kreiran striktno za vojsku 1967. godine i njegova namena je bila praćenje čitljivosti na električnim pisaćim mašinama. Iz tog razloga, formula je nudila manji napor pri merenju čitljivosti u odnosu na manuelne kalkulacije. ARI je test čitljivosti koji je dizajniran da proceni razumljivost teksta. Kao i druge formule, tako i ARI formula sadrži određeni nivo ocene koji je potreban za razumevanje teksta. Na primer, ako ARI na osnovu nekog sadržaja, daje rezultat 8 to upućuje da je tekst primeren učeniku srednje škole, 15-16 godina starosti. ARI formula je izvedena iz koeficijenata koji predstavljaju težinu reči (broj karaktera u jednoj reči) i težinu rečenice (broj reči u rečenici) [15]. Formula je data u (6).

$$ARI = 4.71 * (\frac{broj\ karaktera}{broj\ reči} + 0.5 * (\frac{broj\ reči}{broj\ rečenica}) \quad (6)$$

LWF (Linear Write Formula) računa čitljivost teksta. Ona izračunava nivo (grade level) određenog teksta na osnovu rečenice i broja reči koje imaju tri ili više slogova. Formula je predstavljena opisno. Uzima se tekstualni sadržaj u kojem se nalazi bar 100 reči, broje se jednostavne reči (to su reči koje imaju dva sloga ili manje). Ovde spadaju i predlozi, prilozi, rečce. Zatim se broje složene reči (reči koje sadrže tri sloga ili više). Suma jednostavnih reči dodaje se na proizvod broja 3 i složenih reči. Rezultat se deli brojem rečenica. Ako je rezultat veći od broja 20, rezultat se deli brojem 2, a ako je manji ili jednak broju 20, potrebno je oduzeti broj 2 i podeliti brojem 2 [16].

Prethodne formule primenjene su na 36 opisa kurseva sa namerom nalaženja veze između rezultata čitljivosti opisa kursa i tematike kojom se kurs bavi. Svaki opis kursa je unet na „Readability Formulas Website“ (https: // readabilityformulas. com / free - readability – formula - tests. php) koji automatski proračunava vrednosti primene sedam prethodno navedenih formula. Sada se može odrediti da li je opis kursa teško razumljiv, da li je čitljiv, za koji razredni nivo se preporučuje, za koji uzrast, itd. Odabrano je 14 raznorodnih tematika.

4. REZULTATI

U radu je sprovedeno istraživanje čitljivosti opisa kurseva. Testovi čitljivosti se istražuju na engleskom tekstu, a odnosi se na razredni i starosni sistem školstva S.A.D. Takođe, brojevne vrednosti su zamenjene jezičkim terminima radi lakše čitljivosti. Značenje pojedinih skraćenica je: AI – Artificial Intelligence, ANDROID – Android programiranje, AWS – Advanced Architecting on Amazon Web Services, C# – Visual C# and ADO.NET Programming, CYBER – Cyber Security, FRONT – The Complete Front-End Web development Course, JAVA – Java Programming Complete Begginer To Advanced, LUA – Lua Programming Complete Course, ML – Machine Learning, PS – Photoshop, PY – Python, RASP – Humanoid Robotics using Raspberry Pi, SQL – Advanced Databases and SQL Querying, WEB – Web Development. Rezultati su sumirani u Tabeli 1.

Tabela 1. Rezultati testova čitljivosti kurseva

Oblast	FRES	GF	FKGL	TCLI	TSMOGI	ARI	LWF
AI	Standard_ Average	Fairly_Easy_To_ Read	6thGrade	11thGrade	6thGrade	10-11YearsOld	5thGrade
ANDROID	Fairly_Easy_To_ Read	Fairly_Easy_To_ Read	7thGrade	8thGrade	7thGrade	10-11YearsOld	7thGrade
ANDROID	Standard_ Average	Fairly_Easy_To_ Read	8thGrade	10thGrade	7thGrade	12-14YearsOld	8thGrade
ANDROID	Standard_ Average	Fairly_Easy_To_ Read	8thGrade	9thGrade	8thGrade	12-14 YearsOld	9thGrade
ANDROID	Standard_ Average	Fairly_Easy_To_ Read	9thGrade	10thGrade	8thGrade	13-15 YearsOld	9thGrade
AWS	Difficult_To_ Read	Hard_To_Read	College	12thGrade	12thGrade	21-22 YearsOld	CollegeGraduateAndAbove
C#	Very_Difficult_To_Read	Hard_To_Read	CollegeGraduateAndAbove	College Graduate	College	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
C#	Standard_ Average	Hard_To_Read	8thGrade	10thGrade	9thGrade	12-14 YearsOld	9thGrade
CYBER	Difficult_To_ Read	Hard_To_Read	College	College	11thGrade	21-22 YearsOld	College
CYBER	Very_Difficult_To_Read	Difficult_To_ Read	College	College	College	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
CYBER	Very_Difficult_To_Read	Very_Difficult_ To_Read	CollegeGraduateAndAbove	College	College Graduate	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
CYBER	Difficult_To_ Read	Hard_To_Read	College	11thGrade	11thGrade	College Entry	College
FRONT	Standard_ Average	Hard_To_Read	8thGrade	11thGrade	9thGrade	14-15 YearsOld	11thGrade
JAVA	Fairly_Difficult_ To_Read	Hard_To_Read	11thGrade	11thGrade	11thGrade	17-18 YearsOld	College
LUA	Very_Difficult_To_Read	Difficult_To_ Read	CollegeGraduateAndAbove	College Graduate	College Graduate	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
ML	Very_Difficult_To_Read	Difficult_To_ Read	CollegeGraduateAndAbove	College Graduate	College	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
ML	Difficult_To_ Read	Hard_To_Read	College	College	11thGrade	College Graduate	College
ML	Difficult_To_ Read	Difficult_To_ Read	CollegeGraduateAndAbove	College	College	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
ML	Difficult_To_ Read	Hard_To_Read	12thGrade	11thGrade	9thGrade	College Entry	College
ML	Difficult_To_ Read	Difficult_To_ Read	College	11thGrade	11thGrade	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
ML	Difficult_To_ Read	Very_Difficult_To_Read	College	7thGrade	12thGrade	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
ML	Difficult_To_Read	Hard_To_Read	College	College	10thGrade	17-18 YearsOld	12thGrade
ML	Very_Difficult_To_Read	Difficult_To_ Read	CollegeGraduateAndAbove	College	College	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
ML, AI	Difficult_To_ Read	Difficult_To_ Read	CollegeGraduateAndAbove	College	College	CollegeGraduate	CollegeGraduateAndAbove
PS	Fairly_Difficult_To_Read	Fairly_Easy_To_ Read	10thGrade	11thGrade	8thGrade	17-18 YearsOld	12thGrade
PY	Standard_ Average	Fairly_Easy_To_ Read	9thGrade	11thGrade	8thGrade	14-15 YearsOld	10thGrade
PY	Fairly_Easy_To_ Read	Fairly_Easy_To_ Read	6thGrade	9thGrade	7thGrade	11-13 YearsOld	7thGrade
PY	Fairly_Difficult_To_Read	Hard_To_Read	10thGrade	11thGrade	9thGrade	17-18 YearsOld	College
RASP	Standard_ Average	Hard_To_Read	10thGrade	8thGrade	9thGrade	14-15 YearsOld	College
SQL	Standard_ Average	Hard_To_Read	8thGrade	12thGrade	9thGrade	14-15 YearsOld	9thGrade
WEB	Standard_ Average	Hard_To_Read	10thGrade	8thGrade	9thGrade	14-15 YearsOld	College
WEB	Standard_ Average	Fairly_Easy_To_ Read	9thGrade	10thGrade	8thGrade	14-15 YearsOld	11thGrade
WEB	Difficult_To_ Read	Hard_To_Read	College	College	10thGrade	21-22 YearsOld	College
WEB	Difficult_To_ Read	Difficult_To_ Read	College	9thGrade	12thGrade	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
WEB	Fairly_Difficult_To_Read	Hard_To_Read	11thGrade	11thGrade	10thGrade	College Entry	College

5. Zaključak

Imajući u vidu veličinu i kvalitet uzorka, moguće je izvesti samo opšte zaključke ili preporuke. Jasno se ističu dve grupe tema:

- Machine Learning i Cyber Security
- Android programiranje i Python programski jezik

Prva grupa tema preporučena je za formalno obrazovanje posle srednje škole (stariji uzrast), dok je druga grupa tema preporučena za osnovnu/srednju školu (mlađi uzrast). Uvek treba imati na umu da se do rezultata došlo sintaksnom analizom teksta, pri čemu značenje pojedinih termina nema uticaj. Poznato je da je za prvu grupu tema potrebno poznavanje matematičkih postupaka, proračuna, kao i razmišljanje na visokom apstraktnom nivou. S druge strane druga grupa tema podrazumeva primenu tehnologija i programiranje na višem programskom jeziku, što se može dodatno olakšati izborom pogodnog razvojnog okruženja ili editora. Ovim je pokazan parcijalni uticaj rezultata čitljivosti opisa kursa na tematiku kojom se bavi: teže čitljivi opisi kurseva odnose se na tematiku mašinskog učenja, sigurnosti računarskih mreža, itd, dok se lakše čitljivi opisi kurseva odnose na Android programiranje i pojedine programske jezike poput Python-a. Prethodno rečeno se može koristiti kao preporuka pri formiranju kurikuluma za različite starosne grupe i nivoe studija/razrede.

Budući rad odnosiće se na eksperimente sa znatno većim uzorkom, kao i na analizu edukativnih materijala.

NAPOMENA
Ovaj rad je podržalo Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije u okviru projekta TR-32044 „Razvoj softverskih alata za analizu i poboljšanje poslovnih procesa“, 2011-2019.

LITERATURA:

[1]Umit Izgi, Burcu Sezginsoy Seker (2012). Comparing different readability formulas on the examples of science-technology and social science textbooks. Procedia – Social and Behavioral Science (46): 178-182
[2] Emily Wefelmeyer, Mary Beth Backus (2017). Strategies for using data analytics in testing the readability levels of textbooks: it's time to get serious. Procedia – Computer Science (118): 95-99
[3] McCannon B. C., Readability and research impact, Economics Letters 180, 2019, pp. 76-79
[4] Ojha, P.K., et al. Perusal of readability with focus on web content understandability. Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences (2018), https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2018.03.007
[5] Relloa L., Kanvindeb G., Baeza-Yatesc R., A Mobile Application for Displaying More Accessible eBooks for People with Dyslexia, Procedia – Computer Science 12 (2012), pp, 226-233.
[6]Website:https://readabilityformulas.com/flesch-reading-ease-readability-formula.php
[7]Website:http://www.roxifyonline.com/Rox/documentation/Flesch%20Reading%20Ease%20Score.pdf
[8]Website:https://readable.com/blog/the-gunning-fog-index-/
[9]Website:https://readabilityformulas.com/gunning-fog-readability-formula.php
[10]Website:https://www.webfx.com/tools/readable/flesch-kincaid.html
[11] Rully Agus Hendrawan, Erma Suryani, Rani Okstavia (2017). Evaluation of E-Commerce Product Reviews Based on Structural, Metadata and Readability Characteristics. Procedia – Computer Science (124): 280-286
[12]Website:https://readable.com/blog/the-coleman-liau-index/
[13]Website:https://readable.com/blog/how-did-the-smog-index-become-a-crucial-readability-formula-for-content-writers/
[14]Website:https://readabilityformulas.com/smog-readability-formula.php
[15]Website:https://readabilityformulas.com/automated-readability-index.php
[16]Website:https://readabilityformulas.com/linsear-write-readability-formula.php

ANALIZA FORMATA ZAPISA MIRNIH SLIKA SA KOMPRESIJOM BEZ GUBITAKA

LOSSLESS STILL IMAGES COMPRESSION ANALYSIS

Aleksandar Trifunović, Saad Merrouche, Boban Bondžulić, Nenad Stojanović
Vojna akademija, Univerzitet odbrane Beograd

Sadržaj *– U radu su analizirani formati zapisa mirnih slika sa kompresijom bez gubitaka. Analizirana su četiri formata koja omogućavaju kompresiju bez gubitaka (TIFF, PNG, JPEG i JPEG 2000), a dodatno je korišćen i format zapisa bez kompresije (BMP). Slike koje su korišćene u radu su preuzete iz četiri javno dostupne baze slika, pri čemu su tri baze sa slikama iz vidljivog dela elektromagnetnog spektra, dok je jedna baza sa slikama iz infracrvenog (nevidljivog) dela elektromagnetnog spektra. Efikasnost zapisa je analizirana kroz zahteve po pitanju memorijskih resursa neophodnih za skladištenje komprimovanih slika. Pokazano je da je JPEG 2000 format zapisa najefikasniji, kako za pojedinačne slike, tako i na bazama ponaosob, kao i na nivou kompletnog skupa analiziranih slika.*

Abstract – *The paper analyzes the formats of still images with lossless compression. Four lossless compression formats were analyzed (TIFF, PNG, JPEG and JPEG 2000), and the compression-free format (BMP) was also used. The images used in this paper were taken from four publicly available image datasets, with three image datasets being in the visible part of the electromagnetic spectrum, and one dataset contains images from the infrared (invisible) part of the electromagnetic spectrum. The performance of the formats was analyzed through memory requirements for the storage of compressed images. The JPEG 2000 image format has been shown to be the most efficient, for single images, on separate datasets, as well as at the global level of the complete set of the analyzed images.*

1. UVOD

Poslednjih godina došlo je do naglog razvoja sistema za digitalnu obradu, prenos i prikaz slike. Analogna televizija sa konačnom rezolucijom i karakterističnim šumom je zamenjena kristalno jasnim, velikim formatom vizuelnih prikaza. Sposobnost digitalnih kamera, pametnih telefona i tablet računara za snimanje i prikaz slika i videa visoke rezolucije raste iz dana u dan, a isto tako brzo rastu i zahtevi korisnika. Društvene mreže kao što su Facebook, YouTube, Google+, Flickr itd. imaju rastući trend preuzimanja, arhiviranja i pregleda slika i videa različitih sadržaja, trajanja i stepena kvaliteta. Nove generacije bežičnih mreža omogućavaju mobilni veb video velike brzine, IP telefoniju, video igre, mobilni HDTV, video konferenciju, pa čak i mobilnu 3D TV [1, 2]. Kako količina video saobraćaja nastavlja eksponencijalno da raste, od posebnog značaja je, kako za provajdere tako i za krajnje korisnike, izbor načina isporuke sadržaja dobrog kvaliteta. Napredak u oblasti digitalnog videa pojedini autori nazivaju "digitalnom video revolucijom" [3].

Zahtevi korisnika za prenosom i upotrebom multimedijalnog sadržaja visokog kvaliteta sve više rastu. Tehnološka ograničenost i cena hardvera dovela su do sve masovnijeg korišćenja softverskih rešenja u digitalnoj obradi signala. Jedan od parametara kvaliteta prenosa podataka kod servisa koje obezbedjuje internet je i vreme potrebno za prenos zahtevanog sadržaja. Iz tog razloga je efikasna obrada signala veoma značajan segment u obezbeđenju kvalitetne usluge korisnicima.

U multimedijalne sadržaje mogu se ubrojati mirne slike, pokretne slike (video), audio zapisi i slično. Mirne slike, kao jedna vrsta multimedijalnog signala, često prolaze kroz procese prikupljanja, kompresije, prenosa i skladištenja [4]. Ukoliko se prenosi slika, koja je predstavljena vrednostima nivoa sivog piksela, u zavisnosti od veličine slike i kapaciteta telekomunikacione mreže kroz koju se prenosi, potrebno je naći optimalan odnos stepena kompresije i pruženog kvaliteta usluge krajnjem korisniku.

Kompresija slike predstavlja naučnu disciplinu o smanjenju količine podataka potrebnih za predstavljanje slike. Kompresija slike je jedna od najkorisnijih i najuspešnijih oblasti na polju digitalne obrade slike [5]. Kompresijom se značajno može smanjiti potrebna količina memorije za skladištenje slike, kao i potrebni resursi komunikacionih kapaciteta tokom prenosa, pa se stoga vrlo često primenjuje. Postoje dva načina kompresije slike: kompresija bez gubitaka (engl. *lossless*) i kompresija sa gubicima (engl. *lossy*).

Proces kompresije slike se sastoji u identifikaciji i uklanjaju različitih tipova redundansi iz polazne slike: kodne redundanse, prostorne redundanse i irelevantnih informacija. Osnovu kompresije bez gubitaka čini uklanjanje kodne redundanse i prostorne redundanse. Kako se neke vrednosti nivoa sivog na slici pojavljuju mnogo češće od drugih, mogu se koristiti efikasniji kodovi. Pravilnosti koje se pojavljuju u signalu se mogu iskoristiti za uklanjanje prostorne redundanse. Osnovu kompresije sa gubicima čini odbacivanje vizuelnih informacija koje posmatrači ne mogu da percipiraju.

Za skladištenje slika na računaru koriste se različiti načini konverzije slika u binarne brojeve. Ovakva konverzija, u zavisnosti od načina, naziva se format za zapis slika. Neki formati slika koriste kompresiju podataka. Prilikom kompresije ne menja se broj piksela koji čine sliku, već se menja način na koji se slika priprema za čuvanje u zavisnosti od izabranog formata. Najpoznatiji i najčešće korišćeni formati slika su: JPEG (*Joint Photographic Expert Group*), BMP (*Bitmap*), PNG (*Portable Network*

Graphics), GIF (*Graphic Interchange Format*), JPEG 2000 (*Joint Photographic Expert Group 2000*) i TIFF (*Tagged Image File Format*).

U radu je izvršena analiza nekoliko različitih formata zapisa slika sa kompresijom bez gubitaka. Korišćene slike su preuzete iz četiri javno dostupne baze slika. Cilj rada je pronaći optimalan format slike za različite vrste primena.

U drugom delu rada dat je kratak opis korišćenih formata slika. Opis korišćenih slika dat je trećem delu rada. U četvrtom delu rada izvršena je analiza dobijenih rezultata. Zaključak i pravci budućeg istraživanja dati su u poslednjem poglavlju.

2. OPIS FORMATA ZAPISA MIRNIH SLIKA

U ovom radu su slike predstavljene u pet različitih formata: BMP, TIFF, PNG, JPEG i JPEG 2000. Konverzija između formata je vršena u programskom paketu Matlab.

Bitmap ili BMP je format koji radi samo na Windows operativnom sistemu. U pitanju je format bez kompresije, zbog čega je široko prihvaćen, jednostavan za korišćenje i veoma popularan.

Tagged Image File Format, TIFF, je format zapisa sa kompresijom bez gubitaka. Međutim, zbog mnoštva različitih TIFF fajlova, postoje problemi sa njihovim korišćenjem, tako da oni često nisu prepoznati prilikom učitavanja.

Portable Network Graphics, PNG, je format zapisa sa kompresijom bez gubitaka. Dodatno je popularan jer nije zaštićen patentnim pravima.

JPEG je najpoznatiji i najpopularniji format zapisa mirnih slika. Osnovu JPEG kompresije čini diskretna kosinusna transformacija. Programski paket Matlab omogućava snimanje slika u ovom formatu sa kompresijom bez gubitaka ili sa kompresijom sa gubicima. Stepen komresije sa gubicima definiše se faktorom kvaliteta koji može imati vrednost između 0 i 100.

JPEG 2000 format zapisa je veoma efikasan, ali glavna njegova mana je što je dosta kompleksniji za implementaciju (osnovu čini diskretna vejvlet transformacija). Programski paket Matlab omogućava snimanje slika u ovom formatu sa kompresijom bez gubitaka ili sa kompresijom sa gubicima.

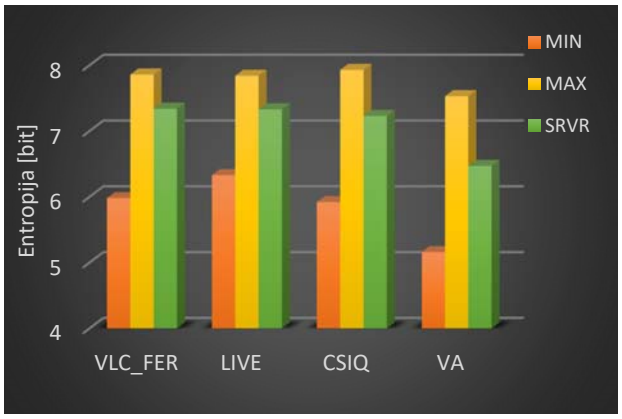
3. OPIS KORIŠĆENIH SLIKA

U analizi formata zapisa mirnih slika korišćene su 102 slike koje se preuzete iz četiri javno dostupne baze slika: VCL_FER [6], LIVE [7], CSIQ [8] i VA [9]. Slike imaju različit sadržaj, a njihove dimenzije zavise od izbora baze. Tri baze (VCL_FER – 23 slike, LIVE – 29 slika i CSIQ – 30 slika) sadrže kolor slike visokog kvaliteta iz vidljivog dela elektromagnetnog spektra, dok su slike iz VA baze iz infracrvenog (nevidljivog) dela elektromagnetnog spektra u monohromatskom obliku. Korišćene slike se u navedenim bazama koriste kao izvorne (referentne slike), za generisanje test slika sa različitim tipovima i stepenima degradacije. Baze su namenjene za analizu procene kvaliteta slika – subjektivnu i objektivnu.

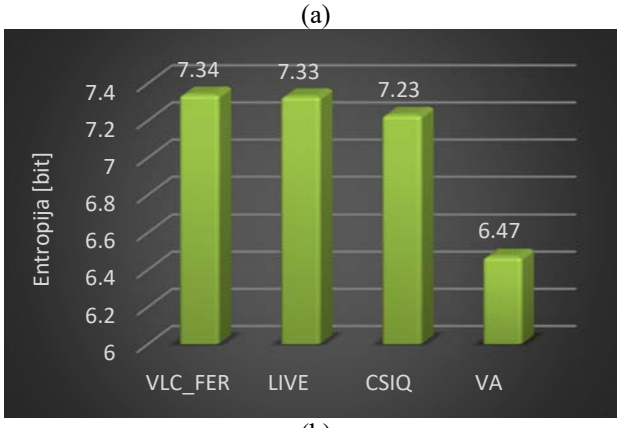
4. REZULTATI

Analiza formata zapisa mirnih slika sprovedena je na monohromatskim (sivim) slikama i slikama u boji. Uspešnost kompresije bez gubitaka analizirana je kroz memorijske resurse potrebne za arhiviranje pojedinačnih slika. Dodatno su proračunate i srednje vrednosti veličina slike u različitima formatima na bazama ponaosob i na nivou sve četiri baze.

Na slici 1 za svaku od korišćenih baza slika prikazane su minimalna (MIN), maksimalna (MAX) i srednja vrednost (SRVR) entropije izvornih monohromatskih slika. Entropija se može koristiti za procenu informacionog sadržaja slike.



(a)

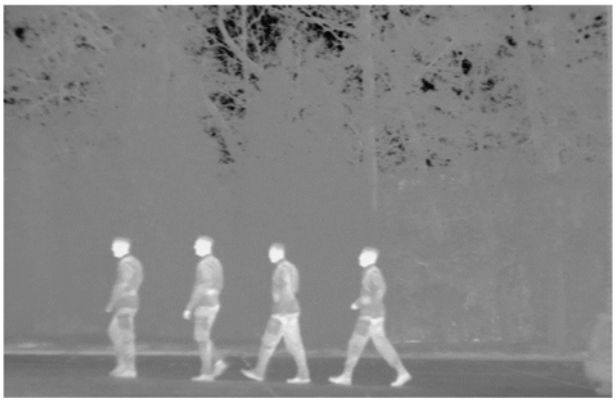


(b)

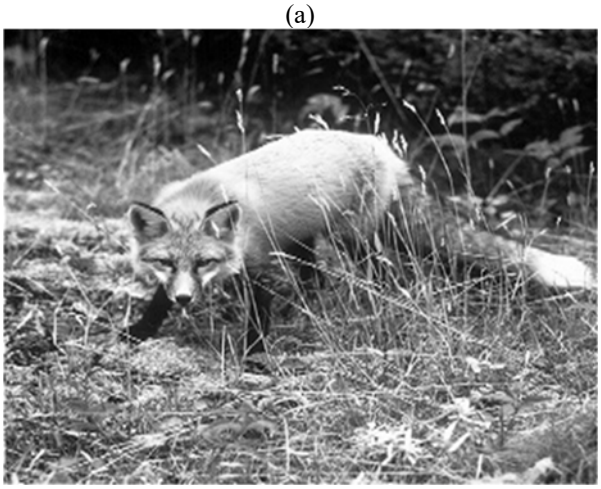
Slika 1. (a) uporedni prikaz minimalnih, maksimalnih i srednjih vrednosti entropija slika po bazama i (b) srednje vrednosti entropija slika po bazama

Može se uočiti da analizirane slike koje pripadaju bazama slika iz vidljivog dela elektromagnetnog spektra imaju ujednačene vrednosti entropija (srednje vrednosti entropija su oko 7.3), dok su entropije slika iz infracrvenog dela elektromagnetnog spektra nešto niže (srednja vrednost entropija je 6.47). Na ovaj način se može zaključiti da je za predstavljanje nivoa sivog prisutnih na slikama iz nevidljivog dela elektromagnetnog spektra potrebno manje bita po pikselu.

Na slici 2 prikazane su slike iz baza, a koje imaju minimalnu i maksimalnu vrednost entropije. Može se uočiti da je slika sa maksimalnom vrednošću entropije bogata detaljima, dok slika sa minimalnom vrednošću entropije sadrži regione sa sličnim vrednostima nivoa sivog (glatki regioni).



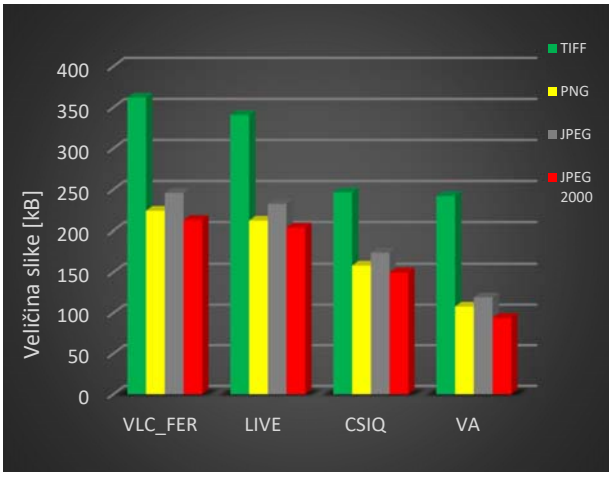
(a)



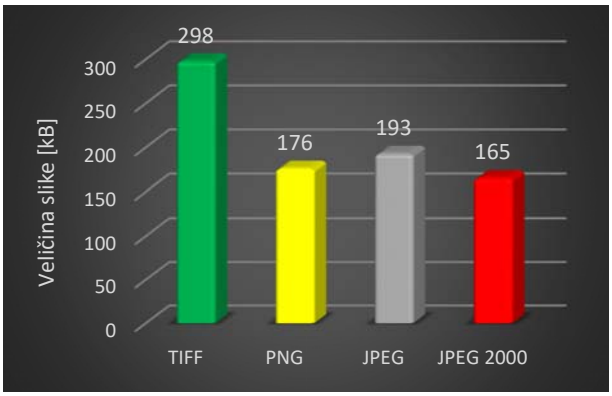
(b)

Slika 2. (a) slika sa minimalnom i (b) slika sa maksimalnom vrednošću entropije

Na slikama 3 i 4 analizirane su veličine sivih slika u različitim formatima zapisa – TIFF, PNG, JPEG i JPEG 2000. Na slici 3 prikazane su srednje vrednosti veličina slika u sva četiri formata po svakoj od baza, dok su na slici 4 prikazane srednje vrednosti veličina po svim bazama.



Slika 3. Srednje vrednosti veličina slika u različitim formatima zapisa po svim bazama



Slika 4. Srednje vrednosti veličina slika u različitim formatima zapisa na četiri baze slika

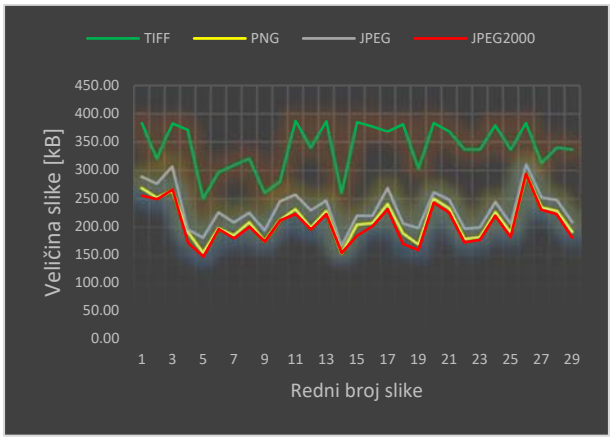
Sa slika 3 i 4 može se zaključiti da na globalnom planu (na nivou sve četiri baze) i na svakoj od baza ponaosob, zapis slika u JPEG 2000 formatu zahteva najmanje memorijske resurse, dok zapis slika u TIFF formatu zahteva najviše memorijskih resursa. Takođe, može se zaključiti da PNG format zapisa efikasniji od zapisa u JPEG formatu.

Kako su rezultati na slikama 3 i 4 dobijeni usrednjavanjem na podskupovima slika iz različitih baza i na sve četiri baze, na slikama 5, 6, 7 i 8 analizirana je uspešnost različitih formata zapisa po svim slikama ponaosob. Uočava se i da je na pojedinačnim slikama JPEG 2000 algoritam kompresije bez gubitaka najefikasniji. Na drugom mestu po uspešnosti je PNG algoritam, dok se JPEG algoritam nalazi na trećem mestu.

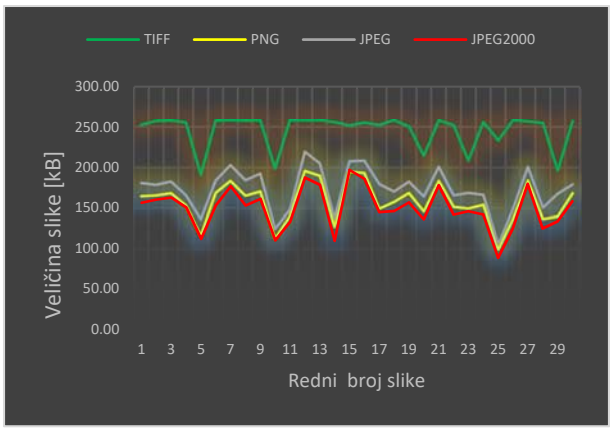
Kako su izvorne slike tri analizirane baze (VCL_FER, LIVE i CSIQ) dostupne u boji, slična analiza je sprovedena i na njima. Na slikama 9 i 10 analizirane su veličine slika u boji u različitim formatima zapisa – BMP, TIFF, PNG, JPEG i JPEG 2000. Na slici 9 prikazane su srednje vrednosti veličina slika u svih pet formata u tri baze, dok su na slici 10 prikazane srednje vrednosti veličina slika po svim bazama.

Sa slika 9 i 10 može se zaključiti da je i kod kolor slika JPEG 2000 format zapisa najefikasnije rešenje. Takođe, na drugom i trećem mestu po efikasnosti nalaze se slike u PNG i JPEG formatima, tim redom.

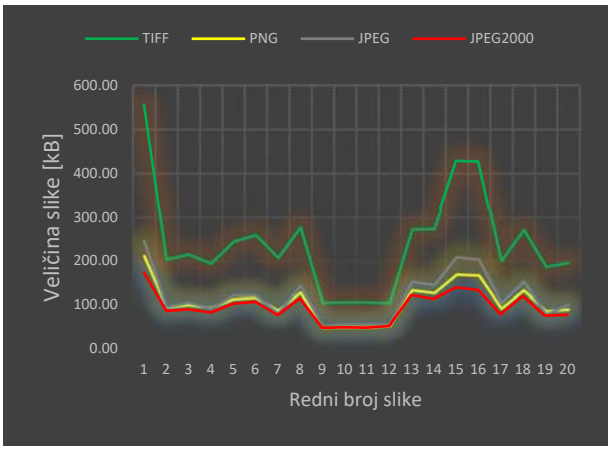
Slika 5. Veličine izvornih monohromatskih slika VCL_FER baze u različitim formatima zapisa



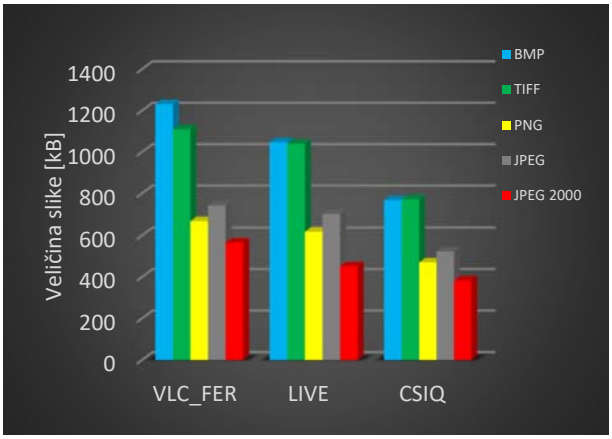
Slika 6. Veličine izvornih monohromatskih slika LIVE baze u različitim formatima zapisa



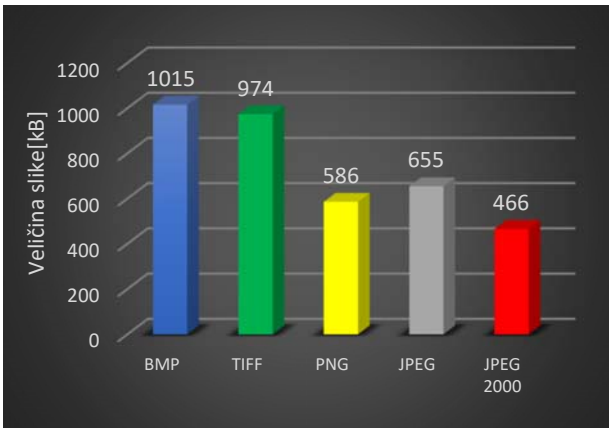
Slika 7. Veličine izvornih monohromatskih slika CSIQ baze u različitim formatima zapisa



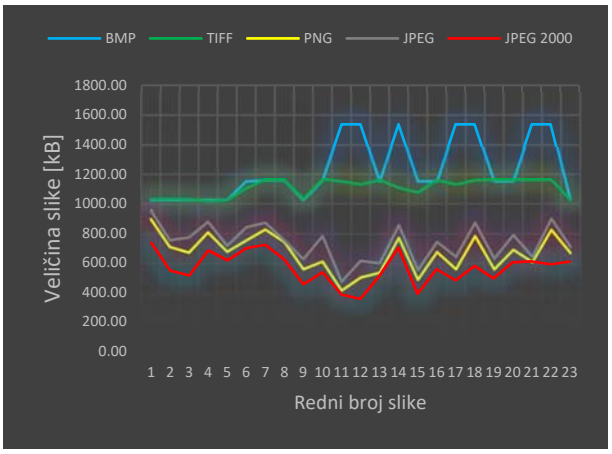
Slika 8. Veličine izvornih monohromatskih slika VA baze u različitim formatima zapisa



Slika 9. Srednje vrednosti veličina kolor slika u različitim formatima zapisa po svim bazama



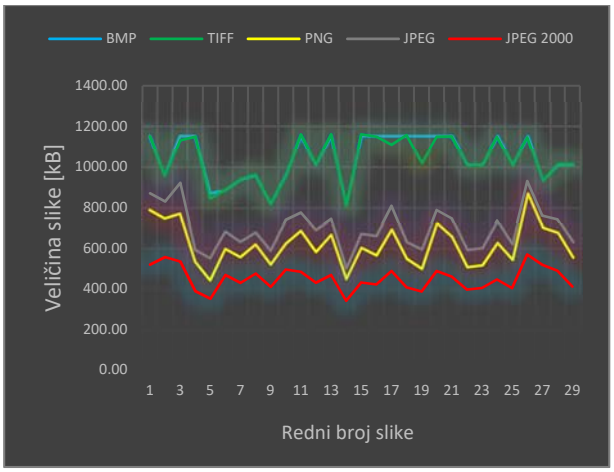
Slika 10. Srednje vrednosti veličina kolor slika u različitim formatima zapisa na tri baze slika



Slika 11. Veličine izvornih kolor slika VCL_FER baze u različitim formatima zapisa

Na slikama 11, 12 i 13 analizirana je uspešnost različitih formata zapisa po svim slikama u boji ponaosob. Dodatno je kao referentna vrednost data veličina slike u BMP (nekomprimovanom) formatu. Uočava se i da je na pojedinačnim slikama JPEG 2000 algoritam kompresije bez gubitaka najefikasniji. Na drugom mestu po uspešnosti je PNG algoritam, dok se JPEG algoritam nalazi na trećem mestu. Takođe, može se uočiti da TIFF format ima nešto manje zahteve za memorijskim resursima od BMP fomata.

Na slici 14 prikazane su slike iz korišćenih baza za koje je ostvaren najveći i najmanji stepen kompresije korišćenjem slika u JPEG 2000 formatu. Stepen kompresije (engl. *Compression Ratio, CR*) određen je u odnosu na veličinu odgovarajućih slika u BMP formatu. Može se uočiti da slike sa najvećim stepenom kompresije imaju regione sa sličnim vrednostima nivoa sivog, odnosno boje, dok su slike sa najmanjim stepenom kompresije bogate detaljima, odnosno imaju izraženu teksturu.



Slika 12. Veličine izvornih kolor slika LIVE baze u različitim formatima zapisa

Slika 13. Veličine izvornih kolor slika CSIQ baze u različitim formatima zapisa

5. ZAKLJUČAK

U radu je analizirana efikasnost različitih formata zapisa mirnih slika sa kompresijom bez gubitaka. Analiza je sprovedena nad slikama iz vidljivog i infracrvenog (nevidljivog) dela elektromagnetnog spektra. Od analiziranih formata kao najefikasniji (najmanje zahteva za memorijskim resursima) pokazao se JPEG 2000 format zapisa. Imajući u vidu da je ovaj format složen za implementaciju i da nije podržan kao neki drugi formati, alternativu predstavlja PNG format. PNG format je po pitanju efikasnosti na drugom mestu od analiziranih formata, ali je široko podržan od strane različitih operativnih sistema i od strane internet pretraživača. Na trećem mestu po efikasnosti nalazi se JPEG format. Redosled formata zapisa po efikasnosti ne zavisi od toga da li slike dolaze iz vidljivog ili nevidljivog dela elektromagnetnog spektra. Takođe, redosled formata zapisa po efikasnosti ne zavisi od toga da li se kompresija sprovodi nad monohromatskim slikama ili slikama u boji.

Stepen kompresije bez gubitaka koji je ostvaren sa JPEG 2000 algoritmom nije visok – kreće se između 1.39 i 4.35. Zbog toga će predmet daljih istraživanja biti kompresija sa gubicima i njen uticaj na subjektivni utisak kvaliteta.

ZAHVALNICA

Ovo istraživanje je deo projekta VA-TT/3/19-22, podržanog od strane Ministarstva odbrane Republike Srbije.

LITERATURA

[1] Bovik, A.C., *Automatic prediction of perceptual image and video quality*, Proceedings of the IEEE, Vol. 101, No. 9, pp. 2008-2024, 2013.

[2] Bondžulić, B., *Procena kvaliteta slike i videa kroz očuvanje informacija o gradijentu*, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2016.

[3] Bovik, A.C., *Perceptual video processing: Seeing the future [Point of view]*, Proceedings of the IEEE, Vol. 98, No. 11, pp. 1799-1803, 2010.

[4] Mikluc, D., Stojanović, N., Bondžulić, B., Petrović, V., *Uticaj višestrukih distorzija na objektivnu procenu kvaliteta slike*, XXV konferencija YUINFO 2019, Zbornik radova, str. 395-400, Kopaonik, Srbija, 10.-13.03.2019.

[5] Gonzales, R.C., Woods, R.E., *Digital image processing*, 4th edition, Pearson Prentice Hall, NY, 2018.

[6] Zaric, A., Tatalovic, N., Brajkovic, N., Hlevnjak, H., Lončarić, M., Dumić, E., Grgic, S., *VCL@FER image quality assessment database*, Automatica, Vol. 53, No. 4, pp. 344–354, 2012.

[7] Sheikh, H.R., Wang, Z., Cormack, L., Bovik, A.C., *LIVE image quality assessment database release 2*, [Online] Cited 2010-11-17, Available at: http://live.ece.utexas.edu/research/Quality/subjective.htm

[8] Larson, E.C., Chandler, D.M., *The CSIQ image database*, [Online] Cited 2015-11-17, Available at: http://vision.okstate.edu/?loc=csiq

[9] Merrouche, S., Bondžulić, B., Andrić, M., Bujaković, D., *Description and analysis of infrared image database – subjective and objective image quality assessment*, 8th International Scientific Conference on Defensive Technologies, Belgrade, Serbia, 11-12 October 2018, Proc. of papers, pp. 307-313

(a) VCL_FER – najveći stepen kompresije (CR=4.35)

(b) VCL_FER – najmanji stepen kompresije (CR=1.39)

(c) LIVE – najveći stepen kompresije (CR=2.94)

(d) LIVE – najmanji stepen kompresije (CR=1.72)

(e) CSIQ – najveći stepen kompresije (CR=3.23)

(f) CSIQ – najmanji stepen kompresije (CR=1.61)

(g) VA – najveći stepen kompresije (CR=3.57)

(h) VA – najmanji stepen kompresije (CR=2.13)

Slika 14. Slike iz korišćenih baza sa najvećim i najmanjim stepenom kompresije u JPEG 2000 formatu

АПЛИКАЦИЈА ЗА УПРАВЉАЊЕ И ПРИКАЗ У ДИДАКТИЧКОМ РАДАРУ- АКВИЗИЦИЈА СИГНАЛА

DIDACTIC RADAR CONTROL AND DISPLAY APPLICATION - SIGNAL ACQUISITION

Марко Манојловић, Слободан Симић
Војна Академија, Универзитет Одбране

Садржај *– У овом раду ће бити приказан начин аквизиције сигнала добијеног од блока за обраду сигнала и припремање података за обраду, као подсистем целокупне апликације за управљање и приказ у дидактичком радару. Један од захтева је да апликација буде прилагодљива за широку класу радарских система. Сви подаци добијени и представљени у овом раду су реални, а као референтни радарски систем коришћен је пешадијски радар.*

Abstract *-This paper will show how to acquire the antenna signal and prepare the data for processing, as a subsystem of the entire control and display application in didactic radar. The goal of the application is to be fully programmable for any purpose of the radar system. All data obtained and presented in this paper are realistic, and infantry radar was used as the reference radar system.*

1. УВОД

Савремени радарски системи углавном нису доступни високошколским установама чији наставни програм садржи предмете из области радарске технике,постоји потреба за наставним средством које ће омогућити функционалност наставе и реално демонстрирати сигнале и процесе у ланцу обраде сигнала у радару. Сходно наведеном проблему, реализован је лабораторијски модел дидактичког радара, који поседује савремена програмабилне инструменте, хардверске платформе за припрему и аквизицију и персонални рачунар. Целокупна конфигурација примопредајног система дидактичког радара као и хардверска решења презентована су у радовима [1–4], док је софтверска реализација прилагођена персоналном рачунару. Почетком 21. века персонални рачунари доживели су експанзију и пружају могућност вишеструке обраде података у реалном времену. Оперативни систем Windows компаније Microsoft, најзаступљенији је оперативни систем персоналних рачунара, што је био један од разлога за креирање ове апликације у .NET Framework технологији. У софтверском домену, обрада података у реалном времену, обезбеђује могућност вишеструке обраде над подацима у позадини, док се крајњем кориснику пласирају обрађени подаци на корисничком интерфејсу апликације. Ова апликација има за циљ да обезбеди интерфејс радара ка оператеру и поседује три главне целине: управљање, обраду и приказ података.

2. ЗАДАЦИ ОБРАДЕ РАДАРСКОГ СИГНАЛА

У овом делу рада ће бити детаљно објашњене најсложеније функције софтвера- обрада. Она се реализује кроз следеће задатке:пријем UDP датаграма од примопредајника радара, раздвајање садржаја датаграма на податке који потичу од примопредајника (комплексни радарски сигнал) и податке који пристижу са обртне платформе (тренутна позиција платформе по азимуту и по месном углу), обрада комплексног радарског сигнала што као излазни резултат даје амплитуде обрађеног сигнала у свим резолуционим ћелијама по даљини и по свим Доплеровим фреквенцијама у области једнозначног мерења даљине и радијалне брзине, детектује амплитуде које су премашиле праг пријема. Поред редних бројева резолуционих ћелија њима се придружују позиције платформе у тренуцима одлуке и издваја информацију о радарском циљу из више детекција.

2.1 ОПИС ЗАДАТКА ИЗ ДОМЕНА АКВИЗИЦИЈЕ И ПРИПРЕМЕ СИГНАЛА ЗА ОБРАДУ

Рачунар прима UDP датаграм од примопредајника. Са становишта рада у реалном времену дела апликације за аквизицију (пријем) података, најважнији је битски проток. С обзиром да се подаци примају у виду пакета – датаграма, практичније је мерити пакетски проток података изражен бројем датаграма у секунди. Он се добија тако што се битски проток подели с 8, да се добије бајтски проток, а онда још с дужином пакета у бајтима. Сходно томе пакетски проток се израчунава на следећи начин:

$$N_{Dgram} = \frac{N_b * F_S * 2}{N_p * 8} \quad (1)$$

Пакетски проток директно зависи од фреквенције одабирања Fs која је и уједно број одбирака у секунди радарског сигнала. Након тога потребно је помножити број одбирака са 2, јер постоје две компоненте, реална и имагинарна, и на крају потребно је помножити са Nb, бројем битова квантизације, да би се добио битски проток изражен бројем битова у секунди. Датаграм складишти податке у облику бајтова па је нужно поделити добијену вредност са 8, такође је потребно поделити и са дужином пакета Np како би смо добили пакетски проток изражен бројем датаграма у секунди. У овом радару је захтевано да резолуциона ћелија буде 45m, што захтева да ширина спектра сигнала буде B=3,33 MHz ($dR = c/2B$) из чега даље следи да је Fs=3,33 MHz. Рачунар не прима овако примљен дигитализовани сигнал већ се пропушта кроз компресор радарског импулса, који је реализован на FPGA. На излазу овог компресора радарског импулса је 16-битни сигнал па је Nb=16.

Дужина UDP датаграма може да буде произвољна од 0 до 1500 бајта. Заглавље пакета је око 60-бајта, што имплицира да ће са слањем краћих пакета ефикасност преноса (однос корисних података за слање и укупне дужине пакета) бити мања. Међутим, са повећањем дужине пакета, повећавамо и могућност грешке у преносу, зато је ограничење на 1500 усвојено стандардом. Произвољан је избор од Np=1024, ради лакше даље конверзије. Заменом ових вредности у изразу (1) долазимо до цифре од 13020 датаграма у секунди, што даје резултујући проток од 108.33 Mbit/s и захтева да рачунар и примопредајник буду у истој LAN мрежиса гигабитским протоком. У основној варијанти примопредајник и рачунар спојени су каблом директно (Ethernet 1000BASE-T мрежа), па се овај захтев остварује подешавањем MAC и IP адресе рачунара, јер се примопредајник реализује с фиксном MAC и IP адресом. Меморија је организована по принципу двоструког „пинг-понг“ бафера. Апликација смешта у меморију првих 2048 датаграма (пуни први бафер) што траје 2048×76.8μs=157.3ms. Кад се први бафер напуни, без прекида пријема, почиње пуњење другог бафера. Паралелно с пуњењем другог бафера тече обрада сигнала из првог бафера и приказ резултата, који се завршавају пре него што се други бафер напуни. Након тога, процес се циклично понавља.

Примљених 1040 бајтова је фиксирано, првих 16 бајта служе за податке с платформе и дају информацију о угловној позицији док других 1024 бајта представљају информацију за време једног период радарског сигнала. Прима се N_{FFT} број датаграма. N_{FFT} представља број тачака у којима се рачуна FFT, који нема смисла да буде већи од броја импулса у радарском пакету импулса који зависи од фреквенције понављања импулса, ширине снопа радарске антене и брзине скенирања. У радарима у служби Ваздушног осматрања и јављања тај број је реда неколико десетина импулса. У радарима за осматрање земљишта скенирање може бити знатно спорије јер су циљеви релативно спори, па тај број може ићи и до више хиљада импулса. У овом раду коришћени су тест подаци оваквог радара па је Nfft=2048.

Друга подматрица (димензија $1024\times N_{FFT}$) садржи бајтове који представљају радарски сигнал, тј. одбирке сигнала након компресора радарских импулса оствареног на FPGA Ова матрица се форматира – трансформише у матрицу димензија $N_{RB}\times N_{FFT}$ при чему је N_{RB} број резолуционих ћелија по даљини.

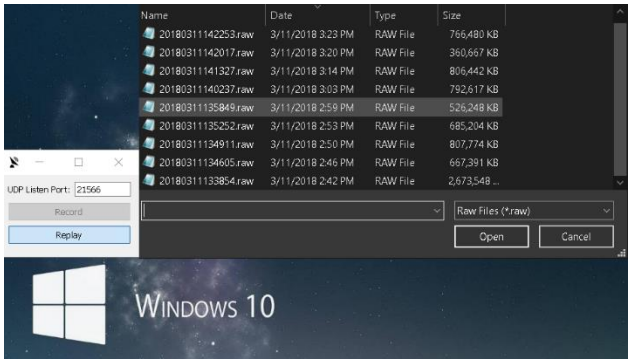
3. СОФТВЕРСКА РЕАЛИЗАЦИЈА

Сама софтверска реализација базира се на .Net Framework технологији коришћењем C# програмског језика. Ово је објектно орјентисан програмски језик, првенствено заснован на класама, и као такав дозвољава креирање објеката ентитета неопходних за карактеризацију и опис сваког подсистема који су од великог значаја за рад целокупне апликације. Пружа нам могућност креирања униформног модела објеката, а касније и обраду изузетака, што је од кључног значаја, јер се сам процес детекције обавља по случајним законима.

3.1 ПРИПРЕМА ПОДАТАКА ЗА РАЗВИЈАЊЕ АПЛИКАЦИЈЕ

Радарски примопредајник конфигурисан је FPGA-програмабилном плочом. Врста комуникације је Full-Duplex,што значи да сама плоча у исто време слуша конфигурисани порт и шаље преко њега податке на сваких 76.8 μs организоване у облику UDP датаграма величине 1040 бајтова. Персонални рачунар прима податке преко мреже Ethernet 1000BASE-T(LAN-комуникација), спрега која омогућава комуникацију радарског примопредајника и рачунара.

У складу са захтевима, први корак јесте снимити реалне податке примљене са блока обраде сигнала у радарском пријемнику наком компресије импулса у реалном времену, ради лакшег развоја апликације и понављања резултата. Сходно оваквом проблему развијена је апликација која може да снима информације које доспевају на LAN персоналног рачунара и складишти их на хард-диск-у истог.



Илустрација 1 Апликација за снимање и репродукцију података са LAN-а

3.2 ПРИЈЕМ И АКВИЗИЦИЈА ПОДАТАКА

Развојно окружење у коме се развија апликација је Visual Studio 2019 Enterprise, које нуди повољне могућности за креиранје и развој софтвера. Да би се остварила LAN конекција потребно је пре свега да се укључи у пројекат библиотека System.Net.Sockets, која нам омогућава инстанцирање класе Socket.

Socket програмирање је начин конекције 2 чвора на мрежи ради међусобне комуникације. То је клијент-сервер комуникација, где се клијент конектује и шаље захтеве серверу и сервер их приказује коришћењем socket конекције. Један чвор слуша одређени порт IP-адресе, док други чвор допире до првог да би оформили конекцију. Сервер креира socket који има задатак да ослушкује док клијент не допре до сервера.User Datagram Protocol (UDP) је један од

основних чланова класе интернет протокола. Апликације могу да шаљу поруке, у овом случају датаграме, серверима преко Internet Protocol (IP) мреже. UDP користи једноставни модел комуникације, са најмањим механизмима протокла. UDP пружа интегритет података и бројеве портова за адресирање различитих функција на извору и одредишту датаграма. Не постоји гаранција да ће подаци бити испоручени, односнопоново послати. Овај протокол је погодан за сврхе у којима провера и исправљање грешака нису неопходни. Временски осетљиве апликације, као што је ова, често користе UDP, јер је одбацивање пакета пожељније од чекања пакета одложеног због поновног слања, што није опција у овом систему обраде у реалном времену.

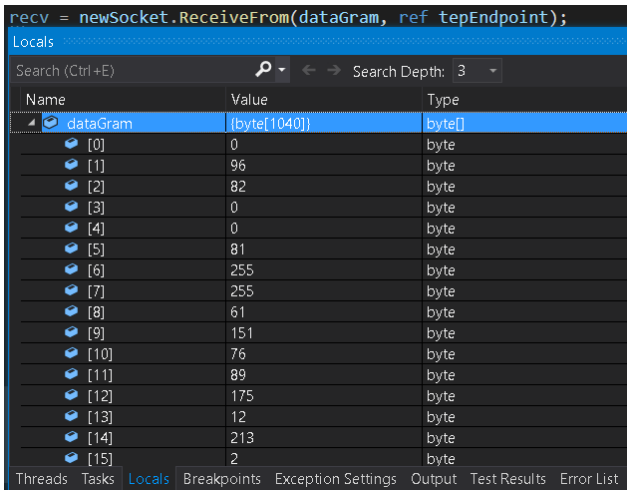
```
IPEndPoint endPoint = new IPEndPoint(IPAddress.Any, 21566);
Socket newSocket = new Socket(AddressFamily.InterNetwork,
                              SocketType.Dgram,
                              ProtocolType.Udp);
newSocket.Bind(endPoint);
EndPoint tepEndpoint = (EndPoint)endPoint;
```

Илустрација 2Креирање конекције

Ради остваривања конекција прво је потребно инстанцирати објекат класе IPEndPoint. Улазни параметри конструктора ове класе су IP-адреса и циљани порт. IP-адреса је постављена на било коју, јер се сам UDP не везује за IP-адресу са персоналног рачунара, док је веома битно ускладити жељени порт са портом на који се подаци, из апликације за репродукцију, шаљу. Након тога, потребно је инстанцирати објекат класе Socket. Улазни параметри конструктора ове класе описују каква је конекција у питању. Описивање конекције извршава се енумерационим класама **AddressFamily**, **SocketType**и **ProtocolType**.AddressFamily.**InerNetwork**карактерише socket као локални, SocketType.**Dgram** карактерише тип socket-а, односно у којем ће облику подаци пристићи и ProtocolType.**Udp** карактерише протокол socket-а. По завршетку иницијализације објекта класе Socket, потребно је повезати са крајњом тачком, односном порт-ом[5-9].

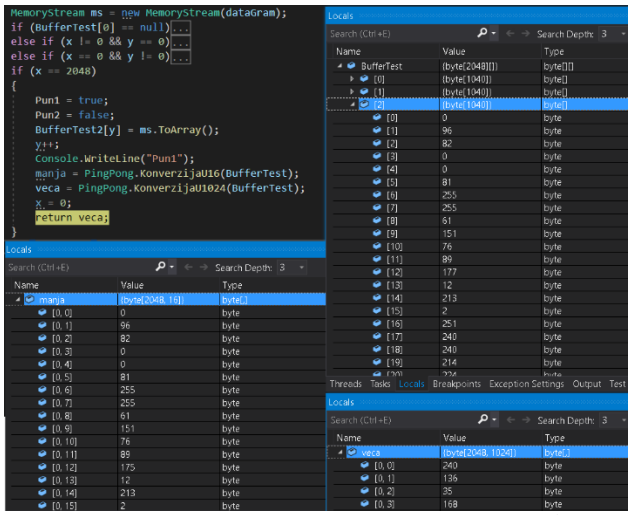
У даљем току програма, потребно је позвати методу која ослушкује и прима податке кроз дефинисани порт. Овај процес се дешава непрекидно. Подаци се након пријема смештају у бафер и одатле иду на даље процесуирање.

Као што се може видети на илустрацији бр. 3, инстанцирани socket позива методу за пријем и ослушкује задати порт. Апликација неће наставити свој даљи ток док не пристигну подаци на задати порт. Када подаци пристигну, смештају се у бафер, раније дефинисане величине, и може се видети да подаци стижу у бајтовима, док су вредности представљене у хексадецималном броју.



Илустрација 3Приказ пристиглог датаграма

Да би се постигла непрекидност у пријему и временски ускладила обрада података, потребно је организовати меморију. „Пинг-Понг“ бафер је метода која решава овај проблем (у даљем тексту ће бити означен као „ПП“ бафер). За реализацију оваквог бафера потребна су два низа истих димензија. Међутим, проблем настаје када је потребно уписивати податке у бафер. Велика количина времена се троши на појединачно пролажење кроз бафер у који је смештен датаграм и ПП бафер. Да би се решио овај проблем ПП бафер ће бити организован у облику Jagged Arrays. Jagged Arrays је низ чији елементи су низови. Сада уместо да се приступамо меморијској локацији свакогелементадатаграма, цео датаграм се смешта у ПП бафер као низ.



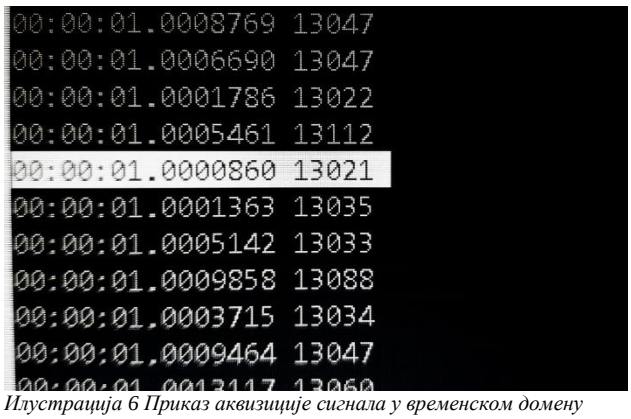
Илустрација 4Начин организације „Пинг-Понг" бафера и конверзија података

На илустрацији број 4 може се видети величина једног од ПП бафера, са ускладиштеним подацима. Сада приступамо конверзији бафера у тражени формат матрица за прослеђивање података даљој обради. Конверзија се врши помоћу метода, кориснички дефинисане статичке класе, које као улазни параметар имају један од ПП бафера, а као излаз жељени формат низа, такође приказано на илустрацији број 4.

0	Контролни 2	Радар
1	Контролни 1	
2	CKS	Плaрформа, смер,брзина
3	Брзина елевације	
4	Брзина азимута	
5	Смер	
6		Резерва
7		
8	CKS	Позиција
9	Lb	
10	Hb	
11	Az/El	
12	Lb	Редни број пакета
13		
14		
15	Hb	

Илустрација 5Значење 16 бајтова везаних за комуникацију са платформом

Значење сваког појединачног бајта у мањој матрици намењеној за комуникацију са платформом зависи од радара. Неће то увек бити 16 бајтова. У дидактичком радару који је био на располагању значење тих 16 бајтова представљено је илустрацијом број 5. Друга матрица представља податке које треба даље обрадити, ради екстракције потенцијалних циљева.



Илустрација 6 Приказ аквизиције сигнала у временском домену

На илустрацији број 6 може се видети излазни производ тест апликације намењене за тестирање колико се датаграма прими кроз жељени порт у трајању од једне секунде. Објашњење за овакав приказ крије се у такту процесора који у позадини обавља велики број аритметичко-логичких операција, у веома кратком временском периоду, сходно томе за приказ му је потребно такође одређен временски период због којег се јавља минимална раздешеност.

4. ЗАКЉУЧАК

Апликација за тестирање, покренута је више пута узастопно, под истим околностима, које нам је омогућила апликација која репродукује снимљене податке са радарског пријемника. Вредности које се добију су приближно исте као на илустрацији број 6, што доводи до закључка да је омогућен проток од 108.33 Mbit/s. Апликација за управљање и приказ у дидактичком радару је још увек у фази развоја. Овде су приказани резултати досадашњег истраживања, док у наредном периоду очекује се даљи развој и тестирање на новом терену.

LITERATURA

[1] Симић С, Зејак А. „Платформа за дигиталну синтезу и обраду радарских сигнала заснована на DSS и FPGA технологији“ , Зборник радова, 54. конференција, ЕТРАН, Доњи Милановац, 2010.

[2] Симић С., Голубић З., Зејак А. „Design of high resolution, coded, portable battlefield surveillance radar PR-15“,ОТЕН, стр. 530-534, Београд, 2011.

[3] Golubičić Z., Simić S., Zejak A.J.: Design and FPGA implementation of digital pulse compression for band-pass radar signals, Journal of Electrical Engineering, Vol. 64, No. 3, 2013, pp. 191–195.

[4] Симић С., Андрић М.,Лекић Н., Зрнић Б., „Лабораторијски модел дидактичког радара” ЕРТАН, Златибор,2013.

[5] Andrew Troelsen: Pro C# 5.0 and the .NET 4.5 Framework, Apress, 2012.

[6] Ian Griffiths: Programming C# 5.0, O'Reilly Media, 2012.

[7] Matthew MacDonald: Pro WPF 4.5 in C#, Apress, 2012.

[8] Bruce Johnson: Professional Visual Studio 2013, Wrox, 2014.

[9] MVVM Survival Guide for Enterprise Architectures in Silverlight and WPF, Vice, Ryan, Siddiqi, Muhammad Shujaat, Packt Publishing, 2012.

3D PRIKAZIVANJE POLOŽAJA VOZILA POMOĆU 9DOF SENZORA I ARDUINA

3D VIEW OF POSITION OF THE VEHICLE USING 9DOF SENSOR AND ARDUINO

Vladimir Vasiljčin
Vojna akademija, Univerzitet odbrane

Sadržaj *– U ovom radu je prikazana mogućnost 3D prikazivanja položaja vozila na kom se nalazi 9DOF senzor. Detaljno je objašnjen postupak realizacije u okviru programa LabVIEW, kao i način povezivanja. Pored samog 3D prikaza mogu se videti i vrednosti uglova pod kojim se vozilo nalazi u odnosu na ose. Takođe se prikupljeni podaci sa senzora mogu dodatno obrađivati i koristiti za upravljanje vozilom.*

Abstract *- This research presents the possibility of 3D displaying the position of a vehicle with a 9DOF sensor. The LabVIEW implementation process is explained in detail as well as the connection method. In addition to the 3D view itself, you can also see the angles at which the vehicle is positioned relative to the axles. Also, the data collected from the sensors can be further processed and used to operate the vehicle.*

1. UVOD

Pronalazak MEMS senzora bio je jedan od najvećih koraka u oblasti automatskog upravljanja i robotike. Sama mogućnost da se elektromehanički senzori svedu na što manje dimenzije donela je rešenje za maksimalno iskorišćenje prostora na nekom sistemu, kao što je daljinko-upravljano vozilo. Takođe to je znatno smanjilo i cenu i potrošnju energije. Još jedna velika prednost ove vrste senzora je što mogu da mere i veoma male promene koje obični senzori nisu u mogućnosti, tako da su veoma precizni i osetljivi.

Jedna vrsta ovih senzora je i 9DOF modul koji u svom mikročipu sadrži tri senzora i to 3-osni žiroskop, 3-osni akcelerometar i 3-osni magnetometar, što nam zapravo daje 9 stepena slobode.

Akcelerometar je elektromehanička komponenta koja meri sile ubrzanja. Ove sile mogu biti statičke, kao što je konstantna sila gravitacije ili dinamičke, izazvane vibracijama ili pomeranjem objekta na kom se akcelerometar nalazi. Unutar akcelerometa se nalaze mikro-strukture koje se savijaju usled momenta i gravitacije. Kada dođe do ubrzanja objekta na koji je akcelerometar postavljen, mikro-strukture se savijaju proporcionalno ubrzanju koje je prouzrokovalo savijanje.
Savijanje mikro-struktura se može detektovati elektronskim putem, te na taj način dobijamo informaciju o ubrzanju tela.[1]

2. OPIS HARDVERA

Za realizaciju ovog projekta korišćeni su:

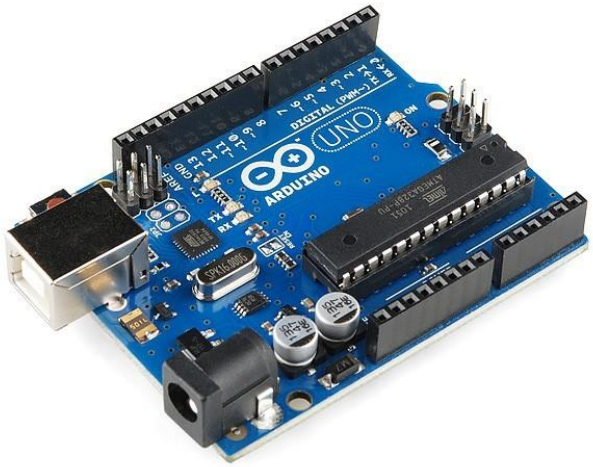
- 9 DOF click modul firme Mikroelektronika
- Arduino Uno R3
- Arduino Uno Click šild

9DOF click modul u svom sklopu sadrži ST LSM9DS1 mikročip u kome se nalaze senzori. Na svom izlazu daje 16-bitni digitalni signal. Sa interfejsom komunicira preko mikroBUS I2C komunikacije. Sama ploča se napaja naponom od 3,3 V.

Slika 1. 9DOF click modul

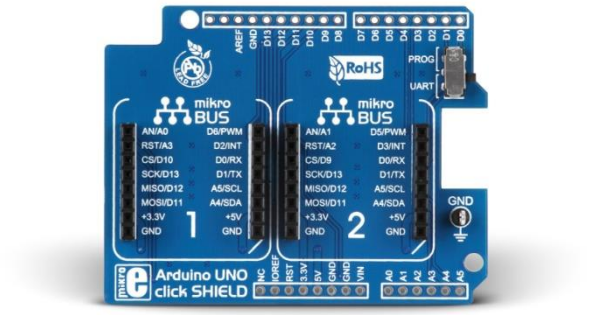
Arduino predstavlja open source platformu za kreiranje projekata iz oblasti elektronike. Arduino razvojna platforma se sastoji iz dva dela. Jedan deo je hardverski, koji se odnosi na Arduino razvojnu ploču na kojoj se nalazi mikrokontroler i prateće hardverske komponente, dok drugi deo predstavlja softver ili IDE (Integrated Development Environment), koji služi za pisanje programskog koda, prevođenje koda na mašinski jezik (kompajliranje) i spuštanje koda na hardversku platformu.

Arduino UNO R3 na sebi ima 14 digitalnih input/output pinova od kojih 6 mogu raditi kao PWM izlazi, 6 analognih ulaza,izlazne pinove sa naponima od 5V i 3,3V, kvarc kristal oscilator frekvencije 16MHz, USB konektor, konektor za napajanje, ICSP heder kao i dugme za reset. Maksimalna struja na izlaznim pinovima je 20mA, dok je na pinovima sa naponima od 5V i 3,3 V 50 mA. Koristi Atmelov ATmega328P mikrokontroler, a od memorije ima fleš memoriju od 32KB, 2 KB SRAM i 1 KB EEPROM memorije. Sama ploča zahteva napon od 5-20V, dok je optimalan 7V, a samo napajanje se vrši pomoću USB kabla ili preko spoljnog naponkog izvora.



Slika 2. Arduino UNO R3 ploča

Arduino Uno click šild je proširenje za Arduino Uno koje nudi mogućnost povezivanja click modula na ploču. On znatno smanjuje upotrebu kablova i veoma se lako spaja. To je jednostavan šild koji na sebi sadrži dva mikroBUS ležišta koja omogućavaju povezivanje više od 750 različitih tipova modula, kao što su GSM, GPS, WiFi, ZigBee, Blurtooth i drugi.



Slika 3. Arduino Uno šild

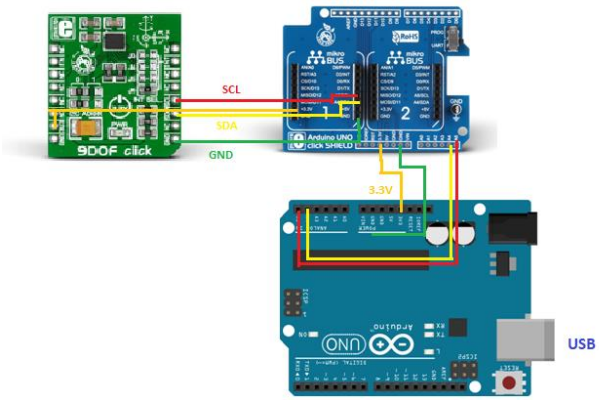
3. POVEZIVANJE HARDVERA

9 DOF click modul se povezuje sa Arduinom UNO R3 preko Arduino Uno Click šild I2C komunikacijom, dok se povezivanje Arudina sa računarom vrši preko USB komunikacije.

I²C ("Inter-Integrated Circuit"), omogućuje dobru podršku za komunikaciju sa različitim sporijim periferijskim jedinicama u sistemima gde se potreba za njihovom upotrebom javlja povremeno. Razvila ga je evropska firma **Philips** a zatim su ga i drugi proizvođači integrisanih kola podržali, a danas se vrlo često sreće naručito kod mikrokontrolerskih sistema.
Glavne osobine ovog standarda su sledeće:

1. Za komunikacija su potrebne dve linije
2. Brzina prenosa do 100 kbita/s i više
3. Mogućnost adresiranja do 128 uređaja u sistemu
4. Relativno prosta podrška u programiranju "Master" uređaja
5. Vreme predaje je vremenski nezavisno

Fizički **I²C** sadrži samo dve linije signala i to: **SLC**(Serial Clock) koja se koristi za prenos taktnog signala i liniju **SDA** (Serial DAta) za prenos podataka. Za upravljanje ovim linijama najčešće se koriste kola sa otvorenim kolektorom pa se ove linije napaju sa naponom od +5V preko otpornika reda od 1 - 10 kW, zavisno od dužine linije i brzine prenosa. U standardnom režimu rada dužina ovih linija je do 2 m uz brzine prenosa do 100 kbita.[2]

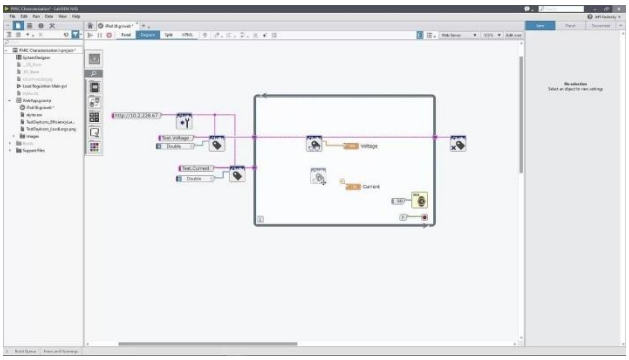


Slika 4. Povezivanje hardvera

4. OPIS SOFTVERA

Za realizacija programa koristi se programski paket Labview koji se sa Arduinom povezuje pomoću MakerHub paketa koji u sebi sadrži potrebne drajvere za povezivanje.

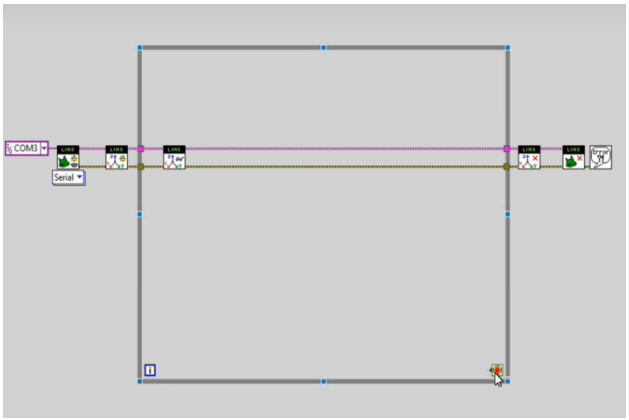
Labview (laboratory virtual instrument engineering workbench) je grafički orijentisan programski jezik koji koristi ikonice umesto teksa za kreiranje aplikacija. Umesto pisanih instrukcija, koristi se tok podataka (data-flow) dijagram za pisanje koda. Sastoji se iz front panela u kome se projektuje korisnički interfejs i block dijagrama u kome se programira kod. Korisnički interfejs se pravi koristeći već gotov set kontrola, indikatora i objekata (prekidači, grafici, digitalne kontrole). Kada se isprojekuje interfejs, tada se u block diagram prozoru ,,piše kod“ odnosno logički se povezuju kontrole i uslovi izvršavanja programa. U blok dijagramu se koristi tok podataka (data flow), a ne sekvencijalne instrukcije kao u tekstualnim programskim jezicima i upravo on određuje redosled izvršavanja delova programa.[3]



Slika 5. Prikaz primera blok šeme u Labview-u

5. REALIZACIJA PROGRAMA

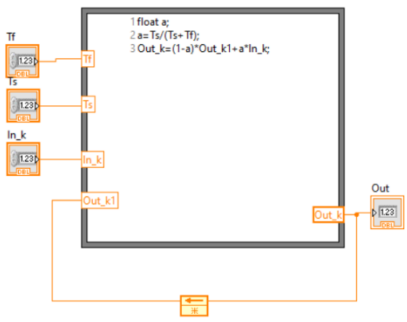
Prvi korak u realizaciji samog programa je pravljenje input/output bloka za prijem podataka sa modula. Oni se nalaza u paketu MakerHub. Potom se podešavaju port koji se koristi, registar i kanal. Sledeći korak je pravljenje Loop bloka u kom se nalazi blok za prijem podataka sa Žiroskopa i Akcelerometra koji se dalje šalju na blok za prikaz brojčanih vrednosti pozicije objekta koji se ispituje. Podaci sa akcelerometra se dalje šalju na Lowpass filter koji ima funkciju da smanji uticaj šumova na podatke koji se obrađuju sa senzora.



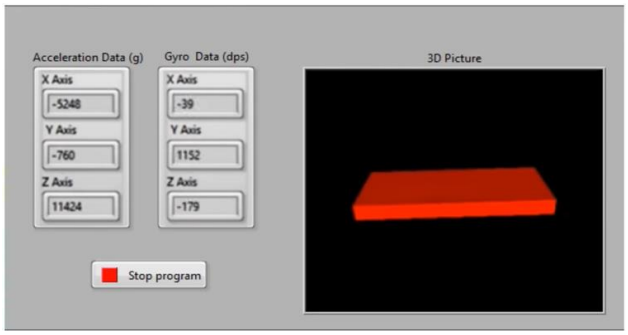
Slika 6. Pravljenje input/output i loop bloka

Potom se pravi objekat koji na kom se meri pozicija, i radi lakšeg prikaza je predstavljen kao kvadar. Dalje se signal šalje na blok za prikaz pozicije objekta.

U delu programa koji obuhvata korisnički interfejs pravi se željeni prikaz u kom se nalazi deo za prikaz vrednosti koje dobijamo od akcelerometra i žiroskopa i sam 3D prikaz objekta čiju poziciju predstavljamo.



Slika 7. Prikaz realizacije Lowpass filtra



Slika 8. Prikaz korisničkog interfejsa

6. ZAKLJUČAK

Prilikom pravljenja rada prikazana je hardverska i softverska realizacija 3D prikaza objekta upotrebom MEMS senzora i razvojne platforme Arduino Uno pomoću paketa Labview. Dobijeni podaci sa senzora mogu se dalje iskoristiti za upravljanje samim objektom tj. vozilom, a prikaz se koristi radi lakšeg orjentisanja u kojoj se poziciji vozilo nalazi.

7. LITERATURA

[1]https://www.automatika.rs/baza-znanja/senzori/akcelerometri.html Pristupano dana: 14.02.2020.
[2]http://milan.milanovic.org/skola/parport/i2cbuss-01.htm Pristupano dana: 15.02.2020.
[3]https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_8554/objava_30673/fajlovi/Virtuelna%20instrumentacija%20LabVIEW%20I%20dio.pdf Pristupano dana: 15.02.2020.

SOFTVERSKO PREPOZNAVANJE POKRETA KOD PACIJENATA SA OŠTEĆENIM MOTORNIM OBRASCIMA

SOFTWARE MOTION RECOGNITION FOR PATIENTS WITH MOTOR IMPAIRMENTS

Tamara Šekularac[1], Marko Mićović[1], Filip Hadžić[1], Dražen Drašković[1], Boško Nikolić[1]
Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu[1]

Sadržaj – *U ovom radu ispituje se mogućnost snimanja pokreta osoba sa oštećenim motornim sposobnostima, analize i vizuelne prezentacije njihovih realnih pokreta i poređenja sa pokretima zdrave osobe. Cilj istraživanja je pokušaj uspostavljanja metodologije između motornih pokreta pacijenta, njegovih realnih motornih mogućnosti i poređenja sa pokretima zdrave osobe. Osnovni metod u radu je opservacija motornih pokreta obolele osobe, analiza i vrednovanje njenih motornih mogućnosti i sposobnosti izvođenja određenog pokreta kao rezultata vežbanja i ponavljanja istih. Softverskim programom vrši se analiza samih pokreta i daju rezultati o uspešnosti njihovog izvođenja upoređivanjem s pokretima zdrave osobe.*

Abstract - *This paper aims to explore the possibility of capturing the movements of a motion-impaired patient using a motion sensor. Captured movements are analyzed and compared to the movements of a healthy individual, stored and visualized to both the patient and the doctor. The goal is to establish a methodology for connecting the motor movements of a patient performing a specific set of exercises, their real motor movements and the movements of a healthy individual. This is accomplished by scoring the patient's attempts at performing and repeating a selected group of exercises. A software program performs the movement analysis and provides results about its successfulness based on the established scoring and comparison to a healthy person.*

1. UVOD

Cilj ovog istraživanja bila je realizacija softverskog sistema koji je namenjen osobama sa određenim neurološkim nedostacima u pogledu obavljanja motornih funkcija, kao posledica složenih neuroloških oboljenja (multipla skleroza i cerebralna paraliza). Realizovani softver treba da služi za analizu dobijenih rezultata poput izvođenja određenih mehaničkih pokreta, kao i davanje preciznog dijagnostikovanja kliničke slike sa poboljšanjem, stagnacijom ili pogoršanjem zdravstvenog stanja obolele osobe.

Softverski sistem je namenjen osobama različitog uzrasta, od dece do pacijenata u poznom životnom dobu sa raznim neurološkim oštećenjima koja su dovela do poremećaja u motornim obrascima. Svi snimljeni podaci smeštaju se u bazu podataka i tako se formira datoteka pacijenata. Na ovaj način moguće je pratiti napredak u lečenju kao i eventualno pogoršanje kliničke slike pacijenta.

Softverski sistem namenjen je korišćenju prvenstveno u rehabilitaciji pacijenata, ali može se koristiti i u slučajevima ranog dijagnostikovanja poremećaja. Pisanje algoritama za analizu ključnih tačaka dobijenih snimanjem čovekove figure u kombinaciji sa postojećim matematičkim modelima, predstavljalo je glavni deo ovog istraživanja.

Realizovane su dve aplikacije u okviru ovog sistema: Unity aplikacija za prepoznavanje pokreta i veb aplikacija u kojoj su prikazani rezultati dobijeni analizom pokreta. U istraživanju je obuhvaćeno snimanje grubih motornih pokreta čoveka pomoću optičkog sistema Kinect. Svi rezultati izvođenja zadatih pokreta pacijenta, dobijeni su analizom pokreta i prikazuju se u veb aplikaciji.

Rezultat istraživanja predstavlja softver koji može pomoći u oporavku pacijenata u zdravstvenim ustanovama i rehabilitacionim centrima, kao i u uslovima kućnog lečenja i nege pacijenata kao vida rehabilitacije pod nadzorom lekara, putem kontinuiranog praćenja rezultata. Najveći doprinos ovog rada predstavlja analiza rezultata dobijenih snimanjem pokreta pacijenta i mogućnost praćenja njegovih motornih sposobnosti i precizan uvid u zdravstveno stanje pacijenta sa oštećenim motornim obrascem.

U drugom poglavlju rada dat je spisak zahteva za realizaciju sistema. Treće poglavlje sadrži opis rada sistema. Četvrto poglavlje prikazuje najbitnije detalje implementirane u okviru softverskog sistema. Na kraju rada dat je zaključak i pravci daljih istraživanja.

2. ZAHTEVI ZA REALIZACIJU SISTEMA

Uloga motornog sistema čoveka je da vremenski usklađuje, podešava i prenosi mišićima obrasce za izvođenje pokreta. Kod neuroloških poremećaja i oboljenja kao što je multipla skleroza, pristup lečenju pacijenta izvođenjem fizičkih vežbi zavisi isključivo od kliničke slike, koja nije u korelaciji sa rezultatima i snimcima koje je pokazala magnetna rezonanca. U terapiji pacijenta obolelog od ove bolesti vežbe su fokusirane na ravnotežu, stabilnost, jačanje mišića i smanjenje bola.

Poremećaji uzrokovani cerebralnom paralizom kod dece utiču na njihovu sposobnost kretanja, držanja tela i ravnoteže. Najvažniji oblik lečenja dece obolele od cerebralne paralize je fizičko vežbanje kojim se teži da telo deteta zauzme što prirodniji položaj kako bi moglo da se nesmetano kreće (koliko god je to moguće) u svakodnevnom životu. Veoma je važno da dete što ranije u

ustanovama za stacionarno lečenje obolele dece otpočne sa svakodnevnim fizičkim vežbama uz asistenciju fizioterapeuta, a zatim da nastavi u uslovima kućnog lečenja uz pomoć i u prisustvu roditelja. Vežbanje deteta praćeno pomoću uređaja uz softversko prepoznavanje i evidentiranje vrste i kvaliteta pokreta omogućiće lekarima lakše praćenje stanja deteta, eventualno rano dijagnostikovanje nekih fizičkih radnji koje dete počinje sa teškoćama da izvršava kao rezultat pogoršanja zdravstvenog stanja i smanjenja motoričkih sposobnosti. Pomoću softverskog praćenja pokreta koje izvršava dete, odnosno osoba sa oštećenim motornim obrascem lekar fizijatar ili fizioterapeut mogu i na daljinu da prate zdravstveno stanje obolele osobe [1].

Realizacija ideje za softversko prepoznavanje pokreta osoba sa oštećenim motornim obrascima moguća je pomoću savremenih tehnoloških dostignuća. Pomoću senzora za praćenje pokreta Kinect moguće je registrovanje i snimanje pokreta čovekovog tela infracrvenom kamerom za određivanje udaljenosti, RGB kamerom za boju i uz pomoć matematičkih modela za detektovanje čoveka iz dobijenih slika.

Fizičke vežbe kod pacijenata sa navedenim zdravstvenim problemima, multipla sklerozom kao i cerebralnom paralizom, moraju se izvoditi svakodnevno i to je razlog zašto se uvođenjem Kinect-a u ovaj proces doprinosi praćenju toka lečenja ali i ranom otkrivanju novih simptoma i promena u motorici pacijenta. Iz ovog razloga praćenje načina vežbanja pomoću Kinect-a omogućava precizno određivanje pokretljivosti gornjih ekstremiteta i daje realnu kliničku sliku o mogućnostima izvođenja određenih pokreta pacijenta [2].

Zahtevi za realizaciju sistema mogu se podeliti u dve grupe:

1. zahtevi koji se odnose na pacijenta:
   - snimanje ljudske figure,
   - detektovanje ključnih tačaka na ljudskoj figuri,
   - prepoznavanje određenih mehaničkih obrazaca iz prethodno dobijenih tačaka,
   - analiza detektovanih pokreta na osnovu dinamike, kontinuiteta pokreta, učestalosti i uspešnosti,
   - čuvanje rezultata dobijenih analizom u bazi podataka,
2. zahtevi koji se odnose na prikaz rezultata:
   - jasan tabelarni prikaz dobijenih rezultata sa mogućnošću izbora željenih parametara,
   - mogućnost poređenja rezultata po zadatim parametrima.

U rehabilitaciji postoji veći broj značajnih grupa pokreta. Većina posmatranih pokreta odnosi se na pomeranje ekstremiteta, ruku i nogu, i aktiviranje velike grupe mišića koja doprinosi pokretljivosti ljudskog tela. Aktiviranje ekstremiteta javlja se nakon neuroloških komandi koje dolaze iz mozga. U radu su izdvojene četiri grupe pokreta koje se odnose na gruba pomeranja ekstremiteta i to samo na promenu položaja, bez ispitivanja rotacije. Ove četiri grupe pokreta su prikazane u Tabeli 1.

Opis	Cilj	Glatkost	Tremor
ispružena desna ruka ispred sebe, a zatim pomeranje ispružene ruke u pravcu određene tačke (mete)	da li je meta pogođena	+	+
pomeranje desne ruke između dve mete u određenom vremenskom intervalu (60 sekundi)	broj ponavljanja pokreta	+	+
podignute i ispružene obe ruke bočno (čovek stoji u obliku slova T), zatim zadržavanje položaja laktova, a primicanje šaka i podlaktica jedne prema drugoj do međusobne udaljenosti jednog od drugog kažiprsta od 10cm do 15cm	uspešnost zaustavlja kažiprsta na zadatoj udaljenosti	+	+
članak desne noge postaviti ispred levog kolena i nastaviti njegovo spuštanje naniže do leve noge	uspešnost izvođenja pokreta	+	+

Tabela 1. Značajne grupe pokreta

3. OPIS RADA SISTEMA

U okviru ovog projekta realizovane su dve aplikacije: Unity aplikacija za prepoznavanje pokreta i Web aplikacija za prikaz rezultata.

3.1. Aplikacija za prepoznavanje pokreta

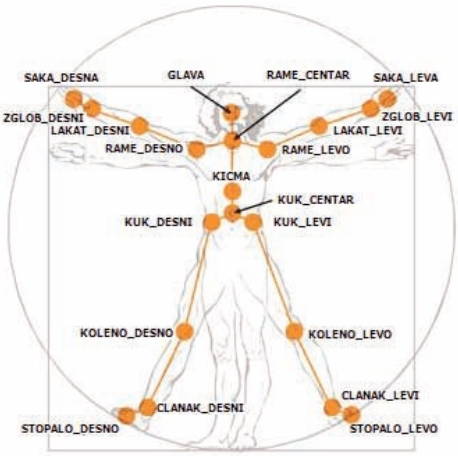
Snimanje ljudskih pokreta može se vršiti na različite načine. Najčešće se snimanje pokreta čoveka zasniva na snimanju grubih motornih pokreta, kao što su pomeranje ruku i nogu u sklopu izvođenja vežbi. Danas u svetu postoji veliki broj sistema koji omogućavaju snimanje pokreta čoveka i nazivaju se Human Motion Capture (HMC). U ovom radu koriste se optički sistemi bez markera. Osnovna karakteristika ovih sistema je da oni ne zahtevaju korišćenje dodatne opreme, koja se postavlja na telo pacijenta, u cilju registrovanju ljudskih pokreta.

Jedan od dostupnih HMC sistema bez markera je Kinect 2 XBox. On predstavlja senzorski uređaj koji se koristi za snimanje ljudskih pokreta i najčešće se primenjuje u industriji video igara. Nezavisno od tipa senzora koji se koristi za dobijanje podataka o položaju tela, neophodna je naknadna obrada vrednosti dobijenih podataka. Primena primitivnih senzora uslovljava složenu obradu dobijenih podataka [3].

U ovom radu korišćenjem optičkog sistema bez markera pokreti pacijenta registruju se senzorskim uređajem Kinect 2 XBox. Realizacija programa započinje snimanjem ljudske figure pomoću uređaja Kinect 2 Xbox koji prepoznaje figuru čoveka. Ovaj uređaj registruje čoveka na osnovu boje i udaljenosti i tako formira ključne tačke figure. Raspoznavanje ljudske figure i delova tela vrši se specijalnim algoritmima za obradu slike dobijene sa jedne ili više kamera.

Kinect 2 Xbox sadrži dve kamere različitog tipa i to RGB kameru za boju i infracrvenu kameru za određivanje rastojanja. Ove kamere, uz specijalne algoritme za obradu podataka, omogućavaju praćenje pokreta čoveka koji se nalazi u vidnom polju kamere.

Kinect for Windows software development kit (SDK) 2.0 je osnovni skup biblioteka za razvijanje aplikacije koja koristi Kinect. Okruženje za rad je omogućeno u Unity razvojnom okruženju. Prirodni korisnički interfejs (Natural User Interface Application Programming Interface - NUI API) je skup biblioteka koje sadrže algoritme za obradu podataka kao što su RGB slike, dubinske slike i detekcija položaja čoveka. NUI API se koristi za interakciju između Kinect-a i korisničke aplikacije. NUI API koristi tri toka podataka. Prva dva toka podataka dostavljaju se aplikaciji u vidu niza frejmova nepokretne slike i to su informacije o boji i dubini. Treći tok dostavlja informacije u vidu skupa tačaka koje predstavljaju zglobove čoveka. Iz ovih tačaka se dobija skelet detektovanog čoveka koji predstavlja trenutnu poziciju korisnika (Slika 1) [4].



Slika 1. Prikaz ključnih tačaka dobijenih Kinect-om

Prilikom pokretanja aplikacije unosi se ime korisnika – pacijenta. Na osnovu imena korisnika, dobijeni rezultati kasnijom analizom pokreta čuvaju se u bazi kako bi omogućili prikaz i dalje analize rezultata od strane lekara.

Sledeći korak je analiza dobijenih tačaka posmatranih u određenom vremenskom periodu. Pri analizi pokreta svi izvršeni i detektovani pokreti podeljeni su u četiri grupe pokreta koje se smatraju važnim za pacijenta sa oštećenim motornim pokretima.

Prva grupa pokreta predstavlja pokret koji se sastoji iz dve faze. U prvoj fazi izvođenja pokreta potrebno je da pacijent prvo ispruži desnu ruku, a u drugoj fazi pomera ispruženu desnu ruku i usmerava je ka određenoj tački - meti. Radi kontrole pravca ispružene ruke na ekranu se pojavljuje zrak koji prikazuje pravac i smer ispružene ruke. Putanja ruke u drugoj fazi izvođenja pokreta je predmet dalje analize. Položaj mete nije uvek na istom mestu već se meta pri svakom podešavanju pokreta pojavi na drugom mestu, ali u radijusu pokretljivosti ruke.

Druga grupa pokreta predstavlja pokretanje desne ruke pacijenta između dve mete u određenom vremenskom intervalu od 60 sekundi (Slika 2). Radi kontrole pravca desne ruke, na ekranu se pojavljuje zrak koji prikazuje pravac i smer ruke. Putanja desne ruke se prati tokom celog vremenskog intervala izvođenja pokreta u trajanju od 60 sekundi i ona je predmet dalje analize. Položaj meta nije uvek na istom mestu već se mete pri svakom podešavanju pokreta pojavljuju na drugom mestu ali u radijusu pokretljivosti ruke.

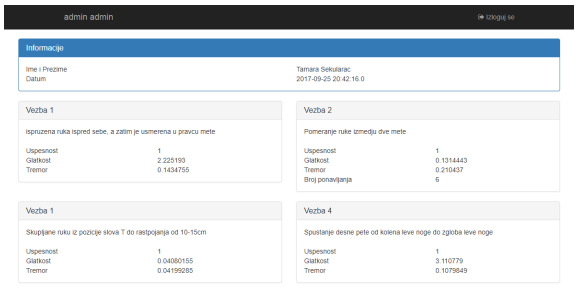
Slika 2. Prikaz ključnih tačaka dobijenih Kinect-om

Treća grupa pokreta predstavlja pokret koji se sastoji iz dve faze. U prvoj fazi izvođenja pokreta potrebno je da pacijent podigne i ispruži obe ruke bočno - čovek stoji u obliku slova T. U drugoj fazi zadržava položaj laktova, a primiče šake i podlaktica jednu prema drugoj do međusobne udaljenosti jednog od drugog kažiprsta od 10cm do 15cm. Putanja pomeranja ruku prati se tokom druge faze i ispituje se da li je pacijent uspeo uspešno da zaustavi ruke.

Četvrta grupa pokreta predstavlja pokret desne noge koji se sastoji iz dve faze. U prvoj fazi izvođenja pokreta potrebno je da pacijent članak desne noge postavi ispred levog kolena. U drugoj fazi izvođenja ovog pokreta potrebno je da pacijent nastavi spuštanje članka desne noge naniže do članka leve noge. Putanja pomeranja desne noge prati se tokom druge faze i ispituje se da li je pacijent uspeo uspešno da izvrši ceo pokret.

3.2. Veb aplikacija za prikaz rezultata

Rezultati dobijeni analizom pokreta prikazuju se u Web aplikaciji. Ovu aplikaciju karakteriše mogućnost jednostavnog korišćenja i pregledan prikaz rezultata. Logovanjem na sistem pristupa se svim dosadašnjim rezultatima (Slika 3).



Slika 3. Prikaz rezultata

4. REALIZACIJA SISTEMA

Za realizaciju sistema neophodan je senzorski uređaj koji se koristi za snimanje ljudskih pokreta Kinect i računar. Realizacija sistema sastoji se iz dva dela:

1. realizacija aplikacije za prepoznavanje pokreta koju čine:
   - registrovanje kontrolnih tačaka,
   - analiza dobijenih tačaka,
   - čuvanje rezultata analize u bazi podataka,
2. Web aplikacija realizovana kao JavaServer Faces (JSF) aplikacija koju čine:
   - čitanje podataka iz baze,
   - prikaz dobijenih podataka.

4.1. Detektovanje pokreta

Ključne tačke snimljene Kinect-om preslikavaju se na ključne tačke Avatara, bića u virtuelnom svetu. Da bi mogli da detektujemo određene položaje tela i pokrete, na početku programa neophodno je mapiranje tih objekata pomoću tagova. Nakon mapiranja, objektima je moguće dohvatiti globalnu i lokalnu pozicuju, rotacije i skaliranja. Svaka od faza programa ima svoju zasebnu implementaciju.

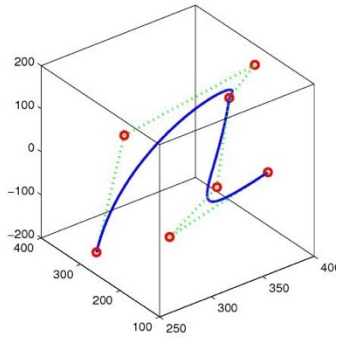
Pri detekciji pokreta potrebno je da se utvrdi vremenski interval u kome se izvršava pokret koji se dalje analizira. U zavisnosti od tipa pokreta moguće je započeti pamćenje tačaka odmah pri prelasku u određenu fazu izvršavanja programa (analiza pomeranja desne ruke između dve mete) ili tek nakon što deo tela dođe u određeni položaj. Pri utvrđivanju da li je ruka ispružena ispred tela ispituje se odnos koordinata ramena i šake, kao i da li se lakat nalazi na pravoj koja sadrži rame i šaku. Pri ovom detektovanju vođeno je računa i o nepreciznosti Kinect-a, kao i činjenici da aplikaciju treba da koristi veći broj ljudi i eksperimentalno su određeni pragovi tolerancije za greške pri merenju. Prilikom detektovanja pokreta desnom nogom od kolena leve noge do zgloba, uračunato je i rastojanje koje mora da postoji između centra levog kolena i desnog zgloba i tolerancije greške su u ovom slučaju veće.

U intervalu koji je bitan za analizu pokreta čuvaju se ključne tačke, međutim kako je frekvencija rada Kinect-a velika, nije potrebno čuvati svaku, jer se time dodatno komplikuje već složena analiza, već je dovoljno čuvati jednu u par snimljenih tačaka. Kako bi se istovremeno zaštitili od grešaka u merenju, u niz tačaka za analizu dodaju se srednje vrednosti par uzastopnih merenja.

Prilikom utvrđivanja da li je ruka usmerena u pravcu meta, korišteni su zraci koji se u aplikaciji ne vide, ali daju informacije da li je taj zrak udario u nešto. Pored toga što se zna da li je zrak pogodio predmet, dobija se i konkretan predmet.

4.2. Analiza pokreta

Snimanjem ključnih tačaka ljudske figure Kinect-om, u određenom vremenskom periodu, dobijen je niz tačaka koje čine pokret. Ovako dobijene tačke predstavljaju ulazni parametar za analizu pokreta. Imajući u vidu da Kinect ne daje uvek precizne rezultate za položaj ključnih tačaka, potrebno je izvršiti filtraciju datog niza. Nakon ovako odabranih tačaka pristupa se formiranju krive kao najverodostojnijeg prikaza ljudskog pokreta. Analizom i komparacijom krivih linija koje se mogu formirati na osnovu ključnih tačaka utvrđeno je da najpribližniju krivu koja oslikava čovekov pokret daje Bezjeova kriva (Slika 4).



Slika 4. Bezjeova kriva stepena n u prostoru

Bezjeove krive su parametarske krive. Njihovu primenu nalazimo u računarskoj grafici. Formiraju se pomoću određenog broja kontrolnih tačaka, čijim se pomeranjem menja oblik krive. Stepen krive povećava se dodavanjem kontrolnih tačaka, a time i složenost izračunavanja. Iz tog razloga najčešće se koriste krive malog stepena. Nadovezivanjem krivih malog stepena mogu se dobiti složene krive koje se nazivaju Bezjeovi splajnovi.

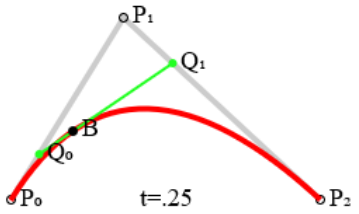
Neka su $P_0, P_1, \dots, P_n$ tačke u prostoru. Bezjeova kriva stepena n je:

$$\alpha(t) = \sum_{i=0}^{n} \binom{n}{i} t^i (1-t)^{n-i} P_i = \sum_{i=0}^{n} \binom{n}{i} B_i(t) P_i, t \in [0,1] \quad (1)$$

Tačke P_i nazivaju se kontrolne tačke, a polinomi $B_i(t)$ Berštajnovi polinomi.

Bezjeove krive stepena 2 su određene sa tri kontrolne tačke (Slika 5):

$$\alpha_2(t) = (1-t)^2 P_0 + 2t(1-t)P_1 + t^2 P_2, \quad t \in [0,1] \quad (2)$$



Slika 5. Bezjeova kriva drugog stepena

Bezjeova kriva formirana od ulaznih tačaka koristi se za određivanje glatkosti i tremora pokreta. Glatkost pokreta određuje se na osnovu uglova Bezjeove krive. Tremor pokreta može se posmatrati kao rastojanje ulaznih tačaka od Bezjeove krive.

4.3. Realizacija baze podataka

Baza podataka je realizovana u MySQL-u. Baza podataka predstavlja vezu između dve aplikacije. U aplikaciji za prepoznavanje pokreta po završetku analize pokreta dobijeni rezultati se upisuju u bazu podataka na osnovu korisničkog imena koje je korisnik uneo pri pokretanju aplikacije. Unity aplikacije ne podržavaju diretkan pristup bazi podataka. Pristupanje bazi je realizovano preko php skripte kojoj se prosleđuju svi parametri koje treba sačuvati u bazu. Web aplikacija učitava podatke iz baze.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je mogućnost povezivanja pokreta osoba sa oštećenim motornim sposobnostima i prezentacija i analiza njihovih realnih pokreta putem softvera.

Ovim istraživanjem je uspostavljena metodologija između motornih pokreta pacijenta sa određenim neurološkim nedostacima u pogledu obavljanja motornih funkcija, kao posledica složenih neuroloških oboljenja (multipla skleroza i cerebralna paraliza), analiza dobijenih rezultata mogućnosti izvođenja određenih mehaničkih pokreta i precizno dijagnostikovanje njihove kliničke slike.

Snimanjem ljudskih pokreta optičkim sistemom bez markera, senzorskim uređajem Kinect 2 Xbox, omogućeno je registrovanje promene pokreta bez dodatne opreme, koja se postavlja na telo pacijenta. Raspoznavanje ljudske figure i delova tela vrši se opisanim algoritmima za obradu slike dobijene sa jedne ili više kamera.

Softverskim programom vrši se analiza samih pokreta i daju rezultati o uspešnosti njihovog izvođenja poređenjem sa pokretima zdrave osobe. Program je namenjen osobama različitog uzrasta, sa raznim neurološkim oštećenjima koja su dovela do poremećaja u motornim obrascima. Svi snimljeni podaci smeštaju se u bazu podataka i tako se formira datoteka pacijenata.

Rezultat istraživanja predstavlja program koji može pomoći u rehabilitaciji pacijenta kako u zdravstvenim ustanovama i rehabilitacionim centrima, tako i u uslovima kućnog oporavka i nege pacijenta i mogućnost praćenja pacijenta na daljinu od strane fizijatra i fizioterapeuta i uvid u njegovo zdravstveno stanje.

Unapređenje ovog sistema moguće je u pravcu personalizacije i to u pogledu: razdvajanja polova, razdvajanja pacijenata u odnosu na dominantnu stranu tela (desnoruki u odnosu na levoruke), kao i mogućnost izbora ambijenta. U aplikaciji je već implementirana mogućnost korišćenja Oculus-a za 3D prikaz prostora, tako da bi mogućnost odabira ambijenta u velikoj meri doprinela rezultatima same terapije. Primenom Oculus-a korisnik - pacijent bi bio smešten u neki virtuelni svet i time bi se povećala njegova motivacija za izvođenje pokreta, a time bi došlo do smanjenja bolova, poboljšanja opsega pokreta, poboljšanja ravnoteže, očuvanja i povećanja snage, što je kranji cilj neurorehabilitacije.

Dalja istraživanja ove teme odnosiće se na primenu optičkih sistema sa markerom. Osnovna karakteristika ovih sistema je da oni zahtevaju korišćenje dodatne opreme (markera) koja se postavlja na telo pacijenta, i koriste se pri registrovanju ljudskih pokreta. Na ovaj način softver za prepoznavanje pokreta kod pacijenata sa oštećenim motornim obrascima će biti nadograđen i unapređen.

NAPOMENA (ZAHVALNICA)

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, koji su finansirali ovo istraživanje, u okviru projekata TR-32047 I III-44009.

LITERATURA

[1] Webster, D., and Celik, O. ″Systematic review of Kinect applications in elderly care and stroke rehabilitation″, Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2014 , str. 11

[2] Haas, Dominik, Somphong Phommahavong, Jing Yu, et al. "Kinect Based Physiotherapy System for Home Use" Current Directions in Biomedical Engineering. 2015., str. 180-183

[3] Hondori, H., M. and Khademi M. ″A Review on Technical and Clinical Impact of Microsoft Kinect on Physical Therapy and Rehabilitation″, Journal of Medical Engineering. 2014 , str. 16

[4] Žigić Lj., ″Snimanje pokreta ruke čoveka ″Kinect″ senzorom i njegova reprodukcija na modelu humanoidnog robota u 3D okruženju″, Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Edicija: Tehničke nauke – Zbornici, godina: XXVII, sveska 9, Novi Sad, 2012, str.1928-1931

Primena EKF u softveru Labview u proceni daljine do cilja koristeći jedan infracrvenog video senzora
Application of EKF in LABVIEW software in target range estimation using mono infrared video sensor

Davorin Mikluc[1], Azouz Abdelhamid[1], Stojadin Manojlović[1]
Military Academy, University of Defence[1]

Sadržaj – *U radu je opisan proširen Kalmanov filter, koji je primenjen na problemu procene daljine do cilja u sistemu sa jednim pasivnim senzorom. Infracrveni video senzor formira merenja iz kojih su procenjivane površine cilja na slici. Pokretni cilj je praćen tako da je postavljen u centru slike, kako bi se preciznije odredila površina i time proračunala daljina do njega. Doprinos ovog rada je konstruisanje strukturnog blok dijagrama proširenog Kalmanovog filtera u softveru Labview, kojim je procenjena daljina ali i filtrirana u cilju smanjenja promena nastalih loše procenjenim površinama. Opravdanost za upotrebu navedenog filtera je u nelinearnoj vezi površine i daljine do cilja, kao i da ne postoji već konstruisan blok za primenu. Rezultati su predstavljeni kroz uporednu analizu daljina do cilja proračunatim na osnovu procenjene površine cilja i primenom proširenog Kalmanovog filtera.*

Abstract – *The paper deals with the extended Kalman filter which has been applied on the problem of estimating target distance in a one passive sensor system. The infrared video sensor forms the measurements used for calculating target surface in images. A moving target has been tracked by positioning in the centre of the image so that its surface and distance could be calculated more precisely. The contribution of this paper is the construction of structure block diagram of the extended Kalman filter in Labview software, which was used to estimate the distance and to filter it in order to reduce the changes caused by bad surface estimations. The application of the filter is justified by nonlinear link between the target surface and distance, and the fact that there is no applicable block constructed. The results have been presented through contrastive analysis of target distances calculated on the basis of target surface estimation and using the extended Kalman filter.*

1. UVOD

Pasivni senzori koji su sastavni deo sistema za praćenje ciljeva se koristiti u različitim primenama, video nadzor i sigurnost, kontrola brzine, kontrola vazdušnog saobraćaja, vođenje projektila, otkrivanje prepreka, robotika. Ovako projektovani sistemi zadovoljavaju mnogobrojne postavljene zahteve. Karakteristike senzora utiču značajno na kvalitet rezultata koji bi trebalo da zadovolje na unapred definisane potrebe. Međutim, jednako tako sistemi sa pasivnim senzorima imaju problem u proceni parametara koji su nedostupni, a jedan od njih jedan daljina do cilja, [1-4]. Upravo iz navedenog su proistekla mnogobrojna istraživanja čija je oblast interesa sistem za praćenje cilja sa jednim pasivnim senzorom, bilo u dnevnim ili noćnim uslovima, [5-7]. Jasno je da u noćnim uslovima standardni video senzori imaju još jednu manu više, zbog čega se češće u takvim okolnostima koriste infracrveni video senzori. Medjutim, da infracrveni video senzori nisu savršeni govori problem zasićenja, [8].

Prva istraživanja u kojima su predložena rešenje o pasivnom određivanju daljine do cilje na osnovu video sekvenci je data u [9], dok su poboljšanja predstavljena u [10]. U cilju što bolje procene daljine do cilja potrebno je unaprediti metode, [11], ili poboljšati tehnološki razvoj senzora. Nastavak primene sofisticiranije metode zasnovane na čestičnom filteru, [12], za sada ima prednost u primeni u odnosu na prethodne metode.

Procena daljine do cilja jeste jedna od najvećih izazova ali nije i jedini. Pokušaj da se objedini više procenjenih obeležja cilja i time da detaljni opis kinematičkih parametara cilja, od pozicije cilja, stava i na kraju i da li cilj vrši manevar je dat u [13]. U [13] su rezultati bazirani na metodama za obradu slike, što je postavilo dobar temelj za dalja istraživanja. U većini istraživanja upotrebljen je softver MATLAB kao podloga za simulacije. Upravo na osno vu sve opisanog formirana je ideja a to je analiza mogućnosti softvera u LABVIEW u proceni različitih obeležja cilja na osnovu obrade infracrvenih video sekvenci. Upravo u [14] su date osnove i rezultati procene parametara cilja na slici kao i procena daljine do cilja na osnovu procenjene njegove površine u pikselima. Međutim, primećeno je da površina cilja na slici varira, naročito ako se cilj kreće ka video senzoru. Problem fluktuacije vrednosti izdvojenog cilja na slici se može ublažiti primenom filtera. Otuda ideja u ovom radu da se implementira filter takav da na osnovu procenjene površine proceni i daljinu do cilja i ujedno smanji neželjne promene vrednosti površine koje nastaju kao posledica adaptivnog praga detekcije. Kako je relacija između površine cilja i daljine do cilja nelinearna, usvojen je Prošireni Kalmanov filter da izvrši navedenu ulogu. Poseban doprinos je i u tome što pomenuti filter ne postoji u Labviewu u gotovoj formi, pa se mora konstruisati od autora i time postaviti temelj za dalje njegove primene u nelinearnim procesima i sistemima.

2. PROCENA POVRŠINE CILJA I DALJINE DO CILJA

Podaci o cilju, koji se prati sistemom sa infracrvenim video senzorom je bogatog sadržaja. Veći broj istraživanja se upravo zasniva na primeni različitih matematiških algoritama kako bi se unapredio kvalitet procena obeležja cilja. U ovom radu će biti predstavljene samo jedan primer procene obeležja koja je dobijena

obradom slike u softveru LABVIEW, a to je površina cilja, S na osnovu koje se proračunava daljina do cilja, D.
U radovima [8-12] je data poznata relacija pomoću koje se određuje daljina do cilja na osnovu procenjene površine:

$$D(k) = D(0)\sqrt{\frac{S(0)}{S(k)}} \tag{1}$$

gde su: $D(k)$ procenjena daljina do cilja, a $S(k)$ procenjena površina cilja u k-toj slici, dok su $D(0)$ i $S(0)$ daljina do cilja i površina cilja u početnom trenutku praćenja cilja. Primetno je da je relacija između površine cilja na slici i daljine do cilja nelinearna. Upravo tu se nalazi ideja primene Proširenog Kalmanovog filtera (*Extended Kalman Filter – EKF*, eng.), koji će biti opisan u sledećem poglavlju.

3. PROŠIRENI KALMANOV FILTER

Osnova filtriranja signala se zasniva na izdvajanju signala iz šuma. Kvalitet filtera je veći ukoliko je odnos izdvojenog signala i originalnog zašumljenog signla veći. Konstrukcija ovakvih filtera se zasniva na poznatim modelima procesa ukoliko je to moguće i može se reći da se modeli procesa dele na linearne i nelinearne. U zavisnosti od navedene podele, potrebno je odabrati optimalni filter. Kalmanov filter je optimalan filter za linearne procese i u mnogim takvim stohastičkim procesima je pokazan njegov kvalitet. Svojim matematičkim algoritmom se proračunavaju i parametri od interesa na osnovu pretpostavljenog modela. U tom smislu Kalmanov filter se još naziva Kalmanov estimator. Međutim, ukoliko je stohastiči proces nelinearan, potrebno je prilagoditi model linearizacijom kako bi se iskoristile pozitivne karakteristike Kalmanovog filtera. Posledica linearizacije nelinearnog modela procesa zahteva dodatne matematičke operacije i upravo zato se naziva Prošireni Kalmanov filter.
Osnove Proširenog Kalmanovog filtera je dat kroz sledeće relacije. Najpre proračun matrice greške predikcije stanja $P(k+1|k)$: i vektora predikcije stanja $X(k+1|k)$:

$$P(k+1\,|\,k) = FP(k\,|\,k)F^T + GQG^T \text{ i} \tag{2}$$

$$\hat{X}(k\,|\,k+1) = F\hat{X}(k\,|\,k)\,. \tag{3}$$

Zatim sledi proračun matrice kovarijansi S:

$$S = HP(k\,|\,k-1)H^T + R \tag{4}$$

Sledi određivanja Kalmanovog pojačanja $K(k)$ po stanjima:

$$K(k) = P(k\,|\,k-1)H^T S^{-1}, \tag{5}$$

nakon čega se dobija inovacija kao razlika merenja i opservacije $\tilde{y}(k)$:

$$\tilde{y}(k) = y(k) - H\hat{X}(k\,|\,k-1), \tag{6}$$

kojom se koriguje predikcija stanja čime se dobija estimacija stanja:

$$\hat{X}(k\,|\,k) = \hat{X}(k\,|\,k-1) + K(k)\tilde{y}(k)\,. \tag{7}$$

Na krau algoritma se ažurira matrica P kako bi se smanjila greška estimacija u narednom diskretnom trenutku k:

$$P(k\,|\,k) = [I - K(k)H]P(k\,|\,k-1) \tag{8}$$

Stanja u ovako definisanom sistemu su procenjena daljina D_e do cilja i njena promena, tačnije:

$$X(k\,|\,k) = [D_e(k) \quad \dot{D}_e(k)]^T \tag{9}$$

Važno je napomenuti da je matrica prelaza stanja F konstantna:

$$F = \begin{bmatrix} 1 & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \tag{10}$$

gde je T vremenski period između svakog k-tog diskretnog trenutka. Model šuma procesa je definisan tranzicionpm matricom G, čime se vidi uticaj šuma procesa po brzini:

$$G = \begin{bmatrix} T \\ 1 \end{bmatrix}, \tag{11}$$

dok je varijansa šuma procesa data sa:

$$Q = q_v^2\,. \tag{12}$$

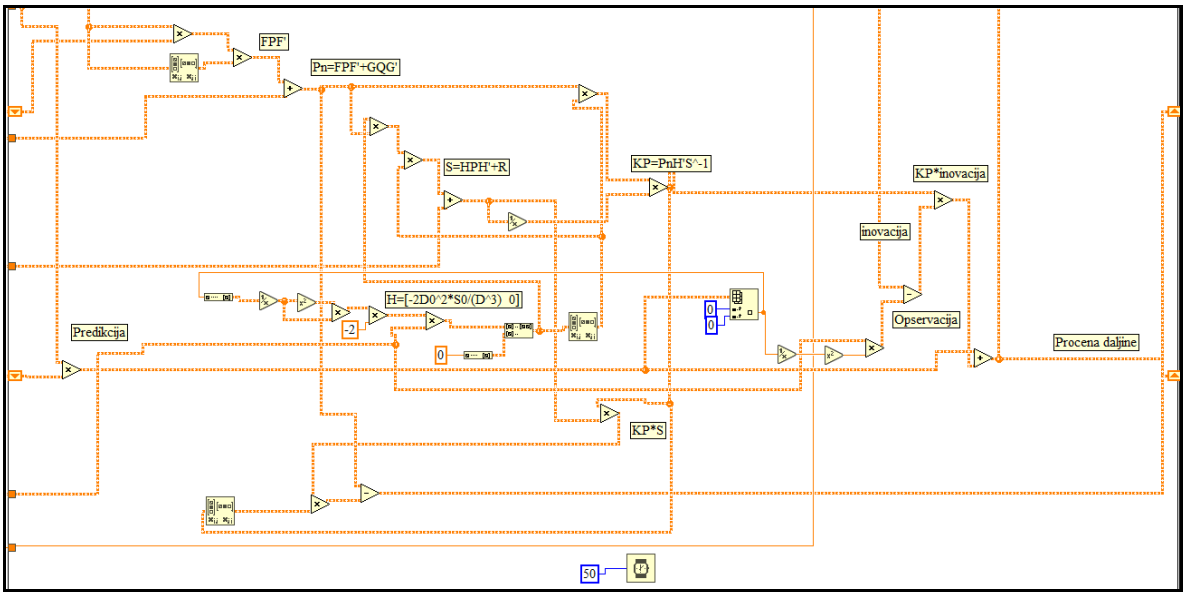
Model šuma R merenja je opisan konstantnom varijasom

$$R = \sigma_D^2\,. \tag{13}$$

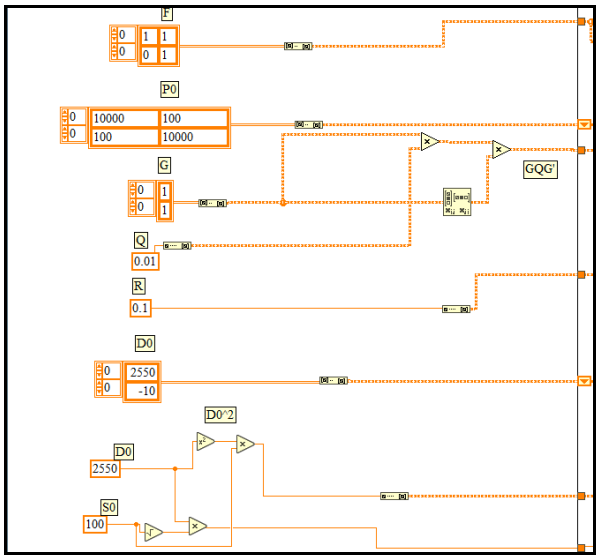
U okviru predstavljen algoritma za primenu Proširenog Kalmanovog filtera je i opis matrice tranzicije stanja, H. Kako je već rečeno da je veza nelinearna, potrebno je linearizovati proces. Veza opisana u (1) je potrebna kako bi se odredio promena, odnosno Jakobijan funkcija. Na osnovu pomenutog sledi da je matrice prelaza stanja opisana sa:

$$H = [-2\frac{D^2(0)S(0)}{D^3(k)} \quad 0]\,. \tag{14}$$

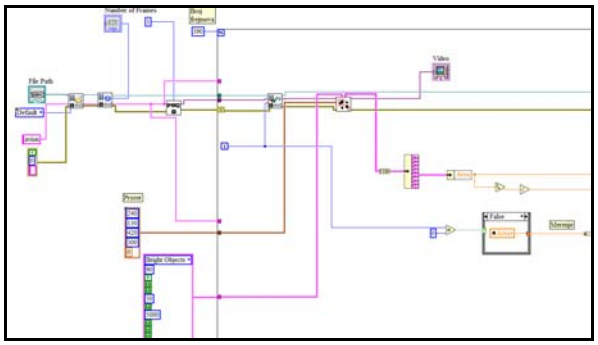
Drugi elemenat matrice H je nulti, jer ne postoji veza između procene promene daljine i površine cilja na slici.
Opisani Prošireni Kalmanov filter je konstruisan u softveru Labview kroz strukturni blok dijagram. Relacije (2) – (14) su konstruicane u strukturnom blok dijagramu, slika 1. Naravno, ovo nije kompletan strukturni blok dijagram, već samo deo koji se odnosi na pomenute relacije. Ostali delovi su blok za unos početnih vrednosti, slika 2, zatim blok za obradu slike, slika 3 i blok za prikaz rezultat, slika 4.



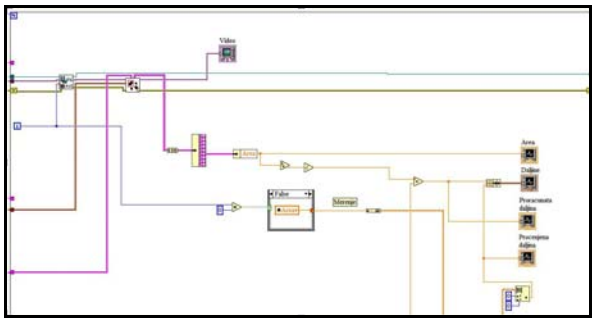
Slika 1. Centar cilja po Y koordinati u video sekvenci 1



Slika 2. Blok za unos početnih vrednosti



Slika 3. Blok za obradu slike

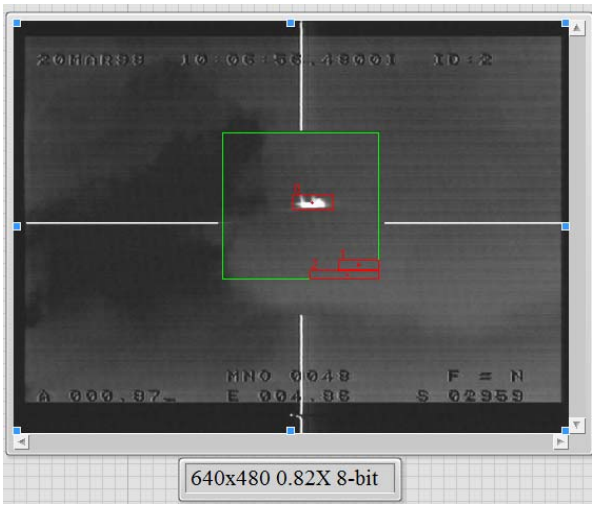


Slika 4. Blok za prikaz rezultata

4. REZULTATI

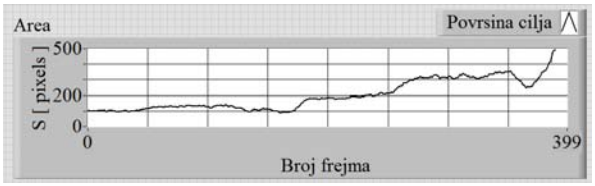
Opisan problem je primenjen na dve video sekvence, koje su različitog tipa, odnosno u jednog je promenljiva vrednost intenziteta pozadine, dok je u drugoj konstantna ali je stav cilja promenljiv. Slike 5. – 9. predstavljaju rezultate primenjenog Proširenog Kalmanovog filtera na video sekvenci 1. Na slici 5 se vidi promenljivost pozadine što za posledicu ima promenu u proračunu adaptivnog praga detekcije, čime se broj detektovanih piksela povećava ili smanjuje u zavisnosti od vrednosti promene praga. U tom smislu, ukoliko je vrednost praga detekcije niže, prag detekcije će biti niži a samim tim se može desiti da je detektovan veći broj piksela, čime se ujedno i povećava vrednost proračunate površine cilja na slici. Analogno tome ali u suprotnom smeru je posledica ukoliko dolazi do porasta intenziteta sivog pozadine.

Najpre je analizirana upotreba Pro[irenog Kalmanog filtera na video sekvenci 1, slika 5, koja sadrži 400 slika, generisanih sistemom sa jednim pasivnim infracrvenim senzorom.



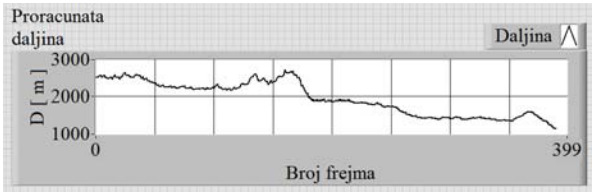
Slika 5. Slika videosekvence 1

Usvojene su sledeće početne vrednosti: D(0)=2550 m, S(0)=100 piksela, R=0.1 piksel^2 i Q=0.01 m^2. Ove vrednosti su uzeti uz napomenu da je površina cilja na slici u pikselima i predstavlja merenje, dok se procenjena stanja, izraz (9), odnose na daljinu u metrima. Na slici 6. je dat proračun površine cilja na slici primenom adaptivnog algoritma za detekciju. Ovaj algoritam je već implementiran u blok za obradu slike u okviru Labviewa.



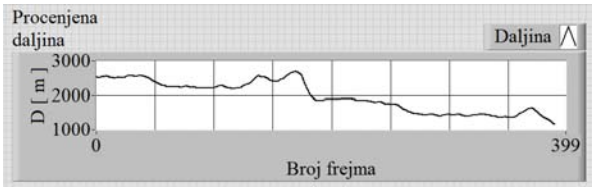
Slika 6. Proračunata površina cilja u video sekvenci 1

Na slici 6 se vide promene u proračunu površine cilja koja su posledica vrednosti praga detekcije, u periodima 120-170 slike i 350 – 400 slike u video sekvenci 1. Uzimajući u obzir proračunatu površinu cilja na slici i izraz (1), dobija se proračun daljine do cilja, slika 7.



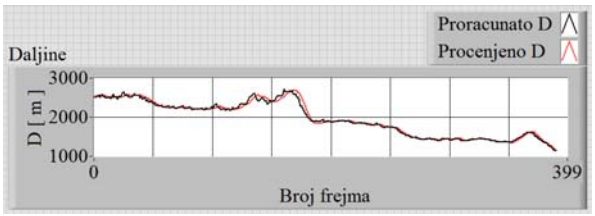
Slika 7. Proračunata daljina u video sekvenci 1

Daljina do cilja na slici 7, bi trebala da ima linearnu funkciju zavisnosti od vremena, tj. rednog broja slike u video sekvenci 1. Međutim usled navedenih problema u proračun površine cilja, nastaje i pogrešan proračun daljine do cilja, što se na slici vidi u istim intervalima kao i na slici 6. Smanjene navedenih grešaka i ujedno filtriranje proračunate površine je primenom Proširenog Kalmanovog filtera, čija je procena daljine data na slic 8, a na osnovu rezultata površine, predstavljenih na slici 5.



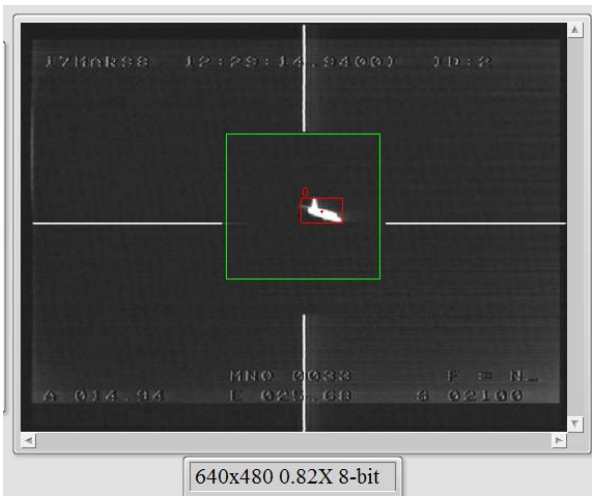
Slika 8. Procenjena daljina do cilja u video sekvenci 1

Na slici 8 je primetno da je funkcija procenjene daljine tokom cele video sekvence više glatka nego funkcija data na slici 7. Rado boljeg prikaz i jasnijeg uočavanja kvaliteta rezultata primenom Proširenog Kalmanovog filtera, obe pomenute funkcije su predstavljene na istoj slici 9.

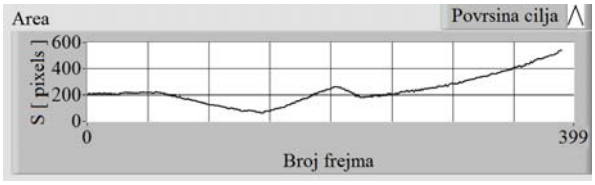


Slika 9. Prikaz proračunate i procenjene daljine do cilja u video sekvenci 1

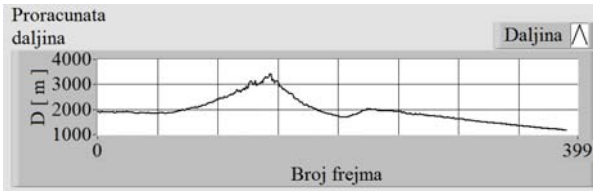
Sada je definitivno jasnija primena Proširenog Kalmanovog filtera u problemu procene daljine do cilja u sistemu sa jednim video senzorom. U cilju dodatne potvrde, postušak je ponovljen na video sekvenci 2, slika 10., u kojoj nema fluktuacije pozadine, već samo promena stava i orijentacije cilja.



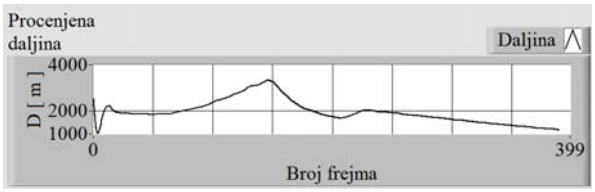
Slika 10. Slika videosekvence 2



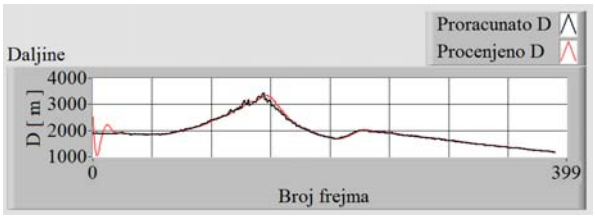
Slika 11. Proračunata površina cilja u video sekvenci 2



Slika 12. Proračunata daljina u video sekvenci 2



Slika 13. Procenjena daljina do cilja u video sekvenci 2



Slika 14. Prikaz proračunate i procenjene daljine do cilja u video sekvenci 2

Rezultati dobijeni na video sekvenci 2, slike 11-14, pokazuju istovetni izvedeni zaključak za video sekvencu 1. Ono što je u ovo slučaju dodatni problem, ali samo privremen je podešavanje početnih parametara u video sekvenci 2, kako bi se izbegla greška procene na početku. Međutim, vidljivo je da navedeni problem je kratkog karaktera i u 10 slika je prevaziđen, odnosno nakon 0.4 sekunde vremenskog trajanja.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazana mogućnost primene Proširenog Kalmanovog filtera u proceni daljine do cilja zasnovanoj na proračunatoj površini cilja na slici primenom sistema sa jednim infracrvenim video senzorom. Opravdanost upotrebe je zasnovana kroz nelinearnu vezu površine cilja na slici i daljine do istog, dok su rezultati dati na graficima, prikazali ujedno i filtriranje promene vrednosti površine cilja nastalih usled primene adaptivnog praga detekcije i broja detektovanih piksela. Potvrda upotrebe proširenog Kalmanovog filtera je analizirana na dve različite video sekvence. Još jedan doprinos ovo rada je i ta da je ovo jedan od retkih primena Proširenog Kalmanovog filtera konstruisanog u softveru Labview, jer ne postoji kao gotov blok koji se može iskoristiti za primenu u raznim problemima i istraživanjima.

LITERATURA

[1] J. R. Anderson, M. R. Hawks, K. C. Gross, G. P. Perram, Flight test of an imaging O2 (Xb) monocular passive ranging instrument, in: SPIE Defense, Security, and Sensing, International Society for Optics and Photonics,2011,. doi:10.1117/12.883484.

[2] W.-H. Diao, X. Mao, L. Chang, L. Jiang, Operating distance evaluation method for infrared imaging system under complicated backgrounds, Electronics letters **45**(25), pp. 1309–1310. (2009), doi:10.1049/el.2009.0882.

[3] Benet, G., Blanes, F., Simó, J. E., & Pérez, P. (2002). Using infrared sensors for distance measurement in mobile robots. *Robotics and autonomous systems*, *40*(4), 255-266.

[4] Xu, J. Z., Wang, Z. L., Zhao, Y. H., & Guo, X. J. (2009, July). A distance estimation algorithm based on infrared imaging guided. In 2009 International Conference on Machine Learning and Cybernetics (Vol. 4, pp. 2343-2346). IEEE.

[5] Zappi, Piero, Elisabetta Farella, and Luca Benini, Tracking motion direction and distance with pyroelectric IR sensors,IEEE Sensors Journal **10**(9) (2010):1486-1494.

[6] Srivastava, Hari Babu, et al., Airborne Infrared Search and Track Systems, Defence Science Journal **57**(5) (2007): 739.

[7] De Visser, M., Schwering, P. B., De Groot, J. F., & Hendriks, E. A. (2006). Passive ranging using an infrared search and track sensor. *Optical Engineering*, *45*(2).

[8] B. P. Bondžulić, S. T. Mitrović, Ž. P. Barbarić, M. S. Andrić, "A comparative analysis of three monocular passive ranging methods on real infrared sequences", Journal of Electrical Engineering **64(**5), pp. 305–310, (2013), doi:10.2478/jee-2013-0044.

[9] Atherton, Tim J., Darren J. Kerbyson, and Graham R. Nudd, Passive estimation of range to objects from image sequences, BMVC91. Springer London, 1991. 343-346.

[10] S. T. Mitrović, B. P. Bondžulić, M. S. Andrić, Ž. P. Barbarić, The statistical approach for overcoming the sensor saturation effect in passive ranging, Elektronika ir Elektrotechnika **20**(2), pp. 52–57, (2014), doi:10.5755/j01.eee.20.2.3788.

[11] Z. P. Barbaric, B. P. Bondzulic, S. T. Mitrovic, Passive ranging using image intensity and contrast measurements, *Electronics Letters*, **48**(18), pp. 1122–1123, (2012), doi:10.1049/el.2012.0632.

[12] Mikluc, D. L., Andric, M. S., Mitrovic, S. T., & Bondzulic, B. P. (2017). Improved method for passive ranging based on surface estimation of an airborne object using an infrared image sensor. Optica Applicata, 47(3).

[13] Davorin M., Srđan T. M., Boban B., Analiza mogućnosti detekcije manevra aviona praćenog infracrvenim video senzorom, ETRAN 2017, 05.-08. jun 2017, ISBN 978-86-7466-692-0, str. AU1.3.1-5.

[14] Davorin Mikluc, Srđan T. Mitrović i Boban Bondžulić, Analiza mogućnosti detekcije manevra aviona praćenog infracrvenim video senzorom, 24. YUINFO, mart 2018, Kopaonik, pp 250-256.

RAZVOJ MODELA INDUSTRIJA 4.0 NA POVRŠINSKOM KOPU UGLJA
DEVELOPMENT OF INDUSTRY 4.0 MODEL FOR OPEN-PIT COAL MINE

Vladimir Simeunović[1], Dragan Stošić[1], Vidosav Majstorović[2], Snežana D. Pantelić[1], Sonja Dimitrijević[1], Filip Todorović[3], Radivoje Mitrović[2]

[1]Institut „Mihajlo Pupin“, Beograd

[2]Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu

[3]Ogranak TE-KO Kostolac, EPS, Kostolac

Sadržaj **–** Višegodišnjim istraživanjem izvršenim u Sektoru pomoćne mehanizacije (PM), površinskih kopova (PK) Kostolac, razvijen je i primenjen informaciono komunikacioni sistem (IKT) za upravljanje eksploatacijom i održavanjem pomoćne mehnizacije. Polazeći od savremenih trendova razvoja IKT-a, sledeći cilj je da se implementirani sistem unapredi u model Industrija 4.0, kako bi se postigla efikasnija i efektivnija integracija proizvodnog sistema i sistema PM. U ovom radu su predstavljeni osnovni elementi industrija 4.0, IKT sistem koji se trenutno koristi kao i predlog unapređenja sistema na novi model zasnovan na Industriji 4.0.

Abstract - A multi-year research carried out in the Auxiliary Machinery (AM) Sector, Kostolac Open –Pit Coal Mine (OP), has resulted in the development and implementation of an Information and Communication Technology (ICT) system for management of auxiliary machinery operation and maintenance. Starting from modern trends in ICT development, the next goal is to improve the implemented system into an Industry 4.0 model in order to achieve the more efficient and effective integration of the production system and the AM system. This paper presents the basic elements of Industry 4.0, the ICT system currently in use, as well as a proposal of the system improvement to a new model based on Industry 4.0.

1. UVOD

Projektni timovi sektora Pomoćne mehanizacije Termoelektrana i kopova, Kostolac („TE-KO“), ogranka Elektropriovrede Srbije (“EPS”), Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu i Instituta „Mihajlo Pupin“, Beograd (nadalje: Projektni tim) su, kroz istraživanja izvršena ranijih godina, projektovali, razvili i implementirali informacioni sistem/ sistem informacionih i komunikacionih tehnologija (IS/IKT sistem) pomoćne mehanizacije (ISPM) koji je baziran na integrisanom modelu (IM) poslovnih procesa i informacionog sistema. U sklopu poboljšanja procesa upravljanja rada pomoćne mehanizacije koju čine: buldožeri, skiperi, rovokopači, dizalice, terenska i putnička vozila i druge mašine i vozila, postavljeni su ključni indikatori performansi (KPI) procesa.

Poslednjih godina, postavljeni IS/IKT sistem se unapređivao savremenim informacionim i komunikacionim tehnologijama, koje karakterišu: senzori, mobilno računarstvo, prikupljanje velikih skupova podataka, virtuelizacija servera, integracija sa poslovnim softverom (ERP - *Enterprise Resource Planning*) i poslovna inteligencija (BI - *Business Intelligence*).

U ovom periodu se razvijao koncept i model Industrija 4.0. Danas, devet godina posle zvanične prezentacije koncepta Industriju 4.0, možemo govoriti o dva aspekta ovog modela: primene i istraživanja. Prvi aspekt se karakteriše razvojem 37 nacionalnih programa za Industriju 4.0, a naša zemlja takođe ima svoju Nacionalnu Platformu za Industriju 4.0 [1].

U radu, u poglavlju 2, izložen je koncept Industrija 4.0. sa opisom baznih elemenata. U poglavlju 3 opisan je razvijen model IS/IKT sistema pomoćne mehanizacije koji je baziran na savremenim informaciono komunikacionim tehnologijama. Zatim, u poglavlju 4 – Zaključna razmatranja, dati su dalji pravci unapređenja postojećeg IS/IKT sistema prevođenjem u model Industije 4.0, koji se pre svega odnose na horizontalnu i vertikalnu digitalnu integraciju pomoćne mehanizacije i proizvodnih sistema – velikih bagera i prenosnih sistema u proizvodnji uglja na površinskim kopovima uglja Kostolac.

2. KONCEPT INDUSTRIJA 4.0

Danas ne postoji jednoznačna definicija Industrija 4.0, ali se može reći da je PRVA definicija nastala od njenih tvoraca [2]: „*Industrija 4.0 je vizija nemačke vlade da podrži istraživanje, razvoj i primenu modela napredne proizvodnje. Osnovni koncept Industrija 4.0 je digitalno umrežavanje i konvergencija između industrije, poslovnih funkcija i procesa koji ih podržavaju. Industrija 4.0 predstavlja četvrtu industrijsku revoluciju, baziranu na sajber-fizičkim sistemima, koji predstvaljaju evoluciju dosadašnjeg modela automatizacije proizvodnje''.*

Ova definicija sadrži nekoliko ključnih reči, ali je najvažnija – napredna proizvodnja. Ona znači da je napredna proizvodnja osnova za Industriju 4.0, koja putem intereneta integriše digitalne tehnološke resurse. Danas, sa istim značenjem, širom sveta u kontekstu Industrija 4.0, možemo sresti i sledeće termine: smart fabrika, fabrika budućnosti, inteligentna fabrika.

Ako pogledamo detaljnije model Industrija 4.0, možemo reći da je to metodologija za generisanje transformacije proizvodnje kojom dominira mašina, u digitalnu proizvodnju pomoću sajber-fizičkih sistema (CPS - *Cyber Physical Systems*), računarstva u oblaku (CC - *Cloud Computing*), analize velikih skupova podataka (BDA - *Big Data Analytics*), interfejsa mašina – mašina (M2M - *Man Machine Interface*), planiranja resursa (ERP - *Enterprise Resource Planning*) i poslovne inteligencije (BI - *Business Intelligence*), interneta stvari (IoT - *Internet of Things*), proširene stvarnosti (AR - *Augumented Reality*), simulacije, virtuelne proizvodnje i inteligentne robotike.

Sve ovo omogućuje i dodatne funkcije: praćenje i dijagnostika sistema, ekološka održivost, štednja resursa i

efikasnost sistema. Devet stubova i četrdeset dva elementa Industrija 4.0 transformišu izolovane i optimizirane proizvodne ćelije u potpuno integrisani, automatizovani i optimizovani tok proizvodnje, a istovremeno dovodi do veće efikasnosti i unapređenja tradicionalnih proizvodnih relacija između proizvođača, dobavljača i kupaca, sa jedne strane, kao i između ljudi i mašina, s druge strane [3].
Dalje su opisani bazni elementi koncepta Industrija 4.0.

2.1 Sajber fizički sistem

Decentralizacija i automno ponašanje proizvodnog procesa su ključne karakteristike CPS-a. Neprekidna razmena podataka se izvodi inteligentnim povezivanjem CPS-ova računarstvom u oblaku, a digitalni blizanci predstavljaju fizičke objekte u virtuelnom svetu. Oni nam opet pomažu da odgovarajućim senzorima pratimo stanje i lociramo otkaze na mašinama, a posle toga, pripremimo aktivnosti za otklanjanje kvarova [4]. Sa druge strane takođe vršimo optimizaciju termininiranja proizvodnih aktivnosti, uzimajući u obzir i aktivnosti održavanja. Sve ovo se izvodi različitim nivoima komunikacije: mašina – mašina ili čovek – mašina [2,5], uz korišćenje standardnih protokola, koji imaju sve veće zahteve za sajber bezbednost i zaštitu.

2.2 Industrijski internet stvari

Internet stvari je nova paradigma interneta, koja se intezivno razvija u sferi savremenih bežičnih komunikacija, koja polazi od toga da je danas oko nas prisutan veliki broj objekata koji imaju potrebu međusobnog povezivanja i komuniciranja, kao što su: radio-frekfentni uređaji (tagovi), senzori, aktuatori, mobilni telefoni i drugi. Oni pomoću jedinstvenih šema adresiranja međusobno komuniciraju i sarađuju u vršenju zajedničkih funkcija [6]. Može se reći da je IoT svetska mreža međusobno i uniformno adresiranih objekata koji komuniciraju pomoću standardnih protokola. Dalji razvoj će ići u smeru Interneta svega (IoE - *Internet of Everything*), koji će se sastojati od Interneta usluga (IoS - *Internet of Services*), Interneta proizvodnih usluga (IoMS - *Internet of Manufacturing Services*), Interneta ljudi (IoP - *Internet of People*), a svi oni biće povezani i integrisani komunikacionim tehnologijama (IICT - *Integrated Information and Communication Technology*) [2]. U kontekstu Industrija 4.0 uobičajen je termin Industrijski internet stvari (IIoT – *Industrial Internet of Things*), što znači da on ima tri karaktersitike: (a) kontekst – mogućnost napredne interakcije objekata sa okruženjem i trenutni odgovor ako se bilo šta promeni, (b) sveprisutnost – pruža informacije o lokaciji, fizičkim i atmosferskim uslovima objekata, uz optimizaciju različitih elemenata uz podršku interfejsa čovek – mašina, i (c) lanac vrednosti – povezuje i integriše fizičke objekte, ljude, inteligentne mašine, pametne senzore, proizvodne procese i linije, preko granica organizacije [7]. NFC (NFC - *Near Field Communications*), bežične senzorske i aktuatorske mreže (WSAN – *Wireless Sensor and Actuator Network*), zajedno sa RFID (*Radio Frequency IDentification*) elementima čine infrastrukturu elemenata za povezivanje stvarnog i digitalnog sveta.

2.3 Računarstvo u oblaku

Prozvodnja podržana CC predstavlja napredni tehnološki sistem, koji obuhvata: CC, IoT, virtuelizaciju i tehnologije orijentisane uslugama, koje proizvodne resurse pretvaraju u usluge koje se mogu deliti i distribuirati. U modelu Industrija 4.0 to deljenje se odnosi na kompanije, lance nabavke i lance prodaje, gde se realizuju vremena reakcije u milisekundama ili brže.

2.4 Veliki skupovi podataka i analitika

Velike količine podataka obično potiču iz različitih izvora, kao što su: senzori, oprema, video/audio mreže, fajlovi dnevnika i transakcija, socijalnih mreža, itd. Njihovo prikupljanje, analiza i zaključivanje na osnovu njih, postaju standard za preduzeća za donošenje poslovnih i tehnoloških odluka u realnom vremenu. Zbog toga organizacije sa velikim količinama operativnih podataka posebnu pažnju treba da posvete naprednim tehnikama analize i korelacije, kao i skrivenih veza između poslovnih i proizvodnih faktora, a radi donošenja pravilnih poslovnih odluka. Danas se, po pravilu u svim proizvodnim organizacijama, širom sveta, koriste modeli za upravljanje odnosima sa kupcima (CRM - *Customer Relationship Management*), a njihova analitika predstavlja osnovu za povećanje njihovog zadovoljstva [8].

2.5 Horizontalna i vertikalna integracija

Integracija i samo-optimizacija su dva glavna mehanizma koja industrijska preduzeća koriste u modelu Industrija 4.0, a osnovna paradigma integracije ima tri dimenzije: (a) horizontalna – kroz celu mrežu stvaranja nove i dodatne vrednosti, (b) vertikalna – umreženi tehnološki i proizvodni sistemi, i (c) inženejring – od početka do kraja životnog ciklusa proizvoda [5]. Ovde treba posebno istaći da potpuna digitalna integracija i automatizacija proizvodnih procesa u horizontalnoj i vertikalnoj ravni, obuhvata i automatizaciju komunikacije i kolaboraciju posebno za standardizovane procese.

2.6 Autonomni roboti

U konceptu Industrija 4.0 roboti postaju inteligentniji, autonomniji, fleksibilniji i kooperativniji, međusobno komuniciraju i rade rame uz rame sa ljudima, učeći od njih. Autonomni roboti se koriste kao samostalni CPS za proizvodnju, na radnim mestima gde je ljudima to ograničeno iz različitih razloga. Pomoću njih, zadaci se izvršavaju precizno, brzo i na vreme, čime se postiže visoka bezbednost proizvodnje, njena fleksibilnost, brizina i tačnost rada i pozicije i visoka kolaborativnost [9].

2.7 Proširena realnost

Sistemi zasnovani na proširenoj realnosti podržavaju različite usluge, kao na primer: prepoznavanje i izbor delova

na traci, skladištu, 3D unutrašnje strukture mašine (motora) pri analizi otkaza i popravci ili održavanju, i slično. U industriji, takođe proširena realnost pruža informacije radnicima u realnom vremenu za poboljšanje procesa odlučivanja u radnim procedurama [10].

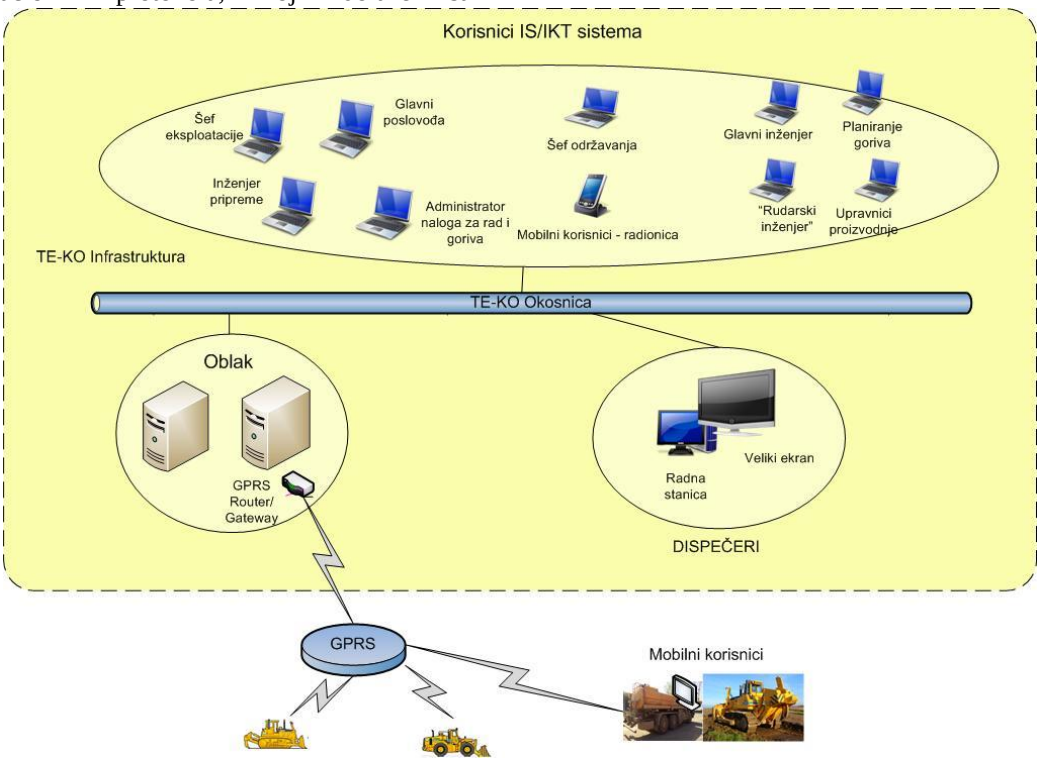
Postoje sledeći izazovi u primeni Industrija 4.0 iz uglova napred navedenih ključnih elemenata [11]:

- *Modeliranje i analiza sistema:* Danas se za Industriju 4.0 koristi prilaz u modeliranju koji uprošćuje dinamičke jednačine, ali to može značajno uticati na model upravljanja ovog samoorganizovanog tehnološkog sistema. Zato ova istraživanja postaju sve kompleksnija.
- *Analitika velikih skupova podataka u proizvodnji.* Stalni je izazov obezbediti visok kvalitet i integritet snimljenih i prikupljenih podataka iz proizvodnje. Iz tih razloga potrebno je razvijati stalno nove modele odlaganja i pretraživanja podataka sa različitom semantikom za njihovu naprednu analizu.
- *Inteligentno donošenje odluka i mehanizam pregovaranja.* U pametnom tehnološkom sistemu je potrebno mnogo više autonomije i mogućnosti samoodlučivanja, za šta se istražuju, razvijaju i primenjuju inteligentne metode učenja, rezonovanja i zaključivanja.
- *Sajber sigurnost podataka.* Sa povećanom povezanošću IoT i upotrebom standardnih komunikacionih protokola, koji dolaze sa Industrijom 4.0, drastično raste potreba za sajber bezbednošću: industrijskih sistema, proizvodnih linija i sistemskih podataka

Danas je sve više prisutno istraživanje korišćenja elemenata Industrija 4.0 u oblasti rudarstva. Uvođenje digitalnih rudnika kod južnoafričkih rudara postaje važno za njihov opstanak i uspeh. Da bi rudnici ostali konkurentni, u budućnosti će biti potrebno uvođenje digitalnih inovacija za povećanje produktivnosti. [12]. Koncepcija Inteligentnog grada (Smart city) dobija sve više na značaju poslednjih godina. Rudnici uglja kao delovi gradova bi trebalo da imaju pametne ili inteligentne karakteristike. Proizvodnja i sigurnost su dve glavne teme iskopavanja uglja. Sa razvojem automatizacije, Interneta stvari, velikih skupova podataka, veštačke inteligencije i računarstva u oblaku u Četvrtoj industrijskoj revoluciji, Kineska inženjerska akademija je predstavila Pametno rudarstvo (Intelligente Mining) kako bi se postigao cilj da na teškim radnim mestima proizvodnja bude bez ljudi [13].

3. KONCEPT IS/IKT SISTEMA

Glavni zadatak Projektnog tima je bio unapređenje upravljanja pomoćnom mehanizacijom (PM), odnosno upravljanja održavanjem pomoćne mehanizacije (PMO) i upravljanja eksploatacijom pomoćne mehanizacije (PME). Na slici 1 je prikazana fizička arhitektura Informacionog sistema PM za podršku upravljanju sistemom održavanja PM i upravljanju sistemom eksploatacije PM.



Slika 1. Fizička arhitektura ISPM

Upravljanje PM, posmatrano kao proces, je poslovni proces koji primarno ima za cilj da obezbedi uslove da mašina za koju je primljen zahtev efikasno izvrši rad, uz optimalne troškove. U skladu sa savremenim sistemskim pristupom upravljanju poslovnim procesima preduzeća, poslovni ciljevi su definisani ključnim pokazateljima (KPI) i mernim veličinama u cilju unapređenja poslovnog procesa (npr. smanjenje potrošnje goriva mašine/vozila je cilj poslovnog procesa, a KPI je

potrošnja goriva iskazana u litrima po moto-času [l/mč] ili litrima po kilometru [l/km]).
Procesno orijentisan pristup upravljanju PM obuhvata: identifikaciju poslovnih procesa sa merljivim pokazateljem ostvarenja postavljenog poslovnog cilja kojeg treba da bude svestan ceo tim učesnika u realizaciji aktivnosti procesa, identifikaciju vlasnika procesa i odgovornosti pojedinih učesnika za glavne aktivnosti/potprocese, definisanje procedura rada za glavne aktivnosti/potprocese, što je u skladu sa zahtevima savremenog sistema kvaliteta.

3.1 Integrisani model (IM) kao CPS model

Fizički prostor u kojem su mašinski sistemi i okolina koju čine: buldožeri, skiperi, rovokopači, dizalice, terenska i putnička vozila i druge mašine i vozila, i površinski kopovi Kostolac su integrisani u računarske, komunikacione i upravljačke sisteme, koji predstavljaju sajber prostor, čineći Intgrisani model koji obuhvata tri značajne dimenzije savremenog preduzeća: procesnu orijentisanost, IT podršku operacijama i zahteve sistema kvaliteta. IM je jedan integrisani model poslovnog procesa (PP) i IS koji pokazuje da su PP i IS u interakciji da bi realizovali poslovni cilj [14].
Ovako postavljen pristup i realizovani model predstavljaju osnovu za integraciju mašinskih sistema i okoline kao fizičkog prostora i računarskog komunikacionog i upravljačkog sistema kao sajber prostora.
Izvršeno je identifikovanje poslovnih procesa koje prioritetno treba podržati sa IS/IKT, za koje je i projektovana i realizovana softverska podrška:

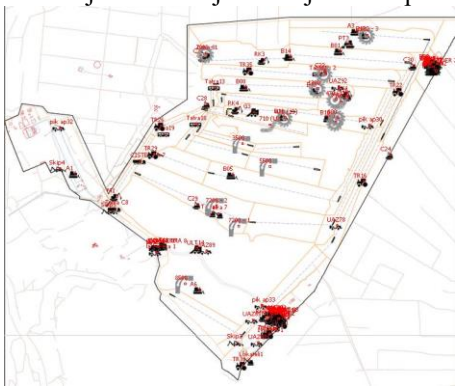
- Održavanje baze podataka opštih i tehničkih karakteristika mašina i vozila
- Podrška godišnjem rasporedu rada po smenama i grupama radnika
- Dnevno raspoređivanje mašina i radnika
- Podrška upravljanju gorivom
- Podrška upravljanju mazivom i rashladnom tečnošću
- Praćenje rada mašina i radnika, sa kontrolom i nadzorom (IS, GPS/GPRS)
- Rešavanje otkaza mašine na terenu
- Planiranje održavanja PM na površinskim kopovima,
- Preventivno održavanje,
- Interventno (naknadno) održavanje,
- Remontno (investiciono) održavanje,
- Zaštita životne sredine, zdravlja i bezbednosti na radu,
- Obračun ključnih pokazatelja performansi,
- Izveštavanje o radu mašina i radnika (za operativni i top menadžment).

IS/IKT sistem PM (slika1. - Fizička arhitektura IS/IKT sistema) obuhvata IS/IKT za podršku upravljanju sistemom održavanja pomoćne mehanizacije (PMO) i IS/IKT za podršku upravljanju sistemom eksploatacije pomoćne mehanizacije (PME) - ISPME. Glavni procesi upravljanja pomoćnom mehanizacijom se izvršavaju uz podršku IS/IKT sistema PM [14, 15].

3.2 GPS/GPRS – senzori mehanizacije

Kako je rečeno u tački 2.2, u kontekstu Industrija 4.0 uobičajen je termin Industrijski internet stvari (IIoT), sa karekteristikama: (a) napredna interakcija objekata sa okruženjem i trenutni odgovor ako se bilo šta promeni, (b) sveprisutnost – pruža informacije o lokaciji, fizičkim i atmosferskim uslovima objekata, uz optimizaciju različitih elemenata uz podršku interfejsa čovek – mašina, i (c) povezivanje fizičkih objekata, ljudi, inteligentnih mašina, pametnih senzora.
Realizovan je sistem za praćenje mašina i vozila pomoćne mehanizacije u TE-KO putem GPS i GPRS tehnologije - GPS/GPRS sistem ima cilj da obezbedi lociranje i praćenje rada vozila pomoćne mehanizacije. Sastoji se od: GPS/GPRS uređaja za satelitsko praćenje i kontrolu vozila koji se instalira u mašinama i vozilima (na dalje: jedinice PM) i automatski određuju lokaciju vozila (određuju se prostorne koordinate jedinica PM), i prikupljaju se vrednosti izabranih parametara sa vozila. U definisanom vremenskom intervalu svi ti podaci se prosleđuju putem GPRS mreže u dispečerski (monitoring ili kontrolni) centar u kome se podaci obrađuju pomoću specijalizovanog softvera i prikazuju korisnicima na mapama. Ističemo, postavljeni sistem omogućava prikupljanje podataka sa jedinica PM, slanje prikupljenih informacija, pomoću poruka preko GPRS mreže, prihvat, pohranjivanje i prikaz informacija iz jedinica PM [16, 17]:

- Prikaz pozicija jedinica PM na mapi (podlogama PK Drmno),
- Indikacija kada se motor startuje i podatak o vremenu rada motora (GPS/GPRS uređaj ima interni brojač vremena rada motora od kada se motor startuje do zaustavljanja rada motora),
- Vrednost napona sa davača nivoa goriva u rezervoaru, na jedinicama PM (gde postoje ugrađeni davači). Primljeni podaci sa uređaja se smeštaju i čuvaju u bazi podataka.



Slika 2 Prikaz pozicija mašina PM i transportnih traka

Na slici 2. je prikazan položaj mašina na površinskom kopu „Drmno“ primenom GPS/GPRS uređaja. Sistem sačinjavaju GPS/GPRS uređaji za prikupljanje podataka montirani na jedinicama PM, komunikacioni server, aplikativni server i server baze podataka, GPRS ruter (gateway), radne stanice (sa velikim ekranom sa prezentacijom mape PK) koje pristupaju aplikativnom serveru i GPRS i VPN mreža za prenos poruka sa jedinica PM do servera (prikazani na slici1).

3.3 Mobilno računarstvo

Cisterne sa gorivom i vozila opremljena mazivima i tehničkim tečnostima su opremeljene mobilnim industrijskim računarima, za evidentiranje prilikom izdavanja goriva, maziva i tehničkih tečnosti na terenu na površinskim kopovima. Aplikacije „Izdavanje goriva na terenu“ i „Izdavanje maziva i tehničkih tečnosti“ šalju podatke o događajima u data centar gde se nalaze serveri ISPM (baza podataka, web server i komunikacioni server). Računarko komunikaciona infrastruktura TE-KO omogućava pristup ISPM sa svih lokacija TE-KO Kostolac [18, 19]. Na slici 3. je prikazan mobilni računar ugrađen u kabinu traktora koji vuče cisternu sa gorivom.

Sluka 3. Mobilni računar u kabini traktora sa cisternom

3.4 Serveri u virtelnom prostoru

Celokupan prostor na kome su smeštene komponente IS/IKT sistema predstavlja skup virtuelizovanih servera za pojedine funkcionalnosti, omogućavajući fleksibilnost za korišćenje skalabilnih računarskih resursa putem interneta, a „oblak“ se može nalaziti u IKT sektoru TE-KO, ali se jednostavno može preseliti na bilo koju lokaciju EPS-a ili u bilo koji državni ili privatni Data centar.

3.5 Upravljanje operativnim radom i održavanjem mašina PM – integracija podataka

Na virtuelizovane servere stižu velike količine podataka iz različitih izvora, omogućavajući njihovo prikupljanje, analizu i zaključivanje na osnovu prispelih informacija, odnosno obezbeđujući top i operativnom menadžmentu brzo dobijanje svih informacija sa terena i olakšano donošenje pravovremenih i pravilnih odluka kroz praćenje KPI, što je i bio konačni cilj projekta.

Poslovni procesi PME i sistem PME kao poslovni sistem za kontinuirano unapređenje operativnog rada PM moraju u savremenom poslovanju da budu podržani savremenim IS, odnosno IKT sistemom za upravljanje na bazi raspoloživosti/gotovosti i proizvodno-ekonomskih pokazatelja [18].

Upravo, integracija procesa i prikupljenih podataka sa terena čine glavne mehanizme koje PK kao poslovno tehnološki sistem koristi u modelu Industrija 4.0.

4 ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Realizovani IS/IKT sistem PM obuhvata IS/IKT za podršku upravljanju sistemom eksploatacije i sistemom održavanja pomoćne mehanizacije (PMO), obezbeđujući dobijanje prave informacije u pravo vreme za definisani kontekst fleksibilnosti [20].

Za analizu rentabilnosti rada pojedine mašine ili pomoćne mehanizacije u celini radi se analiza troškova i prihoda u kontekstu ostvarene proizvodnje uglja na PK. Minimalna vrednost eksploatacije koja obezbeđuje poslovanje bez gubitaka je definisana jednakošću ukupnih troškova i ukupnih prihoda. U procesu proizvodnje uglja na površinskim kopovima, pomoćna mehanizacija se pojavljuje sa svojom uslugom - pomoćnim radovima koji prate proizvodnju uglja kao prethodni radovi, prateći radovi, naknadni radovi (npr. radovi na kopanju, utovaru, kopanju kanala). Ovi radovi su proizvod pomoćne mehanizacije i kao takvi imaju cenu koštanja, a i ulaze u cenu proizvodnje.

Prevođenje sistema upravljanja PM na model Industije 4.0 na površinskim kopovima uglja ići će, pre svega u pravcu horizontalne i vertikalne integracije. Horizontalna integracija će stvarati dodatu vrednost kroz nove i unapređene usluge PM. Biće obuhvaćena podrška automatskom unosu – automatskom prihvatanju podataka za radni nalog (RN) i radne liste (RL) sa digitalnih nosača informacija sa čipom. To će omogućiti brže i efikasnije evidentiranje samog procesa rada zaposlenih (servisera) prema izdatom radnom nalogu i radnoj listi, dalje, korišćenjem beskontaktne smart ID kartice (kakve već postoje u TE-KO za kontrolu pristupa), biće omogućeno evidentiranje početka i završetka rada po RN odnosno RL, kao i vreme prekida rada servisera koji je upućen ili raspoređen na drugi RN. Ovaj podsistem će omogićiti serviseru za dati RN, prijavljivanje početka i kraja rada po RN, prinošenjem beskontaktne smart ID kartice NFC mobilnom uređaju (Slika 4.)

Slika 4. Primer očitavanja beskontaktne smart ID kartice

Vertikalna integracija će ići ka efektivnijem povezivanju tehnološkog sistema proizvodnje uglja velikim bagerima (na kojima je već postavljen izvestan broj lokacijskih senzora) i sistema pomoćne mehanizacije (sa lokacijskim senzorima na jedinicama PM). Ovo će voditi ka daljoj optimizaciji korišćenja PM u procesu proizvodnje uglja.

Dalje, analizom dobijenih podataka sa senzora i drugih izvora podataka doći će se do parametara produktivnosti i konkurentnosti, a broj parametara koji se prate i/ili analiziraju praktično nije ograničen, čime se dolazi do suštinske prednosti modela Industrija 4.0 u primeni, a posebno u garantovanju visoke tačnosti i kvaliteta proizvoda i usluga.

ZAHVALNOST

Istraživanje prezentovano u ovom radu je delimično sprovedeno u okviru projekta TR 35030 koji je podržan programom tehnološkog razvoja Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

LITERATURA

[1] Majstorovic, V., et al. Program - Advanced Industrialization of Serbia and Industry Policy, horizon 2020/2030, Mechanical Engineering Faculty, 2016.

[2] Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRY 4.0, Securing the future of German manufacturing industry Final report of the Industrie 4.0 Working Group, April 2013. (https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf - Accessed, Jan. 2020)

[3] Oztemel1, E., Gursev, S., Literature review of Industry 4.0 and related technologies, Journal of Intelligent Manufacturing - 2018, https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8.

[4] Lee J., et al.: A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letter, 2015;3:18–23. https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001.

[5] Stock, T., Seliger, G.: Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0, 13th Global Conference on Sustainable Manufacturing - Decoupling Growth from Resource Use, Procedia CIRP 40 (2016) 536 – 541. https://doi:10.1016/j.procir.2016.01.129.

[6] Atzori, L., et al.: The Internet of Things: A survey, Comput. Networks, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, 2011. https://doi:10.1016/j.comnet.2010.05.010.

[7] Schumacher, A., et al.: A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises, Changeable, Agile, Reconfigurable & Virtual Production, Procedia CIRP 52 (2016) 161 – 166. https://doi:10.1016/j.procir.2016.07.040.

[8] Wamba, F., et al.: How “big data” can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. Int J Prod Econ 2015;165:234–46. https://doi:10.1016/j.ijpe.2016.08.018.

[9] Bahrin, M., et al.: Industry 4.0: A Review on Industrial Automation and Robotic, Jurnal Teknologia (Sciences & Engineering), eISSN 2180–3722 (2016) 137 – 43. https://doi.org/10.11113/jt.v78.9285.

[10] Wang, S., et al.: Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook, International Journal of Distributed Sensor Networks Volume 2016, Article ID 3159805, 1-10. https://doi.org/10.1155/2016/3159805.

[11] Dalenogare, L., et al.: The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance, International Journal of Production Economics, Volume 204, October 2018, Pages 383-394, https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019.

[12] Hoosain, M. S., Paul, B. S., & Doorsamy, W. (2018, november). Constraint dependent, shortest path algorithms for real time vehicles movement in the coal mining industry towards Industry 4.0. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Pretoria / Johannesburg, South Africa.

[13] Hao, Y., Wu, Y., Ranjith, P. G., Zhang, K., Zhang, H., Chen, Y., ... & Li, P. (2019). New insights on ground control in intelligent mining with Internet of Things. Computer Communications.

[14] Pantelić, S.D., Ivanović, G., Dimitrijević, S., Stošić, D., Stefanović, B., Đurić, R., „Procesni pristup upravljanju radom pomoćne mehanizacije na površinskom kopu uglja sa IKT podrškom“, Zbornik radova YUINFO 2012 - 18. konferencija o informacionim i komunikacionim tehnologijama, Kopaonik, (2012) 283-288.

[15] Mitrović, R., Jovanović., D., Ivanović, G., Stošić, D., Pantelić, S., Stević., D., Stefanović, B., Dimitrijević, S., i dr. (2010-2017) „Razvoj i implementacija sistema upravljanja operativnim radom pomoćne mehanizacije na bazi raspoloživosti i proizvodno ekonomskih pokazatelja operativnog rada sa podrškom savremenog informacionog sistema / informacionih tehnologija, , Faze I-V“, Mašinski fakultet u Beogradu, Izveštaj br. MF 09.03-376/11, 09.03-381/11, 09.03-393/12, Beograd, 2011-2012.

[16] Stošić, D., Pantelić, S, Dimitrijević, S., Ivanović, G., Stefanović, B., Ivanović, M., Stević D., „GPS/GPRS tehnologije u IKT sistemu upravljanja pomoćnom mehanizacijom na površinskom kopu uglja“, Zbornik radova YUINFO 2014 - 20. konferencija o informacionim i komunikacionim tehnologijama, Kopaonik, (2014)

[17] Ivanović, G., Stošić, D. i dr., GPS/GPRS sistem pomoćne mehanizacije (PM) PD TE-KO, Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Izveštaj br. MF 09.03-415/13, Beograd, 2013.

[18] Mašinski fakultet, Beograd; Institut "MIhajlo Pupin" (2018), „Izdavanje maziva i tehničkih tečnosti“, Izveštaj br. MF 09.03-513/18.

[19] Stošić, D., Pantelić, S, Simeunović, V., Ivanović, G., Ješić, P., Stević D., „Praćenje dolivanja goriva, maziva i tehničkih tečnosti na PK uglja Drmno podržano savremenim IKT“, Zbornik radova YUINFO 2019 - 25. konferencija o informacionim i komunikacionim tehnologijama, Kopaonik, (2019)

[20] Mitrović, R, „SRBIJA 4.0 - Budućnost koja se ne sme propustiti“, Zavod za udžbenike, Beograd, ISBN 978-86-17-19955-3, Beograd 2019.

INTELIGENTNA PRETRAGA INFORMACIJA U MINISTARSTVU UNUTRAŠNJIH POSLOVA REPUBLIKE SRBIJE

INTELLIGENT INFORMATION SEARCH IN THE MINISTRY OF THE INTERIOR OF THE REPUBLIC OF SERBIA

Duško Sivčević[1], Slaviša Đukanović[1], Vojkan Nikolić[2], Milan Gligorijević[1],

Slobodan Nedeljković[1], Miloš Stevanović[3], Stefana Janićijević[4]

[1] Ministarstvo unutrašnjih poslova Republike Srbije, Kneza Miloša 101, 11000 Beograd

[2] Kriminalističko-policijski univerzitet, Cara Dušana 196, 11080 Beograd

[3] Comtrade, Savski nasip 7, 11000 Beograd

[4] Comtrade System i ITS Visoka škola strukovnih studija, Savski nasip 7, 11000 Beograd

APSTRAKT – Ministarstvu unutrašnjih poslova Republike Srbije obavlja poslove državne uprave koji se u najvećoj meri odnose na bezbednosti građana. Razvoj informacionih i komunikacionih tehnologija (IKT) je doneo nove pristupe i mogućnosti u poboljšanju kvaliteta podrške u radu svim linijama rada Ministarstva, a posebno operativnim linijama rad. Kreiranje specijalizovanih IKT sistem koji imaju sposobnost da policijskim službenicima pružaju pouzdane, pravovremene i relevantne informacije su od suštinske važnosti. Ovakav oblik podrške mogu da obezbede samo namenski razvijene inteligentne pretrage koje su zasnovane na specijalizovanim algoritmima pretraživanja podataka. S obzirom da se velika količina podataka nalazi na internetu i u nestruktuiranom obliku izbor adekvatnih algoritama za pretraživanje, kao i sam model inteligentnog sistema je suštinski važan za kvalitet dobijenih informacija. U radu je predstavljen softverski sistem „Inteligentna pretraga informacija (IPI)“ koji predstavlja adekvatno rešenje za pretrage „otvorenih“ podataka sa interneta putem predefinisanih Microsoft servisa i dizajniranih custom servisa od strane kompanije Comtrade za podršku u radu policijskih službenika.

Ključne reči: nestruktuirani podaci, inteligentne pretrage, Microsoft Bingo search, Microsoft Azure, Cosmos DB

ABSTRACT – The Ministry of the Interior of the Republic of Serbia performs the tasks of state administration, which mostly relate to citizens' security. The development of information and communication technologies (ICT) has brought new approaches and opportunities in improving the quality of work support to all lines of work of the Ministry, and especially to operational lines of work. Creating specialized ICT systems that have the ability to provide police officers with reliable, timely and relevant information is essential. This form of support can only be provided by purpose-built intelligent searches that are based on specialized data search algorithms. Given the large amount of data available on the internet and in unstructured form, the choice of adequate search algorithms, as well as the model of the intelligent system itself, is essential for the quality of the information obtained. The paper introduces the Intelligent Information Search (IIS) software system, which is an adequate solution for searching "open" data from the internet through predefined Microsoft services and designed custom services by Comtrade to support the work of police officers.

Keywords: unstructured data, intelligent searches, Microsoft Bingo search, Microsoft Azure, Cosmos DB

1. UVOD

Policijski službenici Ministarstva unutrašnjih poslova (MUP) Republike Srbije (RS), obavljajući poslove iz svoje nadležnosti, prikupljaju, čuvoju i održavalu podatke u evidencijama za koje je zaduženo ovo Ministarstvo. Ove podatke policijski službenici koriste u svakodnevnom poslu obavljajući svoje poslovne aktivnosti.

Već dugi niz godina postoji potreba da se pored podataka kojima raspolaže MUP RS koriste i “otvoreni” podaci iz drugih izvora: dnevna štampa, vesti, socijalne mreže, forumi, sl. Do ovakvih podataka i informacija se dolazilo pomoću Google portala, gde ovakva pretraga ne dovodi do mogućnosti čuvanja podataka, s obzirom da pretraga i rezultati zavise od trenutnog stanja Google portala. [1]

Kako bi se unapredio ovaj proces rada pristupilo se razvoju namenski kreirane inteligentne pretrage koja je zasnovana na specijalizovanim algoritmima pretraživanja podataka i baze znanja gde se prilikom svake pretrage pronađu i čuvaju relevantni podaci. Ovim se unapređuje poslovanje policijskih službenika MUP RS u smislu postavljanja originalnog sistema Inteligentna pretraga informacija (IPI) koji skladišti i

čuva podatke i predstavlja osnovu za razvoj pametnih algoritama koji obogaćuju kontekst podataka i poboljšavaju akcije predviđanja budućih rezultata pretraga. [2]

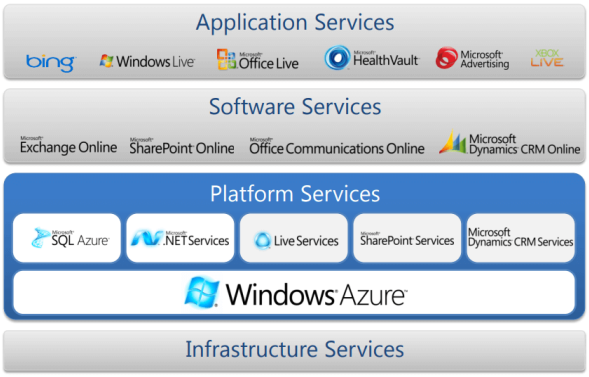
IPI rešenje pretrage "otvorenih" podataka sa interneta je relizovano pomoću predefinisanih Microsoft servisa i dizajniranih *custom* servisa od strane kompanije Comtrade. Osnovna platforma za razvoj ovog Sistema je Microsoft Azure, koja koristi Scraping modul, Frontend modul i Backend modul, a kao funkcija napredne pretrage Cognitive Search.

U prvoj fazi razvoja ovog Sistema predviđen je razvoj Proof of Concept (PoC), koji bi se kasnije proširio i primenio u potpunosti za podršku poslova policijskih službenika MUP RS.

2. MICROSOFT AZURE PLATFORMA

Cloud computing je skup hardverski zasnovanih usluga, koje nude računske, mrežne i skladišne resurse uz visoko apstrahovano upravljanje hardverom. Cloud computing obezbeđuje dinamičku skalabilnost, virtualizuje resurse, i pruža se kao usluga na internetu. Počiva na: virtualnim mašinama, virtualizovanom skladišnom prostoru, i pružanju različitih infrastrukturnih servisa. [3]

Azure je Cloud computing platforma koju je razvila firma Microsoft 2010. godine. To je otvorena i fleksibilna platforma koja pomaže u razvoju, skladištenju podataka, hostingu usluga i upravljanju uslugama. Alat Azure opslužuje web aplikacije kojima se pristupa putem interneta uz pomoć Microsoftovih centara podataka. Tri pristupa Cloud computing su dominantna: infrastruktura kao usluga (IaaS), softver kao usluga (SaaS) i platforma kao usluga (PaaS) (Slika 1.). [4]



Slika 1. Azure portal [4]

a) Azure kao IaaS.

IaaS je bazni sloj platforme u Cloud-u. Ovu uslugu Azure koriste IT administratori za obradu, skladištenje, umrežavanje ili bilo koje druge osnovne računske operacije. Pruža korisnicima mogućnost pokretanja proizvoljnog softvera. Prednosti koje nudi Azure kao IaaS su: Obezbeđuje efikasnu prenosivost dizajna; Posebna prednost je za aplikacije kojima je potrebna potpuna kontrola IaaS; Brzi prenos usluga u Cloud; Rasterećuje od poslova kao što su podešavanja mnogih fizičkih ili virtuelnih mašina. [4] Obezbeđuje pristup centralnim podacima i jednostavno upravljanje njima. Nedostaci Azure kao IaaS su: Mnogo sigurnosnih rizika od nenadgradivih servera; Postoje definisni procesi za testiranje i ažuriranje ranjivosti na serverima Azure kao IaaS.

b) Azure kao PaaS.

Azure kao PaaS je računarska platforma koja uključuje operativni sistem, okruženje za izvršavanje jezika na kome je aplikacija napisana, bazu podataka ili web usluge. Ovu uslugu koriste programeri i provajderi aplikacija. Osnovna namena Azure kao PaaS je da predstavlja platformu koja pruža velike mogućnosti klijentu za razvoj i implementaciju softvera. Omogućuje klijentu da se fokusira na razvoj aplikacija, umesto da brine o hardveru i infrastrukturi. Takođe se brine o operativnim sistemima, umrežavanju i problemima servera. [4] Prednosti koje pruža Azure kao PaaS su: Ukupni trošak je nizak jer se resursi raspoređuju na zahtev i serveri se automatski dodaju ili uklanjaju; Mnogo manja ranjivost, jer se serveri automatski proveravaju za sve poznate sigurnosne probleme; Programeru nije vidljiv ceo proces, tako da nema rizika od uništenja podataka. Nedostaci Azure kao PaaS su: Javljaju se problemi oko prenosivosti aplikacija; U Azure kao PaaS raspolaže sa različitim okruženjima, tako da se aplikacija mora uskladiti i prilagoditi u skladu sa zahtevima Azure kao PaaS.

c) Azure kao SaaS.

Azure kao SaaS predstavlja centralni softver kojim se upravlja. To je jedna verzija aplikacije koja se koristi za sve korisnike. Moguće je dodavanje skali više instanci. Ovim se obezbeđuje da se osiguraju najbolje performanse na svim lokacijama. MS Ekchange, Office, Dinamics se mogu koristiti kao Azure kao SaaS. [4]

3. MODULI SISTEMA INTELIGENTNA PRETRAGA INFORMACIJA

Sistem Inteligentna pretraga informacija s sastoji od sledećih komponemti [5]:

1. Scraping modul;
2. Frontend modul;
3. Backend modul;
4. Cognitive Search.

3.1 Scraping modul

Web scraping se koristi za ekstrakciju podataka sa bilo koje web stranice na internetu. Operacija koje je podržana u okviru modula je kopiranje liste podataka.

Određenom akcijom iz IPI sistema se posećuju web stranice i preuzima sadržaj, ekstrahuju podaci iz sadržaja, a zatim se ekstrahovani podaci čuvaju u bazu podataka. IPI sistem koristi aktivne *crawlere* da preuzme i sačuva sadržaj velikog broja web sajtova putem praćenja linkova na web stranama.

Slika 2. Poslovni proces Inteligentna pretraga informacija MUP-a RS

Sam process se sastoji iz tri koraka (Slika 2.):

- Preuzimanje sadržaja sa web sajta;
- Parsiranje i ekstrakcija struktuiranih podataka preuzetih sa web sajta;
- Smeštanje podataka u formatima kao što su CSV, JSON ili u bazama podataka.

Tipičan web Scraping se sastoji od sledećih komponenti:

- Web *crawling;*
- Data Parsing and Extraction;
- Data Cleaning and Transformation;
- Data Serialisation and Storage.

Web *crawling.* Kreće se putem ciljne web lokacije tako što postavlja HTTP zahteve do URL adrese prateći određeni obrazac ili neku drugu logiku paginaciju. Preuzimaju se objekti odgovora kao HTML sadržaj i prosleđuje ove podatke ekstraktoru.

Data Parsing and Extraction. Preuzeti HTML sadržaj se obrađuje pomoću analizatora koji iz svake preuzete stranice izvlači relevantne podatke različitim tehnikama poput Regular Ekpression, HTML parseri ili Algoritmi veštačke inteligencije.

Data Cleaning and Transformation. Pretvara raščlanjene podatke u strukturiraniji format koji odgovara za čuvanje podataka u datoteku poput CSV ili JSON ili baze podataka. Obično se unose zapisi u redovima koje upisuje Data Writer.

Data Serialisation and Storage. Čita se iz redova zapisa i zapisuje podatke u formate kao što su CVS, JSON, JSONLines, KSML ili se učitavaju u relacionu ili ne relacionu bazu podataka u zavisnosti od strukture podataka.

3.2 Frontend modul

Pri pokretanju IPI sistema, korisniku je prikazan početni meni koji se sastoji iz logo-a i dva dugmeta. Jedno dugme vodi ka ekranu za pretragu, dok drugo vodi ka ekranu za statistiku.

3.3 Backend modul

Namena Serverskog dela IPI Sistema je:

- Prima i šalje podatke Frontend-u.
- Čuva i verifikuje podatke koji dolaze sa web-a i upisuje ih u bazu.

Skladište podataka pod jasno definisanim kriterijumima čuva podatke i informacije i dostavlja samo delove koji su traženi prema određenim kriterijumima za određene klijente u skladu sa privilegijama, a po zahtevu IPI API.

Izbor za skladište podataka su MS SQL Server (offline arhiva) i Blob Storage/Cosmos (kapacitet i broj pretraga).

IPI API za pretragu dodaje mogućnost inteligentne pretrage IPI sistemu, kombinujući indeksirane rezultate web stranica, slika, video zapisa i vesti, kako bi pružili najrelevantnije rezultate i bez oglasa. Rezultati se mogu prilagoditi klijentu, povećavajući relevantnost tako što postaju lokalni. [5]

IPI API za pretragu IPI sistema omogućava sadržaj sledećih karakteristika:

- Vesti pretraga.
- Video pretraga.
- Vizuelna pretraga.
- Web pretraga.

Web Search API

Web Search API služi za pretraživanje interneta i koristi određene algoritme sajta bing.com/search za pronalaženje najrelevantnijih rezultata. Pretraga je slična kao i pretraga putem tog sajta. Vraćeni rezultati određuju redosled u kojem će sadržaj biti prikazan. Takođe, u odgovoru mogu biti uključeni i srodni linkovi pretrage, kao i predlog za upit koji možda preciznije predstavlja korisnikovu nameru. Obično se poziva ovaj API umesto ostalih API-ja iz Bing-ove familije kao što su Image API ili News API.

Dodatna kontrola podataka u okviru kognitivnih servisa je:

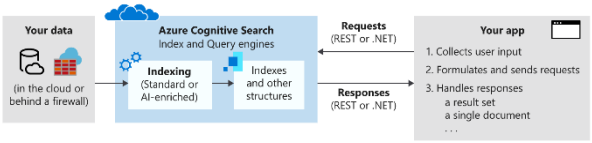
- Bing Autosuggest;
- Bing Entity Search;
- Bing Spell Check.

3.4 Cognitive Search

Funkcija napredne pretrage Cognitive Search (Slika 3.) [5,6]:

- Kognitivna pretraga u okviru Microsoft-a je pretraga-kao-servis cloud rešenje koje daje programerima API-je i alate da bi dodali bogato iskustvo pretrage heterogenog sadržaja u web, mobilnoj ili aplikaciji preduzeća.

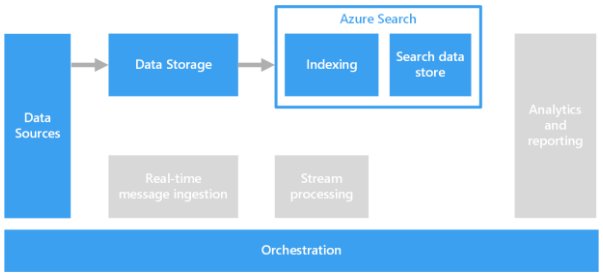
- Kod ili alat poziva unos podataka (indeksiranje) radi kreiranja i učitavanja indeksa.
- Moguće je dodati kognitivne veštine radi primene procesa veštačke inteligencije tokom indeksiranja. To može dodati nove informacije i strukture korisne za pretragu i druge scenarije.
- Kod aplikacije izdaje upitne zahteve i rukovodi odgovorima.
- Funkcionalnost je izložena kroz jednostavan REST API ili .NET SDK koji maskira urođenu složenost povratne informacije.
- Servis se pokreće na cloud-u tako da MS upravlja infrastrukturom i dostupnošću.



Slika 3. Integracija Azure Cognitive Search sa lokalnim podacima i APP-ijima.

Primena Cognitive Search se realizuje kroz (Slika 4.) [6,7]:

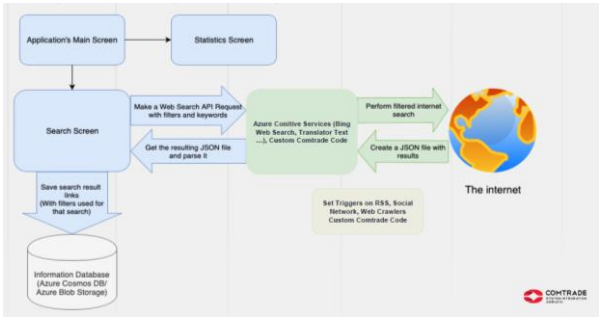
- Izdvajanje značenja iz nestruktuiranog teksta;
- Pregledno čitanje uz pomoć shvatanja pročitanog;
- Razumevanje teksta kroz razumevanje prirodnog jezika;
- Tekst analitika kroz otkrivanje osećanja, ključnih fraza i imenovanih entiteta;
- Prevođenje teksta na oko 60 svetskih jezika (srpski nije uključen, ali postoji mogućnost da se i on uključi).



Slika 4. Azure Cognitive Search

4. SISTEM INTELIGENTNA PRETRAGA INFORMACIJA U MUP RS

Arhitektura IPI Sistema MUP RS je predstavljena Slikom 5. Glavne komponente ovog sistema su: Azure Conitive Services (Bing Web Search, Translator Text…), Custom Comtrade Code i Information database (Azure Cosmos DB and Azure Blob Storage).



Slika 5. Arhitektura sistema Inteligentna pretraga informacija MUP-a RS

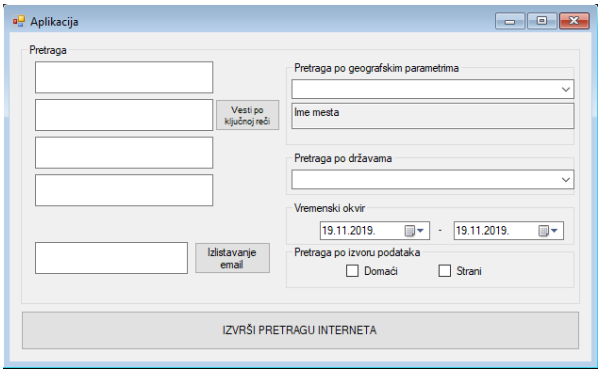
Tok pretrage iz perspektive korisnika se može predstaviti sledećim koracima [6]:

1. Korisnik unosi ključne reči pretrage i informacije na osnovu kojih želi da pretraga bude filtrirana. Klikom na dugme "Pretraži" ključne reči se po potrebi prevode (Translator Text API) i od njih se, zajedno sa filterima, pravi zahtev za pretragu koji se šalje Bing Web Search API-u.

2. Rezultate odgovarajuće pretrage ovaj servis vraća u vidu JSON fajla koji je zatim obrađen ("raspakovan" pa preveden i/ili dodatno filtriran).

3. Na osnovu dobijenih informacija u odgovarajuću bazu podataka sačuvani su detalji pretrage, koje čine: filteri korišćeni pri konkretnoj pretrazi i pronađeni linkovi.

4. Dodatno, moguće je postojećim alatima preuzeti slike, video zapise, tekstove i/ili audio fajlove sa pronađenih linkova i sačuvati i njih u bazu uz detaljne pretrage.



Slika 6. Integracija Azure Cognitive Search sa lokalnim podacima i APP-ijima.

Sadržaj ekrana za pretragu (Slika 6.):

1. Polje u kome se tekstualno unose ključne reči pretrage.

2. Padajući meni iz kog se može izabrati tema/fenomen pretrage (npr. Kriminal, Droga...).

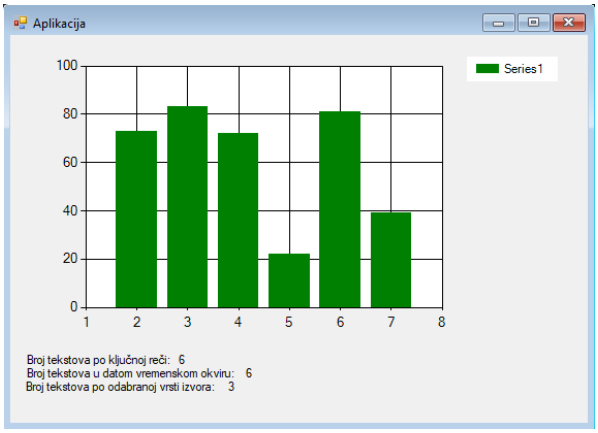
3. Padajući meni iz kog se može izabrati tip izvora željenih rezultata (npr. Mediji, Društvene Mreže, Fakulteti, itd.).

4. Padajući meni iz kog se može izabrati jezik/lokacija pretrage.

5. Opcija za filtriranje pretrage na osnovu datuma (Od-do ili određeni dan).

6. Dugme za pretragu.

S obzirom da su potrebe policijskih službenika za adekvatnim informacijama veoma velike [8,9],očekuje se da će ovaj sistem sa vremenom biti sve bolji. Jedan od primera rezultata pretrage dat je na Slici 7.



Slika 7. Prikaz rezultata pretrage.

5. ZAKLJUČAK

Važnost pravovremenih i tačnih informacija za policijske službenike MUP RS je od vitalne važnosti za kvalitetno i uspešno obavljanje poslovnih aktivnosti, a smim tim i za bezbednost građana RS. Policijski službenici su ranije bili ograničeni na podatke koji sami prikupljaju i čuvaju u evidencijama za koje je zadužen MUP RS.

Sa razvojem interneta pojavili su se i drugi izvori podataka koji mogu doprineti policijskim istragama, a i generalno policijskim poslovima. Samoinicijativno i bez neke organizacije policijski službenici su počeli da koriste postojeće pretraživače i portale kako bi došli do određenih informacija. Najčešće je korišćen Google portal, gde ovakva pretraga ne dovodi do mogućnosti čuvanja podataka. Pored toga, rezultati ovakve pretrage zavise od trenutnog stanja Google portala.

Razvoj namenski kreirane inteligentne pretrage koja je zasnovana na specijalizovanim algoritmima pretraživanja podataka i baze znanja gde se prilikom svake pretrage pronađu i čuvaju relevantni podaci dovodi do unapređenja poslova policijskih službenika MUP RS. Sistem Inteligentna pretraga informacija MUP RS obezbeđuje pretraživanje, skladištenje i čuvanje podatke i predstavlja osnovu za razvoj pametnih algoritama koji obogaćuju kontekst podataka i poboljšavaju akcije predviđanja budućih rezultata pretraga.

LITERATURA

[1] V. Nikolić, B. Markoski, K Kuk, D. Ranđelović, P. Čisar, Modelling the System of Receiving Quick Answers for e-Government Services: Study for the Crime Domain in the Republic of Serbia, (M23), Acta Polytechnica Hungarica (Accepted 2018)

[2] V. Nikolić, B. Petrevski, M. Petrevska, N. Banjac, I. Djukić Petrevska, Ekstrakcija i detekcija prirodnih jezika pomoću softverskog alata Apache Tika, DQM 2017

[3] A. Nikola, A. Bukurov, V. Stanković, Informacioni sistemi, MATF, (2017)

[4] https://www.guru99.com/microsoft-azure-tutorial.html#4 (02.02.2020)

[5] M. Collier, R. Shahan, Fundamentals of Azure, Microsoft Press, 2016

[6] J. VanderPlas, Python Data Science Handbook, Jupyter, 2016

[7] Slaviša Đukanović, Vojkan Nikolić, Duško Sivčević, PREDIKTIVNA ANALITIKA U FUNKCIJI POVEĆANJA BEZBEDNOSTI GRAĐANA, 8th International Conference on Information Society and technology, ICIST2018, YUINFO2018, Kopaonik, 11-14. mart 2018

[8] Slaviša Đukanović, Rada Marinkov, Primena alata poslovne onteligencije u ekstrakciji obeležja urbane bezbednosti, Konferencija Urbana bezbednost, Fakultet Bezbednosti i Građevinski fakultet, Beogradskog univerziteta, Beograd, 2017

[9] E. Kokić, V. Nikolić, S. Djukanović, P. Djikanović, B. Markoski, Otvoreni podaci (Open data) eUprave Republike Srbje, Zbornik radova, Izdavač: Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, Beograd, 2019

РАЗВОЈ еУПРАВЕ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ ДОПРИНОС МИНИСТАРСТВА УНУТРАШЊИХ ПОСЛОВА КРОЗ НОВЕ УСЛУГЕ
DEVELOPMENT OF GOVERNMENT IN THE REPUBLIC OF SERBIA CONTRIBUTION OF THE MINISTRY OF THE INTERIOR THROUGH NEW SERVICES

, Slaviša Đukanović[1] Bogdan Pejčić[1], Vojkan Nikolić[2], Veljko Marinković[1],

Slobodan Nedeljković[1], Duško Sivčević[1,]

[1] Ministarstvo unutrašnjih poslova Republike Srbije, Kneza Miloša 101, 11000 Beograd

[2] Kriminalističko-policijski univerzitet, Cara Dušana 196, 11080 Beograd

APSTRAKT – Имајући у виду реформе јавне управе у Републици Србији, које се пре свега огледају у искоришћењу потенцијала које савремене информационо комуникационе технологије нуде, те олакшицама за грађане, пословни и јавни сектор, Министарство унутрашњих послова настоји да дигитализује своје управне процесе и на тај начин да свој допринос у овим тежњама. У складу са свим наведеним, извршена је анализа процедуре за добијање података о (не)кажњавању, која се за потребе пунолетних физичких лица обавља на лични захтев на шалтерима МУП, док се уз образложен захтев и оправдани интерес заснован на закону, државном органу, предузећу, другој организацији или предузетнику, путем писаног захтева. Резултат изведене анализе показао је да се наведена управна радња може унапредити у смислу дигитализације пословног процеса и поједностављењем целокупног процеса у том смислу. Нова еУслуга омогућује потпуно дигитализиован процес у коме подносилац захтева, путем електронских образаца (форми) на порталу еУправа, без одласка у МУП врши целокупан процес подношења захтева за подацима о (не)осуђиваности (уверење). У процесу пријаве, сви прописани и неопходни докази се аутомстски обезбеђују кроз процес електронске размене података између релевантних органа државне управе.

Кључне речи: *еУправа, казнена евиднција, сервис, портал*

ABSTRACT: Taking into account public administration reform in the Republic of Serbia, which are primary contained in utilizing potential which modern ICT offer, citizens relief, business and public sector relief, the Ministry of Interior strive to digitize its administrative process. Related to all of this, it was performed an analysis of procedure for getting data of punishment (penalty record). For adult persons this procedure is being implemented through personal request on MOI official counters. Also, with reasoned request based on law, this data can be given to other state authorities, companies, organizations etc. The result of implemented analysis shows that administrative action can be improved with digitization of this business process and with simplification of whole this process. New electronic service enables completely digitized process in which applicant, using the electronic forms on platform E-government, and without going in MOI, can do completed process of applying for data about condemnation. In sign-up procedure, all prescribed and necessary evidence are automatically processed through the electronic exchange of data among relevant state administration bodies.

Keywords: E-government, penalty record, service, portal

1. Увод

Имајући у виду реформе јавне управе у Републици Србији, које се пре свега огледају у искоришћењу потенцијала које савремене информационо комуникационе технологије нуде, те олакшицама за грађане, пословни и јавни сектор, Министарство унутрашњих послова настоји да дигитализује своје управне процесе и на тај начин да свој допринос у овим тежњама. У складу са свим наведеним, извршена је анализа процедуре за добијање података о (не)кажњавању, која се за потребе **пунолетних физичких лица** обавља на лични захтев на шалтерима МУП, док се уз образложен захтев и оправдани интерес заснован на закону, државном органу, предузећу, другој организацији или предузетнику, путем писаног захтева.

2. Актуелно стање

Казнена евиденција се води за сва пунолетна лица који су држављани Републике Србије као и за стране држављане и лица без држављанства која су рођена на територији Републике Србије, за држављане Републике Србије рођени у иностранству који су осуђени правоснажном судском пресудом домаћег суда. Такође казнена евиденција се води за стране држављане који су правоснажно осуђена за кривична дела извршена на територији Републике Србије и за држављане Републике Србије осуђене за кривична дела од стране страних судова.

Казнена евиденција се води по месту рођења у подручним полицијским управама. Сва акта која судови, установе за извршење кривичних санкција и други надлежни органи достављају у вези са вођењем казнене евиденције, уредно се евидентирају и ажурирају на јединственом информационом систему у централизованој Казненој евиденцији као и на казненом картону уз означавање броја и датума пријема. Уколико су подаци о примљеном акту непотпуни или нечитки (непотпуни подаци о лицу или о пресуди), такав акт, уз пропратно писмо надлежна организациона јединица за вођење казнене евиденције подручне полицијске Управе, враћа надлежном органу на допуну.

Ради бољег сагледавања укупног броја издатих уверења, извршених провера и достављених извештаја и у том смислу планирања ресурса у пројектовању новог система Казнене евиденције, на Слици 1 дат је преглед годишњег броја издатих уверења физичким лицима о (не)осуђиваности за остваривање права (плава линија), као и извршених провера и достављених извештаја судовима, тужилаштвима, војним органима, коморама, министарствима, државним и локалним самоуправама, страним органима и другима (сива линија), на територији Републике Србије за 2016, 2017, 2018. и 2019. године.

Слика 1. Актуелна статистика .

Резултат изведене анализе показао је да се наведена управна радња може унапредити у смислу дигитализације пословног процеса и поједностављењем целокупног процеса у том смислу. Дигитализација пословног процеса огледала би се у имплементацији скупа електронских сервиса којима би се свим пунолетним физичким и правним лицима омогућило да податке о (не)осуђиваности добију преко електронских сервиса у виду услуге електронске управе, доступне на националном порталу еУправа, кроз интеграцију са информационо-комуникационим системом МУП.

Нова еУслуга омогућује потпуно дигитализиован процес у коме подносилац захтева, путем електронских образаца (форми) на порталу еУправа, без одласка у МУП врши целокупан процес подношења захтева за подацима о (не)осуђиваности (уверење). У процесу пријаве, сви прописани и неопходни докази се аутомстски обезбеђују кроз процес електронске размене података између релевантних органа државне управе.

Имајући у виду комплексност наведеног пословног процеса, његов значај у безбедносном смислу и већи број различитих могућих сценарија зависно од типа подносиоца и начина подношења захтева, процес унапређења спроводио се у неколико развојних фаза:

- **Прва фаза** пројекта подразумевала је развој сервиса и апликативних форми који би омогућили потпуну

дигитализацију, подношење захтева **пунолетног физичког лица** за добијање података о (не)осуђиваности ради остваривање права.

- **Друга фаза** обухватала је развој додатних сервиса и дигитализацију пословног процеса, подношење захтева правног лица за добијање података о (не)осуђиваности за остваривање права по основу закона.

3. ПОСЛОВНИ ПРОЦЕС „ПОДНОШЕЊЕ ЗАХТЕВА ПУНОЛЕТНОГ ФИЗИЧКОГ ЛИЦА ЗА ДОБИЈАЊЕ ПОДАТАКА О (НЕ)ОСУЂИВАНОСТИ“

Пословни процес еУслуге **„Подношење захтева пунолетног физичког лица за добијање података-Уверења о (не)осуђиваности ради остваривање права“** биће описан у корацима који дефинишу интеракцију подносица захтева са апликативном формом на Порталу еУправа, обрадом података на апликативној форми, интеракцију између система (Портал еУправа – МУП) и обраду података у сваком од ИКТ система (табела 2):

РБ.	НАЗИВ КОРАКА – ОПИС КОРАКА
1.	**ПОКРЕТАЊЕ УСЛУГЕ И АУТЕНТИКАЦИЈА** Пунолетно физичко лице које подноси захтев електронским путем (у даљем тексту: подносилац захтева), врши избор услуге „Подношење захтева за уверење о (не)кажњавању“ на порталу еУправа након чега му се приказују опис услуге са напоменама, условима коришћења, неопходним корацима и подацима које је потребно припремити како би захтев за уверењем био успешно спроведен, а све у складу са постојећим механизмом и усвојеном праксом на порталу е-Управа. Подносилац захтева покреће електронску услугу „Подношење захтева за уверење о (не)кажњавању“ на порталу еУправа коришћењем његовог **квалификованог електронског сертификата**.
	АЛТЕРНАТИВНИ СЦЕНАРИО - Уколико се процес аутентикације на услугу „Подношење захтева за уверење о (не)кажњавању“ не одвије успешно (погрешно инсталиран софтвер, истекли сертификати, грешка у апликацији Портала еУправа), корисник услуге о томе добија одговарајућу поруку на апликативној форми услуге.
2.	**УНОШЕЊЕ ПОДАТАКА О ПОДНОСИОЦУ ЗАХТЕВА** Кориснику услуге се након успешне аутентикације на Порталу еУправа (пријаве на еУслугу) приказује екранска форма за унос серијског броја личне карте и регистарског броја личне карте (уписаних на сваком образцу личне карте). На основу унетих података, ЈМБГ прочитаног из квалификованог електронског сертификата подносица захтева, врши се позивање веб сервиса МУП који враћа неопходан сет података о подносиоцу захтева. Подаци о подносиоцу захтева који је вратио веб сервис МУП-а преносе се на следећу екранску форму за унос података у образац захтева за издавање уверења о (не)кажњавању .
	АЛТЕРНАТИВНИ СЦЕНАРИО - Уколико приликом позива веб сервиса МУП дође до грешке (грешка у комуникацији, грешка у сервису и др.), подносилац захтева о томе добија одговарајућу поруку на апликативној форми услуге. - Уколико је подносилац захтева погрешио у уносу серијског броја или регистарског броја личне карте, односно ЈМБГ, веб сервис МУП о томе враћа одговарајућу поруку која се подносиоцу пријаве приказује на апликативној форми услуге.
3.	**ПОПУЊАВАЊЕ ЕЛЕКТРОНСКОГ ОБРАЗЦА ЗАХТЕВА ЗА УВЕРЕЊЕ О (НЕ)КАЖЊАВАЊУ** Подносиоцу захтева – приказује се електронска форма за попуњавање података садржаних у Образцу захтева за издавање уверења о (не)кажњавању (слика испод тренутан изглед образца). Подаци о подносиоцу захтева (Име, Презиме, датум и година рођења, место рођења, општина рођења, држава рођења ако је у питању Србија, ЈМБГ, адреса пребивалишта, улица и број) су аутоматски попуњени на основу података са личне карте подносиоца захтева, односно позивом одговарајућих веб сервиса МУП у претходном кораку. Подаци који се аутоматски попуњавају не могу се мењати од стране подносиоца захтева.

Подносилац захтева врши одабир који се односи на место где ће уверењем остварити своје право односно да ли му је уверење потребно за:

1. остваривања права у земљи (**Уверење за лице за остваривање права у земљи**)
2. остваривање права у иностранству (**Уверење за лице за остваривање права у иностранству**).

За избор 1. Уверење за лице за остваривање права у земљи потребно је изабрати сврху, за шта је потребно уверење где се може изабрати:

1.1 Уверење је потребно за остваривање права (у овом случају се наплаћује прописана такса)

За овај случај - Такса за уверење из казнене евиденције за остваривање права у земљи **840,00 динара** (захтев за уверење – 310,00 динара – тарифни број 1. и уверење из казнене евиденције – 530 динара – тарифни број 9.)

- **1.2. Уверење је потребно за остваривање права (по основу члана 19. Закона о републичким административним таксама)[1] (у овом случају подносилац захтева је ослобођен плаћања административне таксе). По овом основу препознати су следећи случајеви:**
  1. списе и радње у вези са предшколским и школским васпитањем и образовањем, образовањем студената, стручним усавршавањем, односно преквалификацијом;
  2. списе и радње у поступку за заснивање радног односа и остваривање права по том основу;
  3. молбе за помиловање и одлуке по тим молбама;
  4. списе и радње у поступку за састављање, односно исправљање бирачких спискова, као и спискова за кандидовање;

За избор 2. Уверење за лице за остваривање права у иностранству потребно је изабрати сврху, за шта је потребно уверење где се може изабрати:

- **2.1 Уверење је потребно за остваривање права** (у овом случају се наплаћује прописана такса)

  За овај случај. Такса за уверење из казнене евиденције за остваривање права у иностранству **840,00 динара** (захтев за уверење – 310,00 динара – тарифни број 1. и уверење из казнене евиденције – 530 динара – тарифни број 49.)

Такође подносилац захтева уноси и остале податке у електронску форму, који нису аутоматски попуњени и то: За удате девојачко презиме, име оца, име мајке, девојачко презиме мајке, имејл адреса подносиоца захтева и број мобилног телефона подносиоца захтева.

Након уноса свих података у електронску форму Образца захтева за издавање уверења о некажњавању, подносилац захтева бира опцију (дугме) „Заврши унос“.

АЛТЕРНАТИВНИ СЦЕНАРИО

- Уколико дође до грешке у отварању електронске форме за попуњавање Образца захтева за издавање уверења о (не)кажњавању, подносиоцу захтева се приказује одговарајућа порука на екранској форми услуге.

4.

ПРЕГЛЕД ПОДАТАКА УНЕШЕНИХ У ЗАТЕВУ

Након што је подносилац захтева одабрао опцију (дугме) „Заврши унос“, на екранској форми се приказује образац Захтева за издавању уверења о (не)кажњавању са попуњеним подацима.

Корисник прегледа тачност унетих података и уколико су сви подаци тачно унети у захтеву, корисник бира опцију (дугме) „Поднеси захтев“.

АЛТЕРНАТИВНИ СЦЕНАРИО

[1] "Сл. гласник РС", бр. 43/2003, 51/2003 - испр., 61/2005, 101/2005 - др. закон, 5/2009, 54/2009, 50/2011, 70/2011 - усклађени дин. износи, 55/2012 - усклађени дин. износи, 93/2012, 47/2013 - усклађени дин. износи, 65/2013 - др. закон, 57/2014 - усклађени дин. износи, 45/2015 - усклађени дин. износи, 83/2015, 112/2015, 50/2016 - усклађени дин. износи, 61/2017 - усклађени дин. износи, 113/2017, 3/2018 - испр. и 50/2018 - усклађени дин. износи

- Уколико подносилац захтева за издавање уверења о (не)кажњавању уочи да неки од података није тачно унешен у Захтеву, бира опцију (дугме) „Измени податке“. Након избора ове опције отвара се претходна екранска форма за унос података у електронски образац Захтева за издавање уверења о (не)кажњавању (корак 3), где подносилац пријаве може исправити сваки од претходно унетих података, осим података који се аутоматски попуњавају.

5.

ПОДНОШЕЊЕ ЗАХТЕВА НА ПОРТАЛУ ЕУПРАВА

Након избора опције (дугме) „Поднеси захтев“ у позадини ИС Портала еУправа врши се генерисање обједињене-јединствене уплатнице (садржи 2 уплатнице) за плаћање прописаних такси (неопхнодно је извршити шифрирање уверења како би се знало за које случајеве се врши плаћање такси и колики је износ појединачних такси), сличан сценарио као код еУслуге замена старе (папирне) возачке дозволе за нову (каричну) возачку дозволу. Администрацију и измену износа прописаних такси на модулу Портала еУправа вршио би МУП, аналогија са администрирањем такси за продужење регистрација на овлашћеним техничким прегледима.

Захтев је у овом тренутку у статусу „ПРИПРЕМЉЕН“, али се и даље налази на Порталу еУправа докле год се не изврши уплата неопходних прописаних такси.

- Захтеви за које је прописана наплата такси, могу да се шаљу у ИС МУП на даљу обраду, путем веб сервиса, тек након евидентирања уплате неопходних прописаних такси.
- Захтеви за које није прописана наплата такси, могу да се шаљу у ИС МУП на даљу обраду, путем веб сервиса одмах након избора опције (дугме) „Поднеси захтев“.

АЛТЕРНАТИВНИ СЦЕНАРИО

Уколико дође до грешке приликом подношења захтева за издавање уверења о (не)кажњавању на Порталу еУправа, подносиоцу захтева се приказује одговарајућа порука на екранској форми услуге.

6. **ПОЗИВ ВЕБ СЕРВИСА МУП**

Након успешног подношења захтева на Порталу еУправа и извршеног плаћања прописаних такси од стране подносиоца захтева (за захтеве за које је прописана наплата такси), врши се позив веб сервиса МУП којим се шаље скуп података из Захтева за издавање уверења о (не)кажњавању и у овом тренутку захтев би постао видљив за ИС МУП тј. захтев би се проследио МУП на даљу надлежност - обраду.

Веб сервис МУП враћа информацију - потврду о успешности подношења захтева Порталу еУправа.

АЛТЕРНАТИВНИ СЦЕНАРИО

- Уколико сервис МУП није доступан, Порталу еУправа би се враћала порука о грешци прлиликом слања података МУП-у путем веб сервиса.

7.

ПОТВРДА О УСПЕШНОСТИ ПОДНОШЕЊА ЗАХТЕВА

Након што је добијена потврда о успешности подношења захтева од стране веб сервиса МУП, статус захтева подносиоца на Порталу еУправа мења се у „ПРИХВАЋЕН НА ПОРТАЛУ И ПРОСЛЕЂЕН МУП-У“. Подносилац захтева се преко Портала еУправа обавештава о промени статуса захтева и путем електронске поште и путем СМС ако је у корисничком профилу на Порталу еУправа дефинисао овај начин обавештавања.

АЛТЕРНАТИВНИ СЦЕНАРИО

- Уколико сервис МУП није доступан, Порталу еУправа би се враћала порука о грешци прлиликом слања података МУП-у путем веб сервиса.

8.

ЗАХТЕВ ОБРАЂЕН И УВЕРЕЊЕ МОЖЕ ДА СЕ ПРЕУЗМЕ

Након реализовања-обраде захтева од стране службеника МУП-а[2], ИС МУП шаље путем веб сервиса Порталу еУправа информацију-промену статуса да је захтев ОБРАЂЕН и да подносилац захтева може да преузме уверење о (не)кажњавању у надлежној полицијској станици по месту пребивалишта. Подносилац захтева се преко Портала еУправа обавештава о промени статуса захтева и путем електронске поште и путем СМС ако је у корисничком профилу на Порталу еУправа дефинисао овај начин обавештавања.

АЛТЕРНАТИВНИ СЦЕНАРИО

[2] Опис апликативне форме тј. надоградње информационог система МУП у домену Казнене евиденције за прихват захтева са Портала еУрава биће накнадно финисан у функционалном смислу.

	- Уколико дође до грешке у слању информације-промене стауса захтева да је захтев ОБРАЂЕН из ИС МУП ка Порталу еУправа путем веб сервиса, ИС МУП ће ову акцију покушати да изврши поново.

Табела 2: Опис пословног процеса

Како би се омогућило праћење животног века Захтева, као и евидентирање у целокупном систему, неопходно је да од почетка пословног процеса подношења захтева постоји јединствени број пријаве (нпр. ЕГН), који остаје непромењив до самог краја процеса. На основу овог податка биће омогућено да се у сваком тренутку идентификује статус захтева и да се једноставно идентификују и прате грешке у систему (*Business Process Management*). Овај јединствени идентификатор евидентирао би се у свим системима који учествују у процесу (еУправа – МУП).

3.1. Скупови података

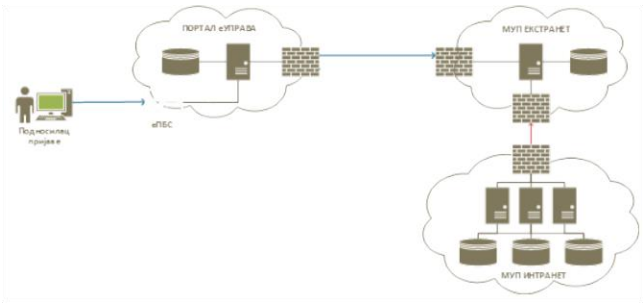
Како би се сагледале неопходне активности у вези израде потребних веб сервиса и апликативних форми и процеса у овом поглављу је дат преглед скупова података.

Образац захтева за издавање уверења о (не)кажњавању прописан је *Правилником о вођењу казнене евиденције*. У складу са поменутим Правилником електроснска форма Захтева која се попуњава у кораку 3 услуге садржи следеће податке: презиме, име, датум рођења, ЈМБГ, место и држава рођења, држављанство, сврха добијања уверења, напомена, мејл адреса подносиоца захтева, број мобилног телефона подносиоца захтева. Подаци о мејл адресама и броју мобилног телефона подносиоца пријаве нису дефинисани Правилником, али су додати у апликативној форми како би се омогућила достава електронског образца Пријаве и слање потребних обавештења у складу са потребама.

Веб сервис МУП – прима податке о подносиоцу захтева са Портала еУправа и то: ЈМБГ, серијски број личне карте и регистарски број личне карте. Као одговор Порталу еУправа, сервис враћа скуп података о подносиоцу захтева. У случају грешке сервис враћа поруку грешке.

3.2. Архитектура система

Архитектура система за реализацију еУслуге „Подношење захтева за уверење о (не)кажњавању“ представљана је у виду дијаграма на слици 2. Комуникација између система означена је плавом бојом са индикацином смера комуникације.



Слика 2: Архитектура система

3.3. Неопходне активности

У оквиру реализације електронске услуге „Подношење захтева за уверење о (не)кажњавању“ (прва фаза) учествују следеће институције Републике Србије: Министарство унутрашњих послова и Канцеларија за ИТ и електронску управу Владе Републике Србије.

Реализација пројекта имплементације електронске услуге „Подношење захтева за уверење о (не)кажњавању“ (прва фаза) захтева спровођење разних техничких, организационих, кадровских и регулаторних активности на страни институција које учествују у реализацији наведеног пројекта.

Са аспекта Канцеларије за ИТ и електронску управу, у техничком смислу је неопходно извршити израду неопходних апликативних форми на порталу еУправа и интеграцију са веб сервисима МУП, како би се омогућила безбедна

електронска размена података између релевантних система. У кадровском смисли, потребно је обучити запослене за управљање наведеном електронском услугом, као и у пружању адекватне подршке корисницима.

Са аспекта Министарства унутрашњих послова у техничком смислу потребно је било извршити прилагођавање апликације „Казнена евиденција“ како би се пријаве поднете на страни портала еУправа могле обрађивати и евидентирати у ИС МУП. Неопходно је имплементирати веб сервис за подношење Захтева за добијање уверења о (не)кажњавању, који ће омогућити безбедно достављање података-захтева са портала еУправа, као и механизме за проверу података из пријаве спрам релевантних евиденција МУП. У кадровском смислу, биће потребно обучити полицијске службенике који раде на пословима Казнене евиденције да обрађују Захтеве на новим апликативним формама и израдити неопходна упутства за рад у наведеним апликацијама. У регулаторном смислу, неопходно је сагледати постојећу правну регулативу и извршити неопходна усаглашавања како би реализација поменуте електронске услуге била могућа. Сервис је пуштен у рад средином 2019 године у Јуну месецу.

4. ПОРТАЛ еУПРАВА еПлаћање

Портал еУправа налази се на адреси www.euprava.gov.rs и представља централну приступну тачку електронским услугама државне управе. Корисници Портала су грађани, правна лица и запослени у органима државне управе и локалне самоуправе.

Централну тачку за размену података између информационих система органа државне управе и локалне самоуправе представља ESB (Enterpris service bus) решење које је због своје намене названо Government service bus.

Систем еПлаћање+ је посебна логичка и физичка целина намењена плаћању предвиђених такси. Њега користи Портал еУправа као интегралну компоненту, али га користе и органи државне управе и локалне самоуправе који самостално нуде своје услуге и на овај начин обезбеђују могућност плаћања. еПлаћање+ комуницира са информационим системом Министарства финансија - Управе за трезор у циљу слања аналитичких најава за очекивана приспећа и добијања информација о приспелим средиствима путем платног промета.

5. ЗАКЉУЧАК

Министарство унутрашњих послова Републике Србије, у процесу спровођења реформе јавне управе, креће се у правцу оријентисаности управе ка грађанима, а снажан механизам промена, односно трансформације јавне управе у сервис грађанима и привреди је и нови Закон о општем управном поступку[3]. Закон о општем управном поступку прописује да су органи који поступају у управном поступку дужни да по службеној дужности, прибаве све податке о одлучним чињеницама који се воде у службеним евиденцијама, односно да органи по службеној дужности без накнаде размењују податке из службених евиднција, те да не смеју да захтевају од странке да их она достави.

6.РЕФЕРЕНЦЕ

1. Slaviša Đukanović, Damir Amedovski „CRIME MAPPING AS A STAGE OF PREDICTIVE ANAYTICS“, Thematic conference proceedings of International significance, Archibald Reiss Days, vol. 3, br.1, str. 403-411, UDC:343.85(082): 007:004.056(082), 343.533:004(082), 343.9(082), Beograd 10-11.03. 2016.
2. Slaviša Đukanović, Rada Marinkov, Primena alata poslovne inteligencije u ekstrakciji obeležjâ urbane bezbednosti – ,Konferencija Urbana bezbednost, Fakultet Bezbednosti i Građevinski fakultet,

[3] „Службени гласник РС” број 18/2016

Beogradskog Univerziteta, Beograd. Jun 2017.

3. Saša Milojević, PhD Bojan Janković, PhD Boban Milojković, PhD Academy of Criminalistic and Police Studies, Slaviša Djukanović, MA Ministry of Interior of the Republic of Serbia. EFFECTIVNESS OF THE SCHOOL POLICE OFFICER PROGRAM1, Thematic conference proceedings of International significance, Archibald Reiss Days, TOM II, VOL II, str. 35-48, ISBN 978-86-7020-386-0 ISBN 978-86-7020-190-3, Beograd 7-9.11. 2017.
4. Slaviša Đukanović, Vojkan Nikolić i Duško Sivčević, PREDIKTIVNA ANALITIKA U FUNKCIJI POVEĆANJA BEZBEDNOSTI GRAĐANA, 8th International Conference on Information Society and technology, ICIST2018, YUINFO2018, Kopaonik, 11-14. mart 2018.
5. Марић, П., Млађан, Д., Стевановић, Б., Николић, Г., С. Ђукановић: Статистички приступ утврђивања индивидуалног ризика од пожара у европским земљама и Републици Србији; Зборник радова: 6. Међународна научна конференција „Безбедносни инжењеринг“ пожар, животна средина, радна околина, интегрисани ризици и 16 Међународна научна конференција „Заштите од пожара и експлозије“, Висока техничка школа струковних студија у Новом Саду, TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE и Универзитет у Новом Саду-Факултет Техничких наука у Н. Сад- Нови Сад, - Нови Сад, 2018, 26.-27. октобра, ISBN 978-86-6211-114-2., COBISS.SR-ID 325556231, CIP 614.8.(082) и др. Уредници: Проф. др Верица
Миланко ван. Проф. др Мирјана Лабан, Инг. др Ева Мрачкова, Нови Сад, 2018. страна 125-134.
6. Subošić, D, Stevanović, O, Đukanović, S, Milenković, D: THE POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF INDIVIDUAL RISK ASSESSMENT OF DOMESTIC VIOLENCE BY APPLICATION OF THE MATRICES OF PROBABILITY AND CONSEQUENCES, INTERNATIONAL scientific conference “Archibald Reiss days” (2018 ; Belgrade) Thematic conference proceedings of international significance [Elektronski izvor]. Vol. 2 / International scientific conference “Archibald Reiss Days”, Belgrade, 2-3 October 2018 ; [editor-in-chief Darko Simović]. - Belgrade : Academy of Criminalistic and Police Studies, 2018 (Belgrade : Službeni glasnik). - 1 elektronski optički disk (CD-ROM) : ilustr. ; 12 cm . – УДК: 343.85:343.9.02(082)(0.034.2). – ISBN 978-86-7020-405-8, ISBN 978-86-7020-190-3 (niz) , COBISS.SR-ID: 268233740
7. PRIMENA BI U PRAĆENJU BEZBEDNOSTISlaviša Đukanović, Veljko Marinković, Ivan Košanin, Slobodan Nedeljković, Vojkan Nikolić, Duško Sivčević, ZBORNIK RADOVA, Izdavač:Društvo za informacione sisteme i računarske mreže: Beograd, 2019.ISBN:978-86-85525-23-0
8. OTVORENI PODACI (OPEN DATA) EUPRAVE REPUBLIKE SRBIJEKokić Emilija, Vojkan Nikolić, Djukanović Slaviša, Djikanović Predrag, Markoski Branko, ZBORNIK RADOVA, Izdavač:Društvo za informacione sisteme i računarske mreže: Beograd, 2019.ISBN:978-86-85525-23-0

SOFTVER ZA UNAPREĐENJE FINANSIJSKIH KOMPETENCIJA STUDENATA VISOKIH ŠKOLA
SOFTWARE TO IMPROVE FINANCIAL COMPETENCES OF COLLEGE STUDENTS

Zdravko Ivanković[1], Dragan Dukić[1], Ivana Petrevska[1], Saša Sudar[1]
Visoka strukovna škola za obrazovanje vaspitača i poslovnih informatičara SIRMIUM[1]

Sadržaj *– U okviru ovog rada će biti predstavljeno softversko rešenje koje za cilj ima podizanje kompetencija studenata visoke strukovne škole za poslovnu informatiku. Softver je realizovan u saradnji profesora i studenata primenom Microsoft .NET tehnologije. Kreirani softver je upotrebljen u okviru predmeta iz finansijske grupe kako bi studenti primenili znanje koje su stekli na predavanjima i vežbama. Na kraju semestra studenti su anketirani i u rezultatima anketa došlo se toga da su veoma zadovoljni što su bili deo projekta i da smatraju da je primena softvera u finansijkoj grupi predmeta veoma korisna.*

Abstract *- This paper will introduce a software solution that aims to enhance the competencies of students of the college of business informatics. The software was implemented in collaboration with professors and students using Microsoft .NET technology. The software created was used as part of a finance group course for students to apply the knowledge they gained in lectures and exercises. At the end of the semester, students were interviewed and the results of the surveys showed that they were very pleased to be part of the project and that they felt that the application of software in the financial group was very useful.*

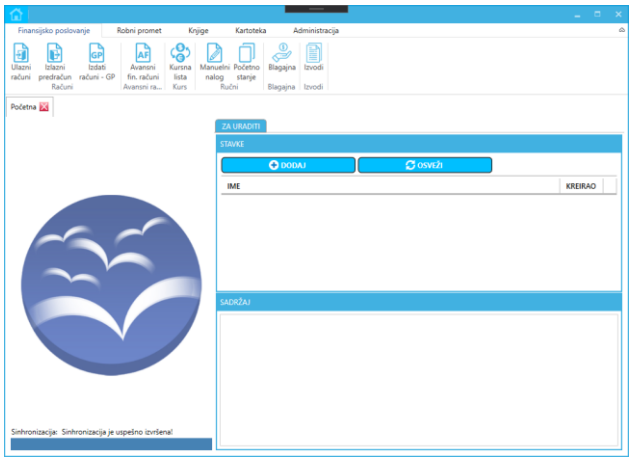
1. UVOD

Informacione tehnologije predstavljaju granu koja beleži konstantan rast. Ona je postala sastavni deo i većine drugih naučnih i privrednih oblasti. U današnje vreme, bavljenje finansijama se teško može zamisliti bez upotrebe računara. U okviru ovog rada je predstavljeno je softversko rešenje koje će omogućiti studentima da praktično probaju znanja koja su stekli na predavanjima. Kroz softver oni vode jedno fiktivno preduzeće kroz celu godinu i tako mogu da vide kako će se neke finansijske odluke odraziti na krajnje stanje. Oni će u praksi moći da uvide razliku između dobrih i loših finansijskih odluka. Finansijsko obrazovanje je veoma važno za opšti finansijski status pojedinca. Određena istraživanja su pokazala da je finansijska pismenost i edukacija direktno povezana sa finansijskim položajem pojedinca [1]. Finansijsko obrazovanje je važno primeniti još od ranih faza edukacije. Postoje istraživanja koja su finansijsku edukaciju primenjivala kod dece u osnovnim školama kako bi ih podstakla da štede i da raspolažu svojim novcem na pravi način [2][3].

Relacija između finansijske edukacije na poslu i finansijskog statusa pojedinca je predmet istraživanja u radovima [4][5]. Oni su ustanovili da postoji jasna veza između finansijkog statusa pojedinca i finansijskih obuka i treninga koje je on prošao na svom radnom mestu.

2. SOFTVERSKA REALIZACIJA

Samo istraživanje je obuhvatalo dve faze. Prva je bila softverska realizacija aplikacije koja će biti korišćena u procesu nastave sa studentima na visokoj strukovnoj školi, a druga je bila praktična primena realizovanog softvera u nastavi i anketiranje studenata. Softverska realizacija je urađenja u saradnji profesora i studenata škole. Studenti su na taj način imali priliku da dodatno savladaju veštine programiranja u realizaciji potpuno funkcionalne i veoma složene aplikacije. Proces modelovanja i kreiranja arhitekture same aplikacije su radili profesori, koji su bili uključeni i u samo programiranje. Kao rezultat toga nastale je aplikacija koja se pre svega fokusira na knjikovođstvo. Početni izgled aplikacije je dat na Slici 1.



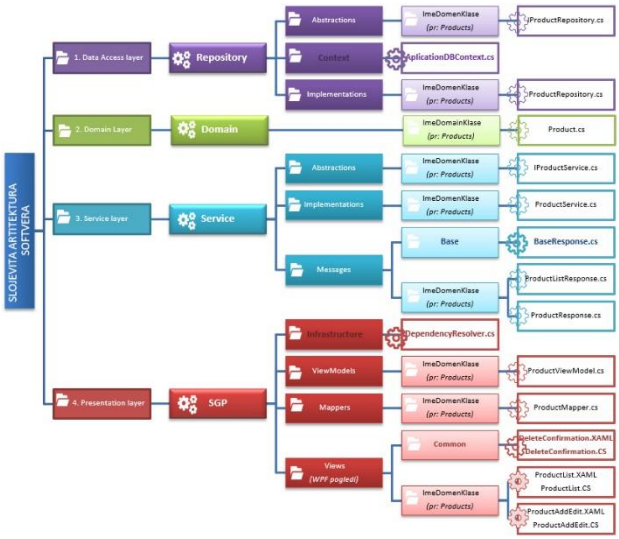
Slika 1. Grafički prikaz softverske aplikacije

Cela aplikacija je realizovana u Microsoft-ovim alatima. Korišćen je C# programski jezik zajedno sa .NET Core tehnologijom. Arhitektura aplikacije je klijent-server. Serverska komponenta je napravljena kao ASP.NET Core API Server koji na zahteve koje mu klijnt uputi odgovara JSON porukama. Server je implementiran troslojnom arhitekturom dok je kao baza korišćen PostgreSQL u kombinaciji sa Entity Framework-om kao alatom za objektno relaciono mapiranje. Sve slojeve u realizaciji servera kao i samu bazu su uspešno realizovali i studenti jer date elemente arhitekture i realizacije i slušaju kroz visoku školu na različitim predmetima iz programiranja.

Klijentski sloj aplikacije je realizovan kroz WPF aplikaciju koja predstavlja najčešće korišćenju tehnologiju za izradu desktop aplikacija. Korišćenja arhitektura je MVVM (Model-View-View-Model). Sama desktop aplikacija služi da korisniku prikaže podatke na kojima radi. On vrši komunikaciju sa serverskim delom tako što mu šalje upite na odgovarajuće rute. Kada server dobije zahtev, on njega

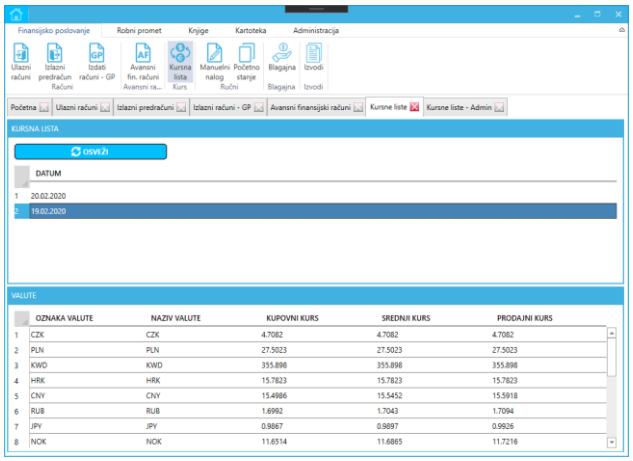
obradi i vraća klijentu podatke u JSON obliku. Date podatke klijentska aplikacija prevodi iz tekstualnog u objektni format kako bi ga mogla prikazati. Klijentska aplikacija poseduje i dodatnu bazu. U pitanju je SQLite koji omogućava da se na aplikaciji radi i kada zbog nekih razloga nije moguće uspostaviti vezu sa serverom. Ovi podaci se čuvaju lokalno i uvek su dostupni. Kada se ponovo uspostavi veza sa serverom, izvršiće se sinhronizacija podataka kako bi svi delovi aplikacije imali validne podatke.

Celokupna arhitektura aplikacije koja se sastoji iz klijenta i servera kao i iz delova koji su zajednički za obe aplikacije je prikazana na slici 2. Na njoj je šematski prikazano da svaki sloj komunicira sa slojem koji se nalazi direknto ispod njega u logičkoj hijerarhiji.



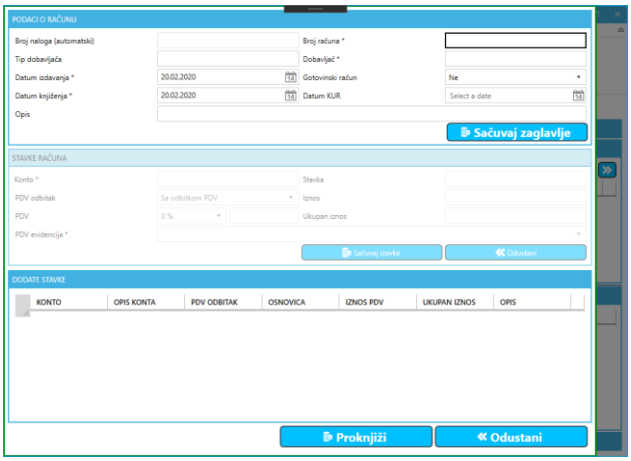
Slika 2. Grafički prikaz arhitekture softvera

Sama aplikacija omogućava rad sa domaćim i inostranim računima. Da bi obezbedila rad sa stranim valutama, napravljeno je direktno povezivanje sa Narodnom bankom Srbije kako bi se sa njenog portala učitavala kursna lista. Prikaz podataka o kretanju kursa može videti na slici 3.



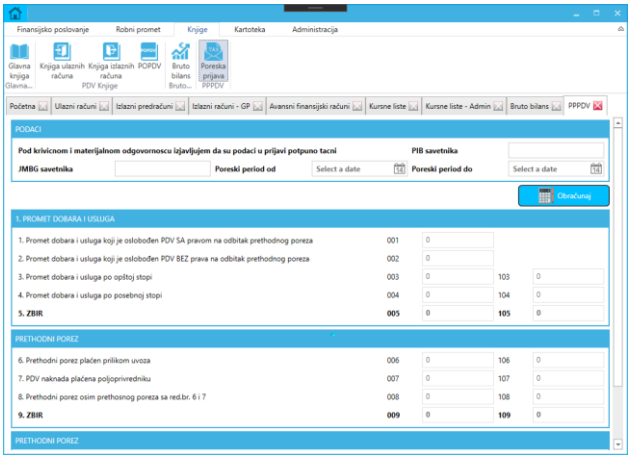
Slika 3. Prikaz stranice sa kursnim listama

Unos podataka u okviru aplikacije je maksimalno pojednostavljen. Korisnički dizajn je ralizovan tako da se svi relevantni podaci za određenu operaciju nađu na jednoj strani. Zadovoljstvo korišćenja softvera od strane studenata je bilo dosta visoko. Studenti su se veoma brzo navikli na način rada u softvru i koristili ga bez većih poteškoća. Primer unosa podataka u formu je prikazan na slici 4.



Slika 4. Forma za unos ulaznih računa

Sama aplikacija omogućava i veliki broj izveštaja. Kreirane su knjiga ulaznih računa, knjiga izlaznih računa, glavna knjiga, kepu knjiga, bruto bilans kao i potpuna evidencija poreskih prijava. Sam korisnik prilikom prvog pokretanja aplikacije deifiniše konto šeme. Na osnovu njih se delovi ulaznih, izlaznih, avansnih i ostalih računa slivaju na odgovarajuća konta. Knjiženjem računa, odgovarajuće knjige se kontrno popunjavaju a korisnik ima potpuni uvod u to šta se finansijski desilo sa preduzećem. Primer stranice za prikaz POPDV-a je dat na slici 5.



Slika 5. Forma za POPDV

Kompletna aplikacija je instairana u informatičkim kabinetima u kojima se izvodi nastava u okviru Visoke strukovne škole za obrazovanje vaspitača i poslovnih informatičara Sirmium.

3. PRIMENA SOFTVERA U NASTAVI

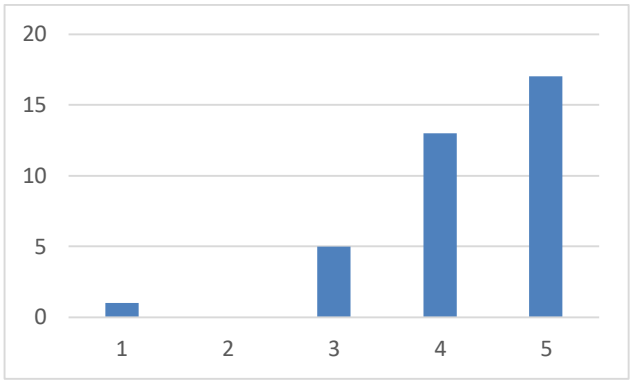
Softverska aplikacija je korišćena na više predmeta u procesu nastave. Studenti su imali prilike da kroz predmete iz oblasti finansija praktično primene stečena znanja korišćenjem softverske aplikacije. Završni deo nastave je

realizovan primenom softvera. Nakom primene softvera, studenti su anketirani kako bi se uvideo stepen njihovog zadovoljstva i njihova ocena da li postoje prednosti u nastavi koje su nastale kao rezultat primene namenskog softvera.

Kreirana je anketa koja je kao odgovre najčešće sadržala lestvicu a vrednostima od 1 do 5 i koja je bila sačinjena od sledećih pitanja:

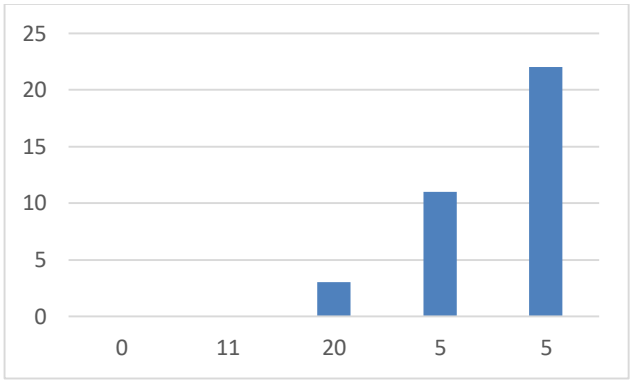
1. Primena softvera može da olakša studentu razumevanje teorijske nastave na ovom predmetu
2. Primena softvera može da olakša studentu razumevanje vežbi i praktičnih primera na ovom predmetu
3. Primena softvera bi studentima bila komplikovana/jednostavna
4. Preporučio/la bih nastavniku da ubuduće koristi prikazani softver u nastavi
    a. Nikako
    b. Samo za pojedine lekcije
    c. Što više
    d. Uvek
5. Sugestije za nastavnika (ako ih imate) (tekstualni odgovor)
6. Ovakav vid teorijske nastave na ovom predmetu bi bio korisniji za moje buduće zanimanje nego dosadašnji način nastave
7. Ovakav vid vežbi i praktičnih primera na ovom predmetu bi bio korisniji za moje buduće zanimanje nego dosadašnji način nastave
8. Za prosečnog budućeg korisnika, ovakvo softversko rešenje bi bilo ne/razumljivo
9. Softver je ne/prilagodljiv različitim potrebama budućeg klijenta
10. Eventualne izmene na softveru, prema zahtevima i različitim potrebama korisnika bi bile lake/teške za realizaciju
11. Trenutno znanje studenata omogućava realizaciju izmena na softveru
    a. Ne omogućava nikakve izmene softvera
    b. Omogućava samo jednostavne izmene, uz asistenciju nastavnika
    c. Omogućava jednostavne izmene, bez asistencije
    d. Omogućava nešto složenije izmene, samostalno
    e. Omogućava potpuno samostalno prilagođavanje softvera zahtevima korisnika

U anketi je učestvovalo 38 studenata Visoke strukovne škole za obrazovanje vaspitača i poslovnih informatičara Sirmium. Studenti su anketirani na predmetima koji pripadaju finansijskoj grupi, ali su anketirani i vezano za to da li se osećaju sposobnim da nastave rad na razvoju aplikacije kako bi naredne generacije imale još bolji softver koji bi se mogao koristiti u procesu nastave. Analizom prkupljenih odgovora došlo se do saznanja da su najvišu prosečnu ocenu dobila pitanja pod rednim brojem 1 i 2. Prosečne ocene su bile 4.25 i 4.53, respektivno. Slika 6 prikazuje histogram odgovora koje su studenti davali na prvo pitanje



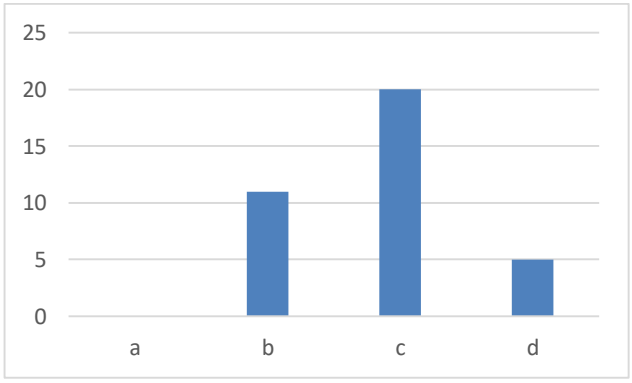
Slika 6. Histogram odgovora na prvo pitanje

Histogram datih odgovora na pitanje 2 je dat na slici 7.



Slika 7. Histogram odgovora na drugo pitanje

Po nama je posebno zanimljivo bilo pitanje pod rednim brojem 4. Ono se odnosnilo na to da li namenske softvere treba koristiti u nastavi na finansijskoj grupi predmeta. Odnogovori na ovo pitanje su prikazani na histogramu na slici 8. Sa njega se može videti da ni jedan student nije odgovorio da softver ne treba uvoditi u nastavu. Najviše studenata (njih 20) je odgovorilo da softver treba što više uvoditi u nastavu, dok je njih 5 odgovorilo da softveri treba da budu stalno pristni.



Slika 8. Histogram odgovora na četvrto pitanje

I odgovori na ostala pitanja su uglavnom afirmativni u vezi uvođenja softvera i njihove upotrebe. Studenti su najobazriviji kada je u pitanju njihovo angažovanje na daljen razvoju softvera (pitanje pod rednim brojem 11). Najveći broj njih se opredelio za odgovor da bi mogli da rade na jednostavnijim formama i to uz nadzor ili bez

nadzora profesora i asistenata što je i razumljivo jer je ovo njima bio prvi put da se sreću sa razvojem jednog zaista kompleksnog softverskog rešenja.

4. ZAKLJUČAK

Informacione tehnologije predstavljaju privrednu i naučnu granu sa eksponencijalnim rastom. Ona ulazi u sve sfere današnjeg života i rada. Njena primena u polju finansija je sveprisutna i danas je teško zamisliti da se poslovi u finansijskom polju obavljaju bez pomoći računara.

U okviru ovog istraživanja je urađena procena primenljivosti namenskih finansijskih softvera u procesu obrazovanja na predmetima iz finansijeke oblasti. Istraživanje je urađeno u okviru Visoke škole strukovnih studija za vaspitače i poslovne informatičare Sirmium iz Sremske Mitrovice. Samo istraživanje je obuhvatalo dve faze. Prva faza je bila angažovanje studenata i profesora kako bi se kreirao namenski softver za edukaciju iz oblasti finansija. Ovaj deo je obuhvatao primenu znaja stečenih u informatičkoj grupi predmeta i njihovu konkretnu primenu. Drugi deo istraživanja se odnosio na samo korišćenje kreiranih softvera. Kao finalni zaključak možemo smatrati da su studenti vrlo zainteresovani za primenu namnskih softvera koji bi im približili realne situacije koje će ih čekati kada završe obrazovanje i krenu sa radom.

NAPOMENA (ZAHVALNICA)

Rad je nastao kao deo projekta koji finansira Vlada autonomne pokrajine Vojvodina i to Sekretarijat za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost. Naziv projekta je "Unapređenje nastave iz oblasti finansija na visokim strukovnim školama upotrebom namenskih softvera". Broj rešenja je 142-451-2465/2019-02/1.

LITERATURA

[1] Kelly D. Edmiston & Mary Gillett Fisher, 2006. "Financial education at the workplace: evidence from a survey of Federal Reserve Bank employees," Community Affairs Research Working Paper 2006-02, Federal Reserve Bank of Kansas City.

[2] Sherrard Sherraden M., Johnson L., Guo B., Elliott W., "Financial Capability in Children: Effects of Participation in a School-Based Financial Education and Savings Program, Journal of Family and Economic Issues, 32, str. 385-399, 2011.

[3] Supanantaroek S., Lensink R., Hansen N., "The Impact of Social and Financial Education on Savings Attitudes and Behavior Among Primary School Children in Uganda", Evaluation Review, 41(6), 511–541., 2016

[4] Douglas Bernheim B., Garrett D., "The effects of financial education in the workplace: evidence from a survey of households", Journal of Public Economics, Vol. 87, Str. 1487-1519, 2003

[5] Kim J. Kwon J., Anderson E., "Factors Related to Tetirement Confidence: Retirement Preparation and Workplace Financial Education", Financial Conseling and Planning, Vol 16(2), str. 77-89, 2005

ISTRAŽIVANJA JAVNOG MNJENJA I ŠIRENJE LAŽNIH VESTI NA INTERNETU
PUBLIC OPINION RESEARCH AND DISSEMINATION OF FAKE NEWS ON THE INTERNET

Aleksandra Vukmirović[1], Jovanka Vukmirović[2], Milica Branković[1], Ana Zekavica[1]
Akademija poslovnih strukovnih studija Beograd[1]
Fakultet organizacionih nauka Univerzitet u Beogradu[2]

Sadržaj – *Predmet ovog rada jeste istraživanje javnog mnjenja i uticaj koji na njega ima internet kao jedan od nosioca svetskog procesa globalizacije. Cilj ovog rada je da ukaže na vezu između istraživanja javnog mnjenja na internetu i pravac u otkrivanju i eventualnoj prevenciji širenja lažnih vesti.*

Abstract – *The subject of this paper is the study of public opinion and the impact that the Internet has on it as one of the pillars of the global globalization process.The aim of this paper is to show the corelation between public opinion research on the Internet, detection and possible prevention of the spread of false news.*

1. UVOD

Poslovi planiranja projekta, kontrola, statistička obrada i analiza podataka, kreiranje izveštaja i prezentacija rezultata istraživanja više se ne mogu zamisliti bez upotrebe računara. Prikupljanje podataka kao najosetljiviji deo svakog procesa društvenog istraživanja, pojavom i upotrebom informaciono komunikacionih tehnologija dobija sasvim novu dimenziju. U tom smislu, virtuelno okruženje odnosno sajber prostor dobija sve više na značaju, potiskujući tradicionalne terenske i telefonske metode prikupljanja podataka.

Internet i globalizacija, pored brojnih i nemerljivih unapređenja u gotovo svim oblastima ljudske delatnosti, donose isto tako nemerljiv prostor za najrazličitije zloupotrebe i manipulacije. Opšte je poznato da je savremeni čovek, kada je u pitanju informisanje, sve više izložen vestima sa Interneta a sve manje sa televizije, radija, dnevne i periodične štampe. Prirodno, elektronkse komunikacije sve više utiču na formiranje javnog mnjenja a jedan od fenomena sa kojim se suočava savremeno društvo odnosi se na kreiranje i širenje lažnih vesti. Društveni mediji, u prvom redu društvene mreže, su se pokazale kao najefikasniji kanal komunikacije u funkciji širenja lažnih vesti. Sistem funkcionisanja Interneta kao globalne elektronske komunikacione mreže kao i njegove kontrolne funkcije kao takve nisu od velike koristi za suzbijanje širenja lažnih vesti.

2. INTERNET ISTRAŽIVANJA

Ogromna prednost online istraživanja je u tome što je izvršena automatizacija procesa prikupljanja i obrada podataka, kreiranje izveštaja i prezentacije rezultata. Sa pojavom besplatnih i relativno jednostavnih alata za korišćenje, odnosno softverskih rešenja koja pruža kompanija Google u vidu Google Forms-a dostupnog u okviru Google Drive-a, došlo je do dodatne ekspanzije istraživanja tržišta i javnog mnjenja putem interneta.

Ispitanici upisuju odgovore na postavljena pitanja u elektronsku formu upitnika odnosno direktno pune bazu podataka, bez posredovanja anketara. Istraživači mogu pratiti realizaciju ankete tokom njenog trajanja kao i same rezultate istraživanja na osnovu prethodno zadatih operacija nad zahtevanim setom varijabla. Ovaj proces automatizacije istraživanja dovodi do višestrukog smanjenja troškova u odnosu na klasične terenske i telefonske metode prikupljanja podataka. Osim velikih prednosti, online istraživanja imaju određene nedostatke, koje ih još uvek čine potpuno neupotrebljivim u brojnim oblastima od značaja za društvena istraživanja. Osnovni nedostatak straživanja na Internetu ogleda se u takozvanoj „sasečenosti online populacije“, a ta „sasečenost“ nije „linearna“, odnosno deo populacije koji ne koristi Internet se po demografskim osobinama značajno razlikuje kako od opšte tako i od „online populacije“.

Na primer, Internet se može koristiti u domenu istraživanja javnog mnjenja, kroz primarna istraživanja, uspostavljanjem direktne komunikcije sa ispitanicima ali samo za teme kada su ciljne grupe očekivano deo „online populacije“. Predizborne prognoze na osnovu online anketa su još uvek sasvim nepouzdane, posebno ako se ispitanicima daju na uvid trenutni rezultati ankete, pre nego što odgovore na zadato pitanje. Očekivano, ovo dovodi do greške u istraživanjima jer podstiče socijalno poželjne odgovore odnosno priklanjanje mišljenju većine odnosno manjine. [1]. Ova metodološka greška može biti od koristi ako je cilj kreiranje „poželjnih“ rezultata istraživanja u funkciji medijske manipulacije. Upravo zbog sklonosti ljudi, posebno u nedostatku informacija i/ili ličnog stava, da prihvataju stavove većine, objavljivanje nepouzdanih odnosno „lažnih“ rezultata istraživanja ima sličan uticaj na javno mnjenje kao i objavnljivanje lažnih vesti.

Internet je kao najveći izvor sekundarnih podataka veoma značajan kada su u pitanju sekundarna istraživanja. Pretraživanje i analiza Internet sadržaja od posebnog je značaja za medijska istraživanja.

3. ŠIRENJE LAŽNIH VESTI

Sa pojavom viralnog marketinga koji podrazumeva širenje informacija u sajber prostoru velikom brzinom, najčešće putem društvenih mreža i mobilnih chat platforma (npr. Viber i WhatsApp) došlo je i do značajne promene u načinu kreiranja javnog mnjenja. [2]. Najveći

uticaj ogleda se u fenomenu kreiranja i plasiranja lažnih vesti.

Lažne vesti (fake news) senzacionalističkog karaktera najbrže postaju viralne. Ovaj vid marketinga najčešeće se koristi u ostvarivanju populističke, finansijske ili političke koristi. Ovakvo uticanje na javno mnjenje često ima za cilj i skretanje fokusa tj. pažnje javnosti sa jedne teme na drugu, a neretko i za izazivanje manjih kriza i stvaranje straha [3].

Primer koji privlači pažnju ukupne svetske javnosti odvija se u jednoj od najmoćnijih državi u svetu, Americi, gde je još uvek aktuelan proces opoziva predsednika SAD [4]. U tom procesu, jedan od najmoćnijih ljudi na planeti, predsednik Donald Tramp, između ostalog, insistirao je na izrazito negativnom uticaju „lažnih vesti“ i predlagao oduzimanja dozvola za rad medijima koji ih emituju. bez obzira što su tokom predsedničke izborne kampanje te „lažne vesti“ mnogo više naudili njegovoj protivkandidatkinji.

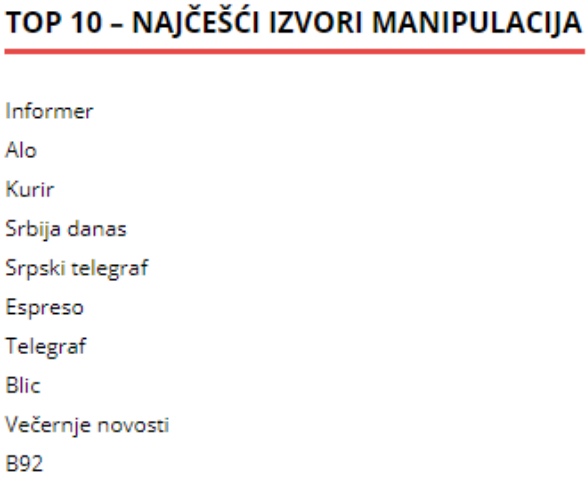
Mnoge države uvode zakonske okvire pri pokušaju zaustavljanja ove pojave. Parlament Rusije je u avgustu 2019. godine uveo novčane kazne za nepoštovanje odredba zakona koje predviđaju zabranu vređanja države i širenja lažnih vesti. Iznos novčane kazne za objavljivanje dokazano lažnih vesti varira između ostalog i od uticaja koje imaju na društvo i državu u celini, npr. veće posledice snosiće kreatori lažnih vesti o funkcionisanju kritične infrastrukture – saobraćaj i komunikacija [5].

Na slici 1. dat je primer širenja jedne lažne vesti prema kojoj je Srbija „druga najsrećnija zemlja u regionu“, pozivajući se na istraživanje „World Happiness Report”.

Slika 1. Primer lažne vesti (https://fakenews.rs/)

Osim pitanja ko je postavio ovu vest na internet, ostaje otvoreno još važnije pitanje: Šta je motiv ove poruke i ko bi trebalo da interveniše kada se vesti poput ove pojave u javnosti.

U okvriru Projekta “FakeNews Tragač” koji su podržali Ministarstvo spoljnih poslova Češke Republike u okviru programa Transformation Cooperation (2017), Ambasada Sjedinjenih Američkih Država u Srbiji (2018), Fondacija za otvoreno društvo, Srbija (2018) i Nacionalni fond za demokratiju (NED) (2019) kreiran je portal „namenjen medijskim profesionalcima, edukatorima, budućim novinarima, kao i svim građanima koji žele da se priključe borbi protiv dezinformisanja” (Fakenews, 2019). Na ovom portalu, koji se može pratiti i preko društvenih mreža, navedeni su mediji koji najčešće prenose/generišu lažne vesti (slika 2).



Slika 2. Mediji koji najčešće generišu / prenose lažne vesti

Na globalnom nivou, u cilju suzbijanja širenja lažnih vesti na svojoj mreži, kompanija Facebook je 2018. godine objavila uputstvo za korisnike koje treba da im pomogne da ne postanu žrtve i da ne šire dodatno lažne vesti (Facebook, 2018). Neki od od najčešćih indikatora lažnih vesti su sledeći:

- Senzacionalistički naslovi koji zvuče previše nerealno
- Link ka web sajtu na kom se nalazi lažna vest asocira na link ka nekom prepoznatljivom mediju (boje su usaglašene, portal najčešće nosi vrlo sličan naziv i sl)
- Nije naveden izvor vesti ili je izvor ne porepoznatljiv ili nekredibilan

Sredinom 2018. godine Twitter je obrisao 70 miliona korisničkih naloga na ovoj društvenoj mreži u procesu borbe protiv širenja lažnih vesti i protiv spam naloga [6].

Treći najposećeniji sajt na svetu je Vikipedija sa preko 2,4 milijarde poseta mesečno [7]. Međutim, ovaj portal sam izdaje obaveštenje svojim posetiocima da je tačnost podataka na portalu približno 80%, a ukoliko se u tekstu autor referencira na drugi izvor tačnost se procenjuje na 90% [8]. S obzirom na to da svaki korisnik može editovati i/ili napisati tekst na ovom portalu, potencijal za širenje lažnih vesti i informacija je evidentan.

4. ZAKLJUČAK

Za formiranje javnog mnjenja, bilo da ga shvatimo kao „kolektivni, nadindividualni kvalitet ili kao puki zbir pojedinačnih mišljenja“, prioriteni zahtev predstavja javno rezonovanje koje pretpostavlja slobodu medija kao ključnu instituciju javne sfere. Pri tome, „uloga štampe u konstituisanju javnosti je često istraživan i dobro

dokumentovan proces“ [9]. U javnosti, koja je mahom moderirana od strane elektronskih medija, odnosi u javnoj komunikaciji su direktno izloženi i generisani izvorom informacija.

Istraživanje Republičkog zavoda za statistiku iz 2019. godine pokazuje da 97,9% domaćinstava u Srbiji poseduje TV, a 93,7% mobilni telefon, laptop 49,0% domaćinstava, a u 80,1% domaćinstava postoji internet priključak. Da koriste društvene mreže (Facebook, Twitter) i informiše se online, navodi oko 70 % posmatrane populacije. Slika [10].

Slika 3 . Korišćenje računara i Interneta u Srbiji [10]

Pred istraživačima javnog mnjenja i novinarima je zadatak kao i odgovornost da prate i kritički analizraju sadržaje publikovane na Internetu, pridržavajući se aktuelnih preporuka za njihovo preuzimanje. Država i nevladin sektor bi trebalo da tretiraju širenje lažnih vesti kao problem „bumeranga“, osmisle programe edukacije ciljnih javnosti kao i načine za njihovo sprovođenje.

LITERATURA

[1] Grujičić, S., Vukmirović, J. and A. Vukmirović, “Statistička istraživanja u internet okruženju”, INFOTEH-JAHORINA Vol. 16, 2017.

[2] Torbet, A. Vlogging, viral marketing and laptop lifestyle, Independently published, 2019.

[3] Divac, M. “Lažna borba protiv lažnih vesti”, Portal Cenzolovka, 2018.

[4] BBC (2020) Trump impeachment: Senate adopts rules after long debate on trial's first day, BBC, https://www.bbc.com/news/world-us-canada-51194446, pristupljeno 22.01.2020)

[5] BBC (2019) Russia laws ban 'disrespect' of government and 'fake news', BBC, https://www.bbc.com/news/world-europe-47488267, pristupljeno 12.02.2020).

[6] Washington post (2018), Twitter is sweeping out fake accounts like never before, putting user growth at risk. pristupljeno 12.02.2020

[7] Hardwick, J. „Top 100 Most Visited Websites by Search Traffic (as of 2019)“, Ahrefs, 2019.

[8] Wikipedia, Reliability of Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Reliability_of_Wikipedia, pristupljeno 15.02.2020.

[9] Milivojević, S. Mediji, ideologija i kultura, Fabrika knjiga, 2015.

[10] Upotreba informaciono-komunikacionih tehnologija u Republici Srbiji, 2019. Republički zavod za statistiku, 2019.

Mobilne tehnologije i programiranje u savremenom obrazovanju
Mobile technologies and programming in modern education

Eleonora Brtka[1], Vesna Makitan[1], Vladimir Brtka[1], Igor Vecštejn[1], Ivana Berković[1],
Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“ Zrenjanin [1]

Apstrakt: *Rad je posvećen problemima podučavanja razvoja mobilnih aplikacija i kao posledica toga, obuci visokokvalifikovanih programera mobilnih uređaja. U današnje vreme je obuka profesionalnih programera za mobilne uređaje presudan zadatak širom sveta. Istraživači naglašavaju složenost razvoja mobilnih aplikacija koja je povezana sa njegovom multidisciplinarnošću, ograničenjima hardvera mobilnih uređaja, neophodnošću objektno orijentisanog programiranja u razvoju mobilnih uređaja.*

Abstract: *The paper is devoted to the issues of teaching mobile application development and, as a consequence, training of highly qualified mobile developers. Nowadays, training professional mobile developers is a crucial task all over the world. The researchers emphasize the complexity of mobile application development associated with its multidisciplinarity, the mobile device hardware limitations, the necessity of object-oriented programming in the mobile development.*

1. UVOD

Mobilno računarstvo je jedno od područija računarskih nauka koje se brzo razvija [1]. Podučavanje i učenje razvoja mobilnih aplikacija je jedno od skorašnjih problema [2]. Potražnja za kompetentnim programerima mobilnih aplikacija globalno je velika. Mnogi istraživači se slažu da je obuka programera mobilnih aplikacija na nivou srednjeg obrazovanja nemoguća iz nekoliko razloga [3]. Prvo, programiranje mobilnih aplikacija je multidisciplinarno polje koje integriše poznavanje područja kao što su razvoj softvera, interakcija čovek-računar, veb programiranje, IT bezbednost, mrežna interakcija, veštačka inteligencija, mašinsko učenje. Drugo, profesionalni razvoj mobilnih aplikacija zahteva znanje i veštine objektno orijentisanog programiranja [3, 4]. Nedovoljan nivo poznavanja programiranja čini se neophodnim za premošćivanje nedostatka znanja studenata o objektno orijentisanim osnovnim konceptima programiranja u okviru početnih godina srednje škole. Takođe dovodi do podučavanja o razvoju mobilnih aplikacija u kursevima viših odeljenja. Kao rezultat toga, studenti su vremenski ograničeni za profesionalno savladavanje razvoja mobilnih aplikacija.

Zbog gore navedenih okolnosti, potreban je remont školskih i univerzitetskih nastavnih planova i programa u smislu principa kontinuiteta i popunjavanja praznina u programiranju i za brzo prilagođavanje učenika savremenim sadržajima učenja u razvoju mobilnih aplikacija.

U radu smo se bavili pitanjem: Kako premostiti jaz u nivou znanja o programiranju svršenih srednjoškolaca kako bi se pripremili uspešni programeri mobilnih aplikacija na univerzitetu? Da bismo odgovorili na takvo pitanje, moramo da analiziramo slične radove koji su se bavili problemom kontinuiteta jaza znanja srednjoškolaca, brzo se prilagođavala univerzitetskim disciplinama i efikasno razvijala profesionalne kompetencije budućih stručnjaka.

2. PRETHODNA ISTRAŽIVANJA

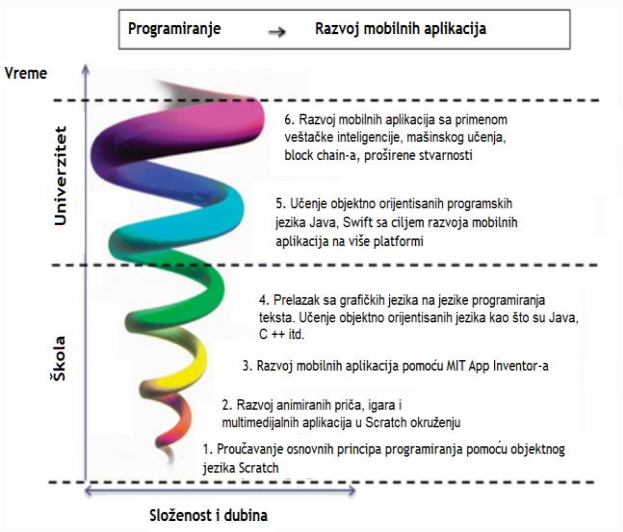
Mnoge studije [5, 6, 7, 8] pokazuju neophodnost, mogućnost i popularnost studiranja programiranja u srednjoj školi. Nastava programiranja u srednjoj školi je opravdana, jer u ovom dobu, prema Pijažeovoj, postoji prelaz između faza od konkretnih misaonih operacija do apstraktnog logičkog razmišljanja [8]. Stoga se učenje programiranja može započeti u ovom uzrastu, ali sa pravim sadržajem, kako bi se postepeno naučilo od jednostavnog do složenog. Istovremeno, prilikom izrade nastavnih planova treba uzeti u obzir da bi u nastavi računarske nauke u školi, glavni cilj trebalo da bude podučavanje osnovnim pojmovima koje prenosi jezik, a ne podučavanje samog jezika [7]. Uporedo, potrebne su nove strategije u nastavi programiranja, jer učenje računarskog programiranja nije lako, čak ni za studente koji su upisali računarske discipline. Studenti koji imaju osnovna znanja o programiranju, kurseve naprednog programiranja doživljavaju kao teške, jer ti kursevi zahtevaju veštine razmišljanja višeg reda [9]. U takvom slučaju smatra se zanimljivim pristup nastavi programiranja zasnovan na upotrebi softvera za vizuelizaciju algoritama kao što su Scratch, Alice, App Inventor. Ove platforme olakšavaju učenje programiranja, čineći proces programiranja angažovan i vizualizujući omogućavaju razvijanje znanja o osnovnim programskim principima, osnovnim konceptima objektnog programiranja i osnovnim principima programiranja mobilnih aplikacija [9]. Nakon učenja ovih platformi, studenti mogu sa sigurnošću preći ne samo na složenije programske jezike već i na složene procese razvoja mobilnih aplikacija [10].

Okruženje za vizuelno programiranje, kao što je Scratch, dizajniran je tako da podučava učenike od 8 godina ili više. Scratch motiviše učenje programiranja i omogućava savladavanje osnovnih principa programiranja [10, 11]. Scratch omogućava kreiranje animiranih i interaktivnih aplikacija bez pisanja programskog koda, otkrivajući kreativnost školske dece i visoko ih motiviše za učenje programiranja [11]. Rezultati istraživanja ukazuju na mogućnost i potrebu upotrebe ovog okruženja u školi za razvoj veština programiranja, algoritamskog i logičkog razmišljanja [11, 12]. Pored toga, K-12 škole širom sveta, pa čak i neki univerziteti (uključujući Harvard i Kalifornijski univerzitet u Berkliju) koriste Scratch kao prvi korak u programiranju [13]. Da bi se omogućio nesmetan prelaz od programiranja u vizuelnim

okruženjima (Scratch, Alice) do stvaranja Android aplikacija, MIT App Inventor može da se koristi.

App Inventor (AI) je okruženje za vizuelno programiranje koje omogućava korisnicima da lako razvijaju mobilne aplikacije za pametne telefone zasnovane na Android-u bez pisanja programskog koda. Ovo okruženje se može proučavati na kursu informacionih tehnologija, jer je AI jednostavan za učenje, dostupan i pomaže studentima u rešavanju problema, a ne kodiranju [14]. Prednost upotrebe takvog alata je u velikoj motivaciji studenata za razvoj mobilnih aplikacija. Pored toga, studenti stiču znanja o razvoju dizajna interfejsa, programiranju objekata i događaja u razvoju mobilnih aplikacija [15].

Uzimajući u obzir mišljenja istraživača o neophodnosti premošćivanja jaza u znanju kroz princip kontinuiteta u učenju sadržaja [16, 17], motivaciju za učenje programa u osnovnim i srednjim školama [5, 6], efikasnost učenja programa u Scratch-u i dalji prelazak na razvoj mobilnih aplikacija u App Inventor-u [9, 10, 13], ovaj rad predlaže spiralni model podučavanja programiranja i razvoja mobilnih aplikacija u srednjoj školi i na univerzitetu u kontekstu obrazovnog sistema Srbije, koji se može koristiti u zemljama sa sličnim obrazovnim sistemom [18]. Spiralni model podučavanja razvoja mobilnih aplikacija predstavljen je na Slici 1.



Slika 1. Spiralni model podučavanja razvoja mobilnih aplikacija

3. SADRŽAJ INFORMATIKE I RAČUNARSTVA I UČENJE PROGRAMIRANJA

Trenutno srpske škole prelaze na ažurirane sadržaje nastavnih planova i programa, u kontekstu integracije u svetsku obrazovnu praksu, uz održavanje najboljih tradicija i standarda nacionalnog obrazovanja. Prema ažuriranom nastavnom planu i programu, u osnovnoj školi je uveden obavezan predmet informatika i računarstvo, a u srednjim školama predmet informatika je inoviran. Predmet informatika i računarstvo je praktična disciplina koja je naglasila razvoj veština za efikasno i pravilno korišćenje alata informacione i komunikacione tehnologije (mobilni telefoni, računari, plejeri, digitalni fotoaparati, video kamere itd.) u aktivnostima učenja i svakodnevnom životu. Informatika u srednjim školama je teorijska disciplina koja se fokusira na metode i procese transformacije informacija pomoću računara. Nastavni program informatike razvijen je na osnovu spiralnog principa, prema kojem se većina ciljeva i tema učenja nakon određenih akademskih perioda nastave (tokom školske godine ili u sledećim časovima) ponavlja na sve složenijim nivoima.

Programiranje se uči od 5. razreda osnovne škole do 4. razreda srednje škole. Sadržaj uključuje učenje:

1. okruženja za programiranje igara - Scratch (razred 5–6);

2. integrisano okruženje za razvoj softvera i programske jezike visokog nivoa C/C ++, Python, Delphi, Lazarus itd. (7.razred osnovne škole i 1. razred srednje škole);

3. objektno orijentisano programiranje sa C/C ++, Python, Delphi, Lazarus, itd.; veb programiranje sa HTML, XML, skript jezik (od 2. do 4. razreda srednje škole); razvoj mobilnih aplikacija (od 3. do 4. razreda srednje škole).

Pored toga, analiza ciljeva nastavnog programa srednjih škola na računarskim naukama pokazuje nekoliko nedostataka ažuriranog nastavnog programa o programiranju kao što su:

1. Izbor programskog okruženja vrši se bez odgovarajućeg razmišljanja. Tako se od 5. do 6. razreda predlaže da se nauče okruženja za vizuelno programiranje kao što su Scratch, koja omogućavaju programiranje multimedijalnih priča, igara, bez pisanja koda. U programu Scratch studentima će programiranje vizuelnih blokova i dalje premeštanje u integrisana razvojna okruženja biti teško, jer su potrebne veštine kodiranja na jezicima C/C ++, Python-u, Delfi-u, Lazarusu i veštinama razmišljanja visokog nivoa [9];

2. Akcenat se daje samo na savladavanju programiranja linearnih, razgranatih i struktura petlji, klasifikaciji tipova podataka, jednodimenzionalnih nizova, komponenti integrisanog razvojnog okruženja;

3. U 3. i 4. razredu srednje škole, tema „Razvoj mobilnih aplikacija“ je pokrivena, ali nijedno okruženje za razvoj mobilnih aplikacija se ne razmatra i samo je nekoliko sati dodeljeno.

Ažurirani nastavni programi informatike u srednjoj školi nude modernije sadržaje, fokusirane na svetske obrazovne putanje i odgovaraju vrhunskoj računarskoj tehnologiji. Međutim, potrebno je doprineti stvaranju neprekidnog kontinuiteta između obrazovnih nivoa i dobro promišljenog okruženja i tema o programiranju, s dodatnim fokusom na razvoj pametnih uređaja i mobilnih aplikacija.

4. REZULTATI

Tokom letnje IT škole sprovedena je eksperimentalna obuka na kursu „Osnove razvoja iOS aplikacija“ za studente prve godine IT fakulteta. Ukupno su obuhvaćene 72 osobe. Da bi sproveli uporednu analizu, studenti su podeljeni u tri grupe: studenti kao nastavnici u računarskim naukama, studenti IT studija i IT fakultet. Pre obuke sprovedena su prethodna ispitivanja i anketiranja kako bi se utvrdio nivo osnovnog znanja o programiranju. Testiranje je pokazalo veoma nizak nivo osnovnog znanja učenika - nastavnika u računarskim naukama - na nivou od 48%. Polaznici IT-studija imaju osnovno znanje programiranja od 76%. IT fakultet je pokazao najveći rezultat od 97%. Da bi odgovorili na istraživačko pitanje, održana je analiza znanja kako bi se utvrdilo u kojim temama studenti imaju nedostatke i kako to utiče na dostignuća u razvoju mobilnih aplikacija. Preliminarni test procene sadržavao je pitanja o osnovnim temama, a to su poznavanje algoritamskih struktura, faze životnog ciklusa razvoja softvera, uklanjanje grešaka u kodu, operatori ulaz-izlaz, operatori petlji, matematičke funkcije, principi i koncepti objektno orijentisanog programiranja.

Nastavnici računarskih nauka su na najnižem nivou osnovnog znanja iz svih tema. O takvim temama kao što su operatori petlji, matematičke funkcije, principi i koncepti objektno orijentisanog programiranja oni pokazuju nedovoljan nivo znanja, manji od 50%. Na teme algoritamskih struktura, faze životnog ciklusa razvoja softvera, uklanjanje grešaka programskog koda, operatore ulaz-izlaz prikazuju prosečan nivo osnovnog znanja. Tako nizak nivo osnovnog znanja objašnjava činjenica da su učenici u srednjoj školi u kratkom trajanju kursa učili samo programski jezik Pascal.

Polaznici IT-studija imaju nedovoljan nivo osnovnog znanja o „Matematičkim funkcijama“ (manje od 50%). U temama kao što su Faze životnog ciklusa razvoja softvera, Otklanjanje grešaka u kodovima, Operatori petlji oni prikazuju prosečan nivo znanja. U temama Algoritamske strukture, Načela i koncepti objektno orijentisanog programiranja poseduju visok nivo osnovnog znanja.

Taj jaz u znanju IT studenta i nastavnika računarskih nauka posledica je jaza u nastavnim programima. U školi su svi učenici učili Pascal-a, a prve godine IT studenti su, za razliku od nastavnika računarskih nauka, učili Javu, C#, C++ i Delphi.

Najviši stepen znanja pokazuje fakultet koji ima određeno iskustvo u nastavi programskih jezika i razvoju softvera. U svim temama nivo osnovnog znanja je dovoljan i visok.

Dakle, preliminarno testiranje pokazalo je različite nivoe osnovnog znanja programiranja, u zavisnosti od nivoa srednje i univerzitetske obuke. Da bi se utvrdio uticaj osnovnog programskog znanja na dalje postizanje razvoja mobilnih aplikacija, potrebno je razmotriti sadržaj i ishode učenja kursa Osnove razvoja iOS aplikacija.

Tokom praktičnog kursa „Osnove razvoja iOS aplikacija“, polaznici letnje škole naučili su kako da razvijaju mobilne aplikacije u okruženju Xcode na jeziku Objective C. Sledeće teme su bile obuhvaćene tokom kursa kako bi se postavila osnova znanja o razvoju mobilnih aplikacija:

1. Osnove kreiranja aplikacije Single View
2. UI kontroleri
3. Upotreba multimedije
4. Senzori u aplikaciji
5. Programiranje complex View
6. SQLite baza podataka
7. Završni projekat

Tokom nastave polaznici su naučili kako da razvijaju matematičke modele i algoritme za mobilne aplikacije koristeći demo primere mobilnih aplikacija. Tokom praktične sesije, studenti su kreirali aplikacije u skladu sa uputstvima, testirali ih i otklonili greške. Da bi učvrstili veštine u okviru individualnog rada, studenti su razvili sopstvene aplikacije, radeći u malom timu. Takva organizacija kursa omogućila je implementaciju spiralnog modela, koji predlaže obogaćivanje i unapređivanje razvijenih mobilnih aplikacija.

5. ZAKLJUČAK

Proučavajući međunarodna iskustva u premoštavanju jaza u znanju učenika na srednjoškolskom i univerzitetskom nivou, možemo zaključiti da je jedan od mogućih pristupa rešavanju istraživačkog pitanja preuređivanje školskih i univerzitetskih nastavnih planova i programa sa progresivnim unapređenjem i razvijanjem znanja iz osnovnog programiranja za razvoj mobilnih aplikacija Zahvaljujući ovom pristupu, nastavne jedinice koje se uspostavljaju na osnovnom nivou progresivno se poboljšavaju iz jedne obrazovne faze u drugu i razvijaju odgovarajuće veštine. S tim u vezi, preporučljivo je implementirati spiralni model podučavanja razvoja mobilnih aplikacija, prema kojem se sadržaji učenja u srednjoj školi i na univerzitetu trebaju planirati u skladu sa spiralnim principom [19]. Ovaj model treba primeniti na sve IT studente, uključujući nastavnike računarskih nauka koji moraju da savladaju mobilne tehnologije na profesionalnom nivou da bi mogli da ih primene u obrazovnom procesu.

NAPOMENA
Ovaj rad je podržalo Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije u okviru projekta TR-32044 „Razvoj softverskih alata za analizu i poboljšanje poslovnih procesa“, 2011-2019.

LITERATURA:

[1] Pinar, Muyan-Özçelik (2017). A hands-on cross-platform mobile programming approach to teaching OOP concepts and design patterns, Proceedings of the 1st International Workshop on Software Engineering

Curricula for Millennials, May 20–28, Buenos Aires, Argentina.
[2] Z. Nurbekova, G. Aimicheva, (2018) «Teaching Mobile Application Development: from the Idea to the Result», 3rd International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK) IEEE, pp. 666-669, 2018.
[3] Taft, D. K. (2007). Programming grads meet a skills gap in the real world.
[4] Alston, P. (2012). Teaching Mobile Web Application Development: Challenges Faced And Lessons Learned, In: Proceedings of 13th Annual Conference on Information Technology Education (SIGITE '12), 239–244.
[5] Dillashaw, F., & Bell, S. (1985). Learning outcomes of computer programming instruction for middle-grades students: A pilot study, Proceedings of the 58th annual meeting of the National Association for research in science technology.
[6] Scherer, R., Siddiq, F., & Sánchez Viveros, B. (2018). The cognitive benefits of learning computer programming: A meta-analysis of transfer effects. Journal of Educational Psychology.
[7] Kafai, Y., & Burke, Q. (2013). Computer programming goes back to school. Phi Delta Kappan, 95(1), 61–65.
[8] Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). An essay on the construction of formal operational structures. The growth of logical thinking: From childhood to adolescence (A. Parsons & S. Milgram, Trans.). New York: Basic Books.
[9] Saltan, F. (2016). Looking at algorithm visualization through the eyes of pre-service ICT teachers. Universal Journal of Educational Research, 4(2), 403–408.
[10] Cheung, J., Ngai, G., Chan, S., and Lau, W. (2009). Filling the gap in programming instruction: A text-enhanced graphical programming environment for junior high students, SIGCSE Symposium on Computer Science Education, Chattanooga, TN, March 2009, pp. 276–280.
[11] Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmond, E. (2010). The scratch programming language and environment. ACM Transactions on Computing Education (TOCE), 10(4), 16.
[12] Funke, A., Geldreich, K., & Hubwieser, P. (2017). Analysis of scratch projects of an introductory programming course for primary school students. In 2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 1229-1236). IEEE.
[13] Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., . & Kafai, Y. B. (2009). Scratch: Programming for all. Communications of the ACM, 52(11), 60–67.
[14] Morelli, R., de Lanerolle, T., Lake, P., Limardo, N., Tamotsu, E., & Uche, C. (2011). Can android app inventor bring CT to k-12. In Proc. 42nd ACM technical symposium on Computer science education (SIGCSE'11).
[15] Wagner, A., Gray, J., Corley, J., and Wolber, D., (2013). Using App Inventor in a K - 12 Summer Camp, SIGCSE '13 , 621–626.
[16] Stone, J. A. (2019). Student perceptions of computing and computing majors. Journal of Computing Sciences in Colleges, 34(3), 22–30.
[17] Dodero, J.M., Mota, J.M., & Ruiz-Rube, I. (2017). Bringing CT to teachers' training: A workshop review. In Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (p. 4). ACM.
[18] Aimicheva, G., Kopeyev, Z., Ordabayeva, Z. et al. A spiral model teaching mobile application development in terms of the continuity principle in school and university education. Educ Inf Technol 25, 1875–1889 (2020).
[19] Bruner, J. S. (1960). The process of education. Cambridge: Harvard University Press.

Testovi čitljivosti i njihove aplikacije
Readability Scores and Applications

Igor Vecštejn[1], Eleonora Brtka[1], Vladimir Brtka[1], Vesna Makitan[1], Ivana Berković[1],
Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“ Zrenjanin [1]

Apstrakt: *Rad se bavi primenom testova čitljivosti na kratke opise veb dostupnih kurseva radi utvrđivanja potencijalne veze između rezulatata testova čitljivosti i tematike kojom se kurs bavi. Upotrebljeno je sedam standardnih sintaksnih testova čitljivosti na uzorku od 36 kurseva i 14 različitih tema. Rezultati testova čitljivosti mogu se upotrebiti pri određivanju tema primerenih određenom uzrastu/razredu. Rezultati se mogu koristiti kao preporuke pri formiranju kurikuluma.*

Abstract: *The paper deals with the application of readability tests to short descriptions of web courses available to determine the potential link between the results of the readability tests and the topics covered by the course. Seven standard syntax readability tests were used on a sample of 36 courses and 14 different topics. The results of readability tests can be used to determine topics appropriate to a particular age/class. The results can be used as recommendations for curriculum formation.*

1. UVOD

Čitljivost teksta, posebno istraživačkih radova, udžbenika, praktikuma i ostalih sredstava koja se koriste u nastavi, ima značajan uticaj na nivo usvajanja gradiva od strane čitaoca. Svakako da je razumevanje teksta, odnosno ideje i sadržaja koji prenosi suštinsko, a zavisi od uzrasta i novoa obrazovanja onoga ko čita. Čitljivost teksta u vezi je sa njegovim kvalitetom, ali nije garant informativnosti koja je relativna i zavisi od čitaoca.

U vremenu kada se Internet izvori koriste u velikoj meri i postaju nezamenljivi u procesu obrazovanja stavljajući u drugi plan štampane materijale, čitljivost teksta ne gubi na značaju. Obrazovni materijali dostupnu su u vidu elektronskih kurseva koji nude mnoštvo opcija kao i sadržaje bogate interakcijom. Ovakav vid obrazovanja ima svoju svrhu, široko je dostupan i pokriva različite uzraste, nivoe i tematike. Iz mnoštva dostupnih elektronskih kurseva, postaje izazov izabrati one koji odgovaraju po dubini izlaganja, obimu i trajanju. Pri tome, različiti obrazovni sistemi podrazumevaju različite prilaze po pitanju tematika koje se obrađuju, dubine izlaganja, sadržajnosti i širine materije, kao i po pitanju potrebnih predznanja. Često su elektronski kursevi praćeni meta-podacima koji bliže upućuju na uzrast, tematiku, ishode učenja i potrebna predznanja. Ovi i drugi podaci uključeni su u opis kursa koji je u tekstualnoj formi, ponekad praćen video materijalom, komentarima prethodnih korisnika, itd.

U ovom radu istražuje se veza između rezultata čitljivosti opisa kursa i tematike koju on pokriva. Treba imati na umu da testovi čitljivosti predstavljaju standardizovane metrike pomoću kojih se sumiraju rezultati striktno sintaksne analize teksta: ne posmatra se značenje reči već njihov broj, frekvencija reči po rečenici, broj slogova itd. Pretpostavka je da postoji zavisnost između rezultata testova čitljivosti opisa kursa i tematike koju on obrađuje. Na ovaj način, stavlja se u drugi plan deskriptivna preporuka vezana za uzrast (razred) kome je kurs namenjen, a dobija se mogućnost odabira tematika koje su prilagođene određenom uzrastu. Ovo takođe ublažava postojeće razlike raznih obrazovnih sistema.

Rad je strukturiran na sledeći način: Drugo poglavlje sadrži kratak uvid u neke prethodne primene testova čitljivosti koje su u vezi sa ovim istraživanjem. U trećem poglavlju opisani su konkretni testovi čitljivosti pomoću formula i tekstualnih opisa, a opisana je i metododlogija istraživanja. Četvrto poglavlje prezentuje rezultate istraživanja koji su praćeni zaključnim razmatranjima u petom poglavlju.

2. PRETHODNA ISTRAŽIVANJA

Čitljivost jeste vezana za kvalitet teksta. Što je čitljivost određenog teksta veća tj što su reči u rečenici razumljivije, tekst će postati jasniji i stoga prijemčiviji čitaocu. Kako je čitljivost niža odnosno kako su reči kompleksnije, postoji mogućnost da će tekst biti razumljiv, ali će iskustvo i znanje u nekim granama biti presudni. Postoje testovi čitljivosti čiji su rezultati prikazani pomoću brojevnih opsega, time se pokazuje koliko je određen sadržaj čitljiv. Obično se koristi FRES test čitljivosti čiji je rezultat iz opsega [0, 100]. Što je rezultat bliži broju 100 to je tekst lakši za čitanje.

Ideja o egzaktnim sintaksnim testovima čitljivosti začeta je pre više od 100 godina kada se povećao broj dece koja se školuju. Porastao je i značaj pitanja o čemu deca treba da budu naučena.

U [1] su poređeni rezultati pet egzaktnih sintaksnih formula za određivanje rezultata čitljivosti na tekstovima koji se bave društvenim i prirodnim naukama za decu osnovno-školskog uzrasta. Autori zaključuju da su rezultati testova čitljivosti važni, ali nisu konzistentni i da ih treba dopuniti kvalitativnim testovima čitljivosti.

U [2] autori su koristili 66 knjiga na osnovu kojih su automatskom metodom formirani sažeci dužine do 500 reči. Analizirana je čitljivost sažetaka, nakon čega je formirano ukupno 660 rezultata čitljivosti pomoću pet formula čitljivosti (Flesch-Kincaid Grade Level, Gunning-Fog Score, Coleman-Liau Index, SMOG Index, Automated Readability Index). Osim uočenih nekonzistentnosti, autori su zaključili da fond reči koji je očekivan za određeni uzrast, nije realan što jasno upućuje na promene koje treba preduzeti pri formiranju sadržaja.

Ovo istraživanje odnosi se na školski sistem S.A.D. ali se mogu izvući zaključci od šireg praktičnog značaja.

U [3] razmatrani su naučni radovi publikovani u časopisu „*American Economic Review*“. Na osnovu 579 radova pokušano je dokazati statističku značajnu zavisnost između rezultata čitljivosti i impakta koji radovi ostvaruju. Korišćenjem metrika za određivanje čitljivosti i Google Scholar citatnog indeksa, dokazano je da postoji zavisnost rezultata čitljivosti i impakta rada. Međutim, pokazano je da npr afilijacije autora značajno utiču na citatni indeks, tako da ovu zavisnost treba shvatiti kao preporuku.

Čitljivost sadržaja veb sajtova odnosno veb stranica razmatrana je u [4]. Razmatrane su WCAG 2.0 preporuke za lakoću čitljivosti teksta koje se odnose specifično na veb sadržaje. Fokus rada je na proučavanju različitih tehnika za proračun rezultata čitljivosti. Posebno, razmatrani su slučajevi korisnika sa posebnim potrebama (slabovidost, disleksija, itd). Razmatrane su standardne formule za proračun rezultata čitljivosti, ali i napredne tehnike vezane posebno za veb sadržaje. Korišćene su metrike balansa i grupisanja koje se odnose na grafičke elemente prikazane na ekranu, tako da je prevaziđena forma jednostavnog teksta. Predložene su konkretne formule za određivanje lakoće čitljivosti sadržaja. Uočena je zavisnost između dostupnosti i čitljivosti.

U [5] razmatrana je Android aplikacija za prikaz i čitanje e-knjiga, namenjena čitaocima sa disleksijom. Osim rezultata čitljivosti, koji su ovde u drugom planu, date su preporuke koje se odnose na elemente interfejsa poput boje pozadine, veličine fonta, itd.

Osim navedenih postoje brojna istraživanja koja uključuju upotrebu rezultata čitljivosti. Takođe, egzaktne formule za proračun rezultata vezane su za jezik ili dijalekt i često nisu kompatibilne. U toku je razvoj novih i usavršenih načina proračuna rezultata čitljivosti.

3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Egzaktne formule koje su korišćene u ovom radu su standardne i mahom su primerene engleskom govornom području. Njihova upotrebna vrednost u slučaju ostalih jezika je upitna. Određeni su rezultati čitljivosti opisa kurseva koji se odnose na programske jezike, računarske aplikacije i tehnologije. Kao uzorak je uzeto 36 kurseva sa Udemy Website-a u kojima su opisane razne teme iz oblasti informacionih tehnologija. Sledi opis sedam formula za proračun čitljivosti.

FRES (Flesch Reading Ease Score) je jedna od najstarijih i potencijalno najtačnijih formula čitljivosti. Flesch formula se u početku koristila samo u slučaju engleskog teksta, ali se poslednjih godina koristi i u drugim jezicima poput indijskog, španskog, arapskog, bengalskog, itd. R. Flesch je razvio ovu formulu 1948 [6].
FRES je jednostavni pristup određivanju razreda čitaoca. Ova formula je najkorisnija u slučaju edukativnog teksta i postala je standardna formula čitljivosti koja se koristi u S.A.D. Međutim, ova formula se koristi pri ispitivanju „težine“ čitanja određenog teksta koji je napisan na engleskom jeziku. Dužina rečenice i dužina reči u rečenici se razmatraju kada se izračunava Flesch readability score. Kratke rečenice i kratke reči postižu veći rezultat dok duže rečenice sa dužim rečima dobijaju niži rezultat [7].

FOG Index (The Gunning Fog Index Readability Formula) formula je razvijena od strane Roberta Gunninga sa ciljem da odredi težinu teksta za čitanje. Gunning Fog Formula generiše broj iz opsega [0, 20]. Formula procenjuje godine formalne edukacije koje su potrebne čitaocu kako bi razumeo sadržaj pri prvom čitanju [8]. FOG Readability Formula se sprovodi na pasusu od minimalno 100 reči, a potrebno je prebrojati reči i rečenice. Proračunava se vrednost ASL: prosečna dužinu rečenice, i broj reči od od tri ili više slogova koje nisu imenice, kombinacije lakih reči ili reči koje sadrže „crte“ i dvosložni glagol koji prave treći glagol sa nastavcima -es i -ed. Vrednost PHW (Percent Hard Words) predstavlja procenat „teških“ reči koji se dodaje vrednosti ASL [9]. Fromula je data u (1).

$$Grade = 0.4 * (ASL + PHW) \quad (1)$$

Flesch-Kincaid readability su razvili Rudolf Flesch i Peter Kincaid. Flesch- Kindaid čitljivost se najviše koristi i ima najširu primenu pri određivanju mere čitljivosti. Rezultat formule je iz [0, 100]. Što je niži rezultat, on ukazuje na to da je tekst previše komplikovan [10]. Fromula je data u (2).

$$RE = 206.835 - (1.1015 * ASL) - (84.6 * ASW) \quad (2)$$

U (2) RE predstavlja čitljivost, dok ASW predstavlja prosečan broj slogova koji se dobija na osnovu deljivosti broja slogova i broja reči.

Flesch – Kincaid Grade Level Formula pokazuje kom razredu je primeren materijal dostupan na veb stranici, a pre svega se odnosi na S.A.D. Ova formula koristi lingvistička merenja koja su zasnovana na slogovima svake reči i reči svake rečenice iz određenog teksta. Formula, takođe određuje koliko je potrebno vremena nekome da razume sadržaj [11]. Sledi formula:

$$FKG = 0.39 * ASL + 11.8 * ASW - 15.59 \quad (3)$$

The Coleman-Liau Index je kreiran od strane Mary Coleman-a i Ti L. Liau-a, 1975. godine. Indeks se razlikuje od formula kao što su Flesch-Kincaid i Gunning Fog. Ove formule uključuju broj slogova po reči i po rečenici. Indeks se proračunava kao u (4).

$$CLI = (0.0588 * L) - (0.296 * S) - 15.8 \quad (4)$$

U (4), L predstavlja prosečan broj karaktera na 100 reči, dok je S prosečan broj rečenica na 100 reči. Coleman-Liau indeks procenjuje godine edukacije čitaoca koje su potrebne za razumevanje teksta. Npr. rezultat od 6 pripada šestom razredu prema školskom sistemu S.A.D odnosno starosna granica je od 11 do 12 godina [12].

The SMOG Index (Simple Measure of Gobbledygook) je kreirao Harry McLaughlin koji je bio istraživač i klinički psiholog. McLaughlin je želeo da kreira formulu koja će koristiti višesložne reči. McLaughlin je predložio da se koristi određeni sadržaj koji će sadržati minimum 30 rečenica [13]. SMOG Index formula se najviše koristi u oblasti medicine. SMOG Index procenjuje godine edukacije koje prosečna osoba mora da poseduje kako bi shvatila određeni deo teksta.
Formula je nastala kao poboljšana verzija u odnosu na prethodne formule čitljivosti [14]. Formula jre data u (5).

$$Grade = 1.0430 * \sqrt{\frac{Broj\ višesložnih\ reči * 30}{broj\ rečenica}} + 3.1291 \quad (5)$$

ARI (Automated Readability Index) je bio kreiran striktno za vojsku 1967. godine i njegova namena je bila praćenje čitljivosti na električnim pisaćim mašinama. Iz tog razloga, formula je nudila manji napor pri merenju čitljivosti u odnosu na manuelne kalkulacije. ARI je test čitljivosti koji je dizajniran da proceni razumljivost teksta. Kao i druge formule, tako i ARI formula sadrži određeni nivo ocene koji je potreban za razumevanje teksta. Na primer, ako ARI na osnovu nekog sadržaja, daje rezultat 8 to upućuje da je tekst primeren učeniku srednje škole, 15-16 godina starosti. ARI formula je izvedena iz koeficijenata koji predstavljaju težinu reči (broj karaktera u jednoj reči) i težinu rečenice (broj reči u rečenici) [15]. Formula je data u (6).

$$ARI = 4.71 * (\frac{broj\ karaktera}{broj\ reči} + 0.5 * (\frac{broj\ reči}{broj\ rečenica}) \quad (6)$$

LWF (Linear Write Formula) računa čitljivost teksta. Ona izračunava nivo (grade level) određenog teksta na osnovu rečenice i broja reči koje imaju tri ili više slogova. Formula je predstavljena opisno. Uzima se tekstualni sadržaj u kojem se nalazi bar 100 reči, broje se jednostavne reči (to su reči koje imaju dva sloga ili manje). Ovde spadaju i predlozi, prilozi, rečce. Zatim se broje složene reči (reči koje sadrže tri sloga ili više). Suma jednostavnih reči dodaje se na proizvod broja 3 i složenih reči. Rezultat se deli brojem rečenica. Ako je rezultat veći od broja 20, rezultat se deli brojem 2, a ako je manji ili jednak broju 20, potrebno je oduzeti broj 2 i podeliti brojem 2 [16].

Prethodne formule primenjene su na 36 opisa kurseva sa namerom nalaženja veze između rezultata čitljivosti opisa kursa i tematike kojom se kurs bavi. Svaki opis kursa je unet na „Readability Formulas Website“ (https: // readabilityformulas. com / free - readability – formula - tests. php) koji automatski proračunava vrednosti primene sedam prethodno navedenih formula. Sada se može odrediti da li je opis kursa teško razumljiv, da li je čitljiv, za koji razredni nivo se preporučuje, za koji uzrast, itd. Odabrano je 14 raznorodnih tematika.

4. REZULTATI

U radu je sprovedeno istraživanje čitljivosti opisa kurseva. Testovi čitljivosti se istražuju na engleskom tekstu, a odnosi se na razredni i starosni sistem školstva S.A.D. Takođe, brojevne vrednosti su zamenjene jezičkim terminima radi lakše čitljivosti. Značenje pojedinih skraćenica je: AI – Artificial Intelligence, ANDROID – Android programiranje, AWS – Advanced Architecting on Amazon Web Services, C# – Visual C# and ADO.NET Programming, CYBER – Cyber Security, FRONT – The Complete Front-End Web development Course, JAVA – Java Programming Complete Begginer To Advanced, LUA – Lua Programming Complete Course, ML – Machine Learning, PS – Photoshop, PY – Python, RASP – Humanoid Robotics using Raspberry Pi, SQL – Advanced Databases and SQL Querying, WEB – Web Development. Rezultati su sumirani u Tabeli 1.

Tabela 1. Rezultati testova čitljivosti kurseva

Oblast	FRES	GF	FKGL	TCLI	TSMOGI	ARI	LWF
AI	Standard_ Average	Fairly_Easy_To_ Read	6thGrade	11thGrade	6thGrade	10-11YearsOld	5thGrade
ANDROID	Fairly_Easy_To_ Read	Fairly_Easy_To_ Read	7thGrade	8thGrade	7thGrade	10-11YearsOld	7thGrade
ANDROID	Standard_ Average	Fairly_Easy_To_ Read	8thGrade	10thGrade	7thGrade	12-14YearsOld	8thGrade
ANDROID	Standard_ Average	Fairly_Easy_To_ Read	8thGrade	9thGrade	8thGrade	12-14 YearsOld	9thGrade
ANDROID	Standard_ Average	Fairly_Easy_To_ Read	9thGrade	10thGrade	8thGrade	13-15 YearsOld	9thGrade
AWS	Difficult_To_ Read	Hard_To_Read	College	12thGrade	12thGrade	21-22 YearsOld	CollegeGraduateAndAbove
C#	Very_Difficult_To_Read	Hard_To_Read	CollegeGraduateAndAbove	College Graduate	College	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
C#	Standard_ Average	Hard_To_Read	8thGrade	10thGrade	9thGrade	12-14 YearsOld	9thGrade
CYBER	Difficult_To_ Read	Hard_To_Read	College	College	11thGrade	21-22 YearsOld	College
CYBER	Very_Difficult_To_Read	Difficult_To_ Read	College	College	College	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
CYBER	Very_Difficult_To_Read	Very_Difficult_ To_Read	CollegeGraduateAndAbove	College	College Graduate	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
CYBER	Difficult_To_ Read	Hard_To_Read	College	11thGrade	11thGrade	College Entry	College
FRONT	Standard_ Average	Hard_To_Read	8thGrade	11thGrade	9thGrade	14-15 YearsOld	11thGrade
JAVA	Fairly_Difficult_ To_Read	Hard_To_Read	11thGrade	11thGrade	11thGrade	17-18 YearsOld	College
LUA	Very_Difficult_To_Read	Difficult_To_ Read	CollegeGraduateAndAbove	College Graduate	College Graduate	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
ML	Very_Difficult_To_Read	Difficult_To_ Read	CollegeGraduateAndAbove	College Graduate	College	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
ML	Difficult_To_ Read	Hard_To_Read	College	College	11thGrade	College Graduate	College
ML	Difficult_To_ Read	Difficult_To_ Read	CollegeGraduateAndAbove	College	College	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
ML	Difficult_To_ Read	Hard_To_Read	12thGrade	11thGrade	9thGrade	College Entry	College
ML	Difficult_To_ Read	Difficult_To_ Read	College	11thGrade	11thGrade	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
ML	Difficult_To_ Read	Very_Difficult_To_Read	College	7thGrade	12thGrade	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
ML	Difficult_To_Read	Hard_To_Read	College	College	10thGrade	17-18 YearsOld	12thGrade
ML	Very_Difficult_To_Read	Difficult_To_ Read	CollegeGraduateAndAbove	College	College	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
ML, AI	Difficult_To_ Read	Difficult_To_ Read	CollegeGraduateAndAbove	College	College	CollegeGraduate	CollegeGraduateAndAbove
PS	Fairly_Difficult_To_Read	Fairly_Easy_To_ Read	10thGrade	11thGrade	8thGrade	17-18 YearsOld	12thGrade
PY	Standard_ Average	Fairly_Easy_To_ Read	9thGrade	11thGrade	8thGrade	14-15 YearsOld	10thGrade
PY	Fairly_Easy_To_ Read	Fairly_Easy_To_ Read	6thGrade	9thGrade	7thGrade	11-13 YearsOld	7thGrade
PY	Fairly_Difficult_To_Read	Hard_To_Read	10thGrade	11thGrade	9thGrade	17-18 YearsOld	College
RASP	Standard_ Average	Hard_To_Read	10thGrade	8thGrade	9thGrade	14-15 YearsOld	College
SQL	Standard_ Average	Hard_To_Read	8thGrade	12thGrade	9thGrade	14-15 YearsOld	9thGrade
WEB	Standard_ Average	Hard_To_Read	10thGrade	8thGrade	9thGrade	14-15 YearsOld	College
WEB	Standard_ Average	Fairly_Easy_To_ Read	9thGrade	10thGrade	8thGrade	14-15 YearsOld	11thGrade
WEB	Difficult_To_ Read	Hard_To_Read	College	College	10thGrade	21-22 YearsOld	College
WEB	Difficult_To_ Read	Difficult_To_ Read	College	9thGrade	12thGrade	College Graduate	CollegeGraduateAndAbove
WEB	Fairly_Difficult_To_Read	Hard_To_Read	11thGrade	11thGrade	10thGrade	College Entry	College

5. Zaključak

Imajući u vidu veličinu i kvalitet uzorka, moguće je izvesti samo opšte zaključke ili preporuke. Jasno se ističu dve grupe tema:

- Machine Learning i Cyber Security
- Android programiranje i Python programski jezik

Prva grupa tema preporučena je za formalno obrazovanje posle srednje škole (stariji uzrast), dok je druga grupa tema preporučena za osnovnu/srednju školu (mlađi uzrast). Uvek treba imati na umu da se do rezultata došlo sintaksnom analizom teksta, pri čemu značenje pojedinih termina nema uticaj. Poznato je da je za prvu grupu tema potrebno poznavanje matematičkih postupaka, proračuna, kao i razmišljanje na visokom apstraktnom nivou. S druge strane druga grupa tema podrazumeva primenu tehnologija i programiranje na višem programskom jeziku, što se može dodatno olakšati izborom pogodnog razvojnog okruženja ili editora. Ovim je pokazan parcijalni uticaj rezultata čitljivosti opisa kursa na tematiku kojom se bavi: teže čitljivi opisi kurseva odnose se na tematiku mašinskog učenja, sigurnosti računarskih mreža, itd, dok se lakše čitljivi opisi kurseva odnose na Android programiranje i pojedine programske jezike poput Python-a. Prethodno rečeno se može koristiti kao preporuka pri formiranju kurikuluma za različite starosne grupe i nivoe studija/razrede.

Budući rad odnosiće se na eksperimente sa znatno većim uzorkom, kao i na analizu edukativnih materijala.

NAPOMENA
Ovaj rad je podržalo Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije u okviru projekta TR-32044 „Razvoj softverskih alata za analizu i poboljšanje poslovnih procesa“, 2011-2019.

LITERATURA:

[1]Umit Izgi, Burcu Sezginsoy Seker (2012). Comparing different readability formulas on the examples of science-technology and social science textbooks. Procedia – Social and Behavioral Science (46): 178-182
[2] Emily Wefelmeyer, Mary Beth Backus (2017). Strategies for using data analytics in testing the readability levels of textbooks: it's time to get serious. Procedia – Computer Science (118): 95-99
[3] McCannon B. C., Readability and research impact, Economics Letters 180, 2019, pp. 76-79
[4] Ojha, P.K., et al. Perusal of readability with focus on web content understandability. Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences (2018), https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2018.03.007
[5] Relloa L., Kanvindeb G., Baeza-Yatesc R., A Mobile Application for Displaying More Accessible eBooks for People with Dyslexia, Procedia – Computer Science 12 (2012), pp, 226-233.
[6]Website:https://readabilityformulas.com/flesch-reading-ease-readability-formula.php
[7]Website:http://www.roxifyonline.com/Rox/documentation/Flesch%20Reading%20Ease%20Score.pdf
[8]Website:https://readable.com/blog/the-gunning-fog-index-/
[9]Website:https://readabilityformulas.com/gunning-fog-readability-formula.php
[10]Website:https://www.webfx.com/tools/readable/flesch-kincaid.html
[11] Rully Agus Hendrawan, Erma Suryani, Rani Okstavia (2017). Evaluation of E-Commerce Product Reviews Based on Structural, Metadata and Readability Characteristics. Procedia – Computer Science (124): 280-286
[12]Website:https://readable.com/blog/the-coleman-liau-index/
[13]Website:https://readable.com/blog/how-did-the-smog-index-become-a-crucial-readability-formula-for-content-writers/
[14]Website:https://readabilityformulas.com/smog-readability-formula.php
[15]Website:https://readabilityformulas.com/automated-readability-index.php
[16]Website:https://readabilityformulas.com/linsear-write-readability-formula.php

INTERNET STVARI U UPRAVLJANJU PROJEKTIMA

INTERNET OF THINGS IN PROJECT MANAGEMENT

Vesna Makitan[1], Eleonora Brtka[2], Vladimir Brtka[3], Igor Vecštejn[4] and Višnja Ognjenović[5]
[1,2,3,4,5] ***Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin" u Zrenjaninu***

Sadržaj – *Mnoge savremene tehnologije i tekovine informacionog društva su imale uticaja na upravljanje projektima. U ovom radu je prikazan uticaj Interneta stvari u ovoj oblasti. Posebno su naglašeni aspekti upravljanja projektima čija priroda je znatno izmenjena zahvaljujući Internetu stvari. Izmene u načinu poslovanja, komunikacije i realizacije aktivnosti su izazovi, kako za članove timova, tako i za rukovodioce projektima.*

Abstract – *Many modern technologies and achievements of the information society have had an impact on project management. This paper presents the impact of the Internet of Things in this area. Particular emphasis is placed on aspects of project management whose nature has changed significantly thanks to the Internet of Things. Changes in the way of doing business, communication and realization of activities are challenges, both for team members and for project managers.*

1. UVOD

O značaju Interneta stvari (*Internet of things, IoT*) govori činjenica da je od uvođenja ovog pojma njegova upotreba bila tolika da se teško može uporediti sa nekim od drugih izraza iz oblasti informaciono komunkacionih tehnologija. [1-3] Ovo ukazuje na uticaj Interneta stvari na mnoge aspekte delovanja i života ljudi.

U ovom radu se razmatra u kojoj meri je zastupljen uticaj Interneta stvari na savremeno upravljanje projektima. Navodi se na koji način i u kojim aspektima upravljanja projektima je izmenjena priroda komunikacije i poslovanja zahvaljujući uticaju Interneta stvari. Prema tome se može uočiti prelazak na savremeno upravljanje projektima, obogaćeno jednom od tehnologija savremenog doba.

2. URPAVLJANJE PROJEKTIMA I INTERNET STVARI

Što se upravljanja projektima tiče, ono je razvijano tokom celokupne istorije ljudskog društva, dok je naučni okvir dobilo sredinom prošlog veka. Ako se kao dimenzije projekta posmatraju tehnologija, zahtevi i ljudi koji se angažuju na njihovoj realizaciji, na raspolaganju su različite metodologije, standardi i alati u upravljanju projektima. Prema tome, tradicionalni pristup upravljanju projektima omogućava realizaciju projekata kod kojih su poznati zahtevi i tehnologija, tj. jasno su definisane i poznate aktivnosti projekta i njihova trajanja, i mala je verovatnoća odstupanja u realizaciji i postavljenim ciljevima. [1] Sa povećanjem neizvesnosti što se tehnologija i zahteva projekta tiče, tradicionalni pristup ustupa mesto agilnim i ekstremnim metodologijama. Agilne metodologije (SCRUM, feature driven development (FDD), lean software development, Agile Unified Process (AUP), Crystal, Dynamic Sistem Development Method (DSDM)...) se koriste kada je potrebno brzo odgovoriti na zahteve tržišta i potrebe korisnika za gotovim i funkcionalnim rešenjima. Najčešće se primenjuju u realizaciji softverskih projekata. [4-6]

Slučajevi u kojima su nepoznate tehnologije koje se koriste za realizaciju, kao i ciljevi koje je potrebno ostvariti, odnose se na projekte koji nikada ranije nisu bili realizovani, a za koje se koriste ekstremne metodologije. Ove metodologije imaju najmanje definisanu strukturu i najkreativnije upravljanje od svih prethodnih slučajeva. [1, 7]

Što se Interneta stvari tiče, brojne su tehnologije koje su doprinele njegovom razvoju: RFID, bežične tehnologije, senzori, big data, cloud computing, pervazivno računarstvo... Takođe, često se navodi definicija Međunarodne telekomunikacione zajednice (International Telecommunication Union – ITU) po kojoj je Internet stvari „globalna infrastruktura za informaciono društvo koja omogućava napredne servise međusobnim povezivanjem (fizičkih i virtuelnih) stvari, na osnovu postojećih i razvijajućih interoperabilnih informaciono komunikacionih tehnologija." [1, 8] Na slici 1 su prikazani neki od aspekata uticaja Interneta stvari na upravljanje projektima.

Slika 1. Uticaj Interneta stvari na upravljanje projektima [9]

2. ASPEKTI UPRAVLJANJA PROJEKTIMA POD NAJVEĆIM UTICAJEM IOT

2.1. ANALITIKA I IZVEŠTAVANJE

Upravljanje projektima između ostalog znači analizu podataka koji se generišu tokom celokupnog životnog ciklusa projekta. Počevši od studije izvodljivosti, inicijacije i planiranja, prikupljaju se podaci, čijom analizom se omogućava uspešnost realizacije projekta. Analiza prikupljenih podataka u toku realizacije pokazuje da li projekat odstupa od planova, koje akcije preduzeti da se održi utvrđeni kurs, poprave uočena odstupanja, ostvare zarade, itd. Pri zatvaranju projekta, analizom naučenih lekcija se doprinosi boljoj realizaciji budućih projekata.

Uzimajući u obzir činjenicu da Internet stvari znači povezivanje uređaja i skupova podataka kao njihovih izlaza, koji pre toga nisu imali mogućnost komuniciranja, uočavaju se brojne prednosti u upravljanju projektima. Na raspolaganju je više kvalitativnih i kvantitativnih relevantnih podataka na osnovu kojih se mogu donositi odluke. Takođe, analitika se može odvijati u realnom vremenu, jer su podaci dostupni u realnom vremenu. Posledica je da realizacija aktivnosti i upravljanje projektima postaju brži.

U vremenu pre Interneta stvari dešavali su se zastoji u izveštavanju. Povezivanjem uređaja omogućeno je brže generisanje podataka i izveštaja i na taj način je ostvarena nezavisnost projekta i njegovih faza u toku dobijanja analitike za sopstvene sisteme. [10-12]

Otežavajuća okolnost za upotrebu Interneta stvari za potrebe analitike i izveštavanja može biti nedostatak potrebne infrastrukture, inertnost u prelasku na nove tehnologije, kao i nedostatak obučenih kadrova.

2.2. PRAĆENJE I KONTROLA REALIZACIJE PROJEKTA

Za uspeh projekata od velikog značaja su praćenje i kontrola realizacije. Pre Interneta stvari praćenje i kontrola pojedinih aktivnosti su sledili nakon realizacije. Takođe, obim projekta, broj učesnika i tradicionalna sredstva komunikacije su usporavali praćenje i kontrolu.

Internet stvari omogućava praćenje i kontrolu u realnom vremenu. Članovi tima momentalno i lako mogu pristupiti podacima o svim, pa i najmanjim elementima i porediti ih sa podacima iz prethodnih sličnih projekata. Na taj način se mogu dobiti preciznija predviđanja i, prema tome, izbeći stare greške, a samim tim i neuspeh projekta.

Ovim se doprinosi poboljšanju komunikacije između članova tima i svih zainteresovanih strana projekta, kao i njihove saradnje. [13-15]

Isti razlozi koji su navedni u slučaju analitike i izveštavanja, mogu biti presudni za uspeh korišćenja prednosti Interneta stvari u praćenju i kontroli realizacije projekta.

2.3. OBIM POSLA RUKOVODIOCA PROJEKTOM

Internet stvari utiče na aktivnosti, ekspertizu, način obavljanja i obim poslova.

U prvom redu, zahvaljujući mreži međusobno povezanih mašina, kompjutera i prenosivih uređaja, odluke rukovodioca projektom mogu biti preciznije i dostupne u pravo vreme više nego ikad. Posledica je da je obim posla za prikupljanje podataka za potrebe izveštavanja i ostalog u znatnoj meri smanjen. [16]

Zahvaljujući Internetu stvari i obilju podataka koji se generišu u svakom momentu, rukovodilac projektom je u obavezi da posebnu pažnju pokloni pitanjima sigurnosti i zaštite podataka. [15] Takođe, uloga rukovodioca projektom se menja i njegovo polje ekspertize se proširuje na poznavanje Interneta stvari i njegove promocije, osnova sigurnosti i zaštite podataka, kao i brojnih tehničkih pojedinosti.

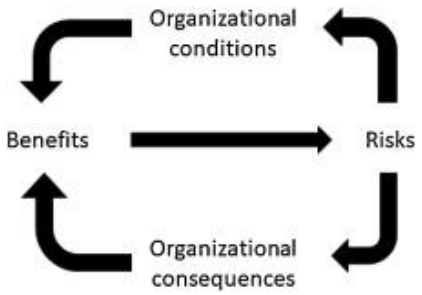
U zavisnosti od mogućnosti da primene i prihvate Internet stvari rukovodioci projekta će doprineti uspehu korišćenja ove tehnologije, kao i realizacije projekata.

2.4. OSTALI ASPEKTI UPRAVLJANJA PROJEKTIMA POD UTICAJEM IOT

Obilje mogućnosti koje se javlja upotrebom Interneta stvari u upravljanju projektima, može uticati na povećana očekivanja svih zainteresovanih strana. Dostupnost podataka, analitike, izveštaja o projektu, koji su svima dostupni u realnom vremenu, može zahtevati od rukovodilaca projektom da obezbede strategiju i profesionalnu analizu u svakom momentu.

Upotreba tehnologija zahteva edukaciju i samoedukaciju. Uloga rukovodioca projekta u ovoj oblasti je veoma bitna, jer je na njemu da omogući i promoviše potrebnu stručnost članova tima za upotrebu savremenih tehnologija.

Uvođenje Interneta stvari u organizaciju je povezano sa rizicima koje treba uzeti u obzir (Slika 2). [18]



Slika 2. Odnos koristi i rizika uvođenja Interneta stvari u organizaciju [18]

3. ZAKLJUČAK

U radu su prikazane osnovne karakteristike Interneta stvari, kao jedne od novijih tehnologija koje su imale uticaj na upravljanje projektima. U svetlu Interneta stvari određeni aspekti uprvljanja projektima su promenjeni. Prikazani su oni aspekti koji su najviše pod uticajem Interneta stvari, čija je upotreba doprinela automatizaciji, ubrzanju i poboljšanju realizacije aktivnosti projekta. U pitanju su analitika i izveštavanje o projektu, praćenje napredovanja i kontrola projekta, kao i obim posla i uloga rukovodioca projektom.

Činjenica je da se više ne postavlja pitanje da li će se Internet stvari koristiti, jer je ova tehnologija prisutna. Ono što ostaje je pitanje u kojoj meri će se upotrebiti njene prednosti za dobrobit realizacije i uspeh projekata.

4. LITERATURA

[1] Vesna Makitan, Miodrag Ivković, Eleonora Brtka and Vladimir Brtka, *New Technologies Impact on the Modern Project Management*, Konferencija YU Info 2019, Kopaonik, 10.03.2019. – 13.03.2019., Zbornik radova, Društvo za informacione sisteme i računarske mreže, urednik: Prof. dr Miodrag Ivković, Beograd 2019, ISBN: 978-86-85525-17-9

[2] Luigi Atzori, Antonio Iera, Giacomo Morabito. *Understanding the Internet of Things: definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm*. Ad Hoc Networks, Elsevier, 2016. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.adhoc.2016.12.004

[3] V. Bhuvaneswari, R Porkodi. *The Internet of Things (IoT) Applications and Communication Enabling Technology Standards: An Overview*. 2014 International Conference on Intelligent Computing Applications, DOI 10.1109/ICICA.2014.73

[4] Kathy Schwalbe, *nformation technology project management*. Revised sixth edition, Course Technology, Boston, USA, 2011.

[5] Marčelja Aleksandar, Makitan Vesna i Ivković Miodrag. *Software development with Scrum – Telenor Serbia E-Business Success Story*. In Proceedings of 5th International Conference on Information Society and Technology – ICIST 2015 – Vol. 1 Serbia, Kopaonik, 9.-13. March, 2015.

[6] Kenneth S. Rubin, *Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process*, Addison-Wesley: 2012.

[7] Wysocki, Robert K. *Effective project management – Traditional, Agile, Extreme*. John Wiley and Sons, inc. USA, 2014.

[8] Recommendation ITU-T Y.2060

[9] https://www.psgincs.com/does-internet-of-thingsiot-changing-project-management/

[10] https://us.hitachi-solutions.com/blog/ushering-new-era-iot-will-alter-project-management-landscape/

[11] https://blog.workep.com/evolution-of-project-management-with-internet-of-things

[12] Marisa A. Sánchez. *How Internet of Things is Transforming Project Management*. In book: Smart Grid Analytics for Sustainability and Urbanization. DOI: 10.4018/978-1-5225-3996-4.ch003, 2018.

[13] https://us.hitachi-solutions.com/blog/ushering-new-era-iot-will-alter-project-management-landscape/

[14] https://blog.workep.com/evolution-of-project-management-with-internet-of-things

[15] https://www.projecttimes.com/articles/the-internet-of-things-and-the-future-of-project-management.html

[16] https://pmtips.net/article/5-effects-of-iot-on-project-management

[17] Mohamed Batrawi, Pietro Percudani. *The Impact of Internet of Things unification with Project Management Disciplines in project-based organizations*. Master thesis, Umeå School of Business and Economics, 2017.

[18] Brous, P., Janssen, M. and Herder, P. *The dual effects of the Internet of Things (IoT): A systematic review of the benefits and risks of IoT adoption by organizations*. International Journal of Information Management, Volume 51, April 2020, 101952. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.008

Napomena: ovaj rad je podržalo Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije u okviru projekta TR-32044 „Razvoj softverskih alata za analizu i poboljšanje poslovnih procesa“, 2011-2014.