

Nastavno-naučnom veću
Fakulteta organizacionih nauka
Univerziteta u Beogradu

Predmet: Podobnost teme i kandidata Uroša Šoševića za izradu doktorske disertacije

Odlukom br. 3/102-10 od 11.7.2018. godine imenovani smo za članove Komisije za ocenu teme i podobnosti kandidata Uroša Šoševića za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „Softverski okvir za razvoj multimodalnih biometrijskih sistema“.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Uroš Šošević je rođen 19.8.1987. godine u Beogradu. Završio je Desetu beogradsku gimnaziju 2006. godine i odmah potom se upisuje na Fakultet organizacionih nauka, Univerziteta u Beogradu. Diplomirao je 12.10.2011. godine na studijskom programu Informacioni sistemi i tehnologije, sa prosečnom 8,27 i odbranjenim diplomskim radom pod nazivom „Primena open source rešenja u prepoznavanju glasa“. Iste godine upisuje master studije na Fakultetu organizacionih nauka, studijski program Informacioni sistemi i tehnologije, modul Informacione tehnologije. Diplomске akademske-master studije završava 2013. sa prosečnom ocenom 10 i odbranjenim master radom pod nazivom „Razvoj komunikacionih protokola za integraciju unimodalnih biometrijskih rešenja“. U novembru 2013. godine, Uroš Šošević je upisao doktorske studije na Fakultetu organizacionih nauka, studijski program Informacioni sistemi i kvantitativni menadžment – modul Informacione tehnologije. Na doktorskim studijama je uspešno položio sve ispite sa prosečnom ocenom 10. Od 2012. godine je zaposlen na Fakultetu organizacionih nauka kao saradnik u nastavi, a od 2014. radi u zvanju asistenta pri Katedri za informacione tehnologije.

1.2. Lične reference

Obrazovanje

2006 – 2011: Diplomirani inženjer za informacione sisteme i tehnologije (Dipl. Ing.), Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

2011 – 2013: Master of Sciences (M.Sc.), Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

2013 – danas: Student doktorskih studija, Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka

Spisak položenih predmeta na doktorskim studijama sa ocenama i ESP bodovima:

Naziv predmeta	Ocena	ESPB
Multimedijalne komunikacije - odabrana poglavlja	10 (deset)	10
Multimediji - odabrana poglavlja	10 (deset)	10
Napredne biometrijske tehnologije	10 (deset)	10
Programiranje interaktivnih sistema	10 (deset)	10
Raspoloživost, balansiranje opterećenja i virtuelizacija	10 (deset)	10
Interakcija čoveka i računara – odabrana poglavlja	10 (deset)	10
Računarske mreže – odabrana poglavlja	10 (deset)	10
Mobilno računarstvo	10 (deset)	10
Upravljanje podacima	10 (deset)	10

Kontinuirano obrazovanje

2010 – 2011: CCNA (Cisco Certified Network Associate)

Radno iskustvo

2003 – danas: Web developer, Linkmedia

2012 – 2014: Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Saradnik u nastavi

2014 – danas: Univerzitet u Beogradu, Fakultet organizacionih nauka, Asistent

Pedagoško iskustvo

Osnovne studije: Osnove informaciono komunikacionih tehnologija, Računarske mreže i telekomunikacije, Distribuirani računarski sistemi, Mobilno računarstvo, Multimediji, Multimedijalna produkcija, Dizajn korisničkog interfejsa, Uvod u informacione sisteme

Master studije: Napredne računarske mreže, Interakcija čovek-računar, Napredno mobilno računarstvo, Biometrijske tehnologije, Multimedijalne baze podataka, Digitalni mediji, Multimediji u marketingu

Projekti

1. Multimodal biometrics in identity management, funded by Ministry of Science and Technological development, contract no TR-32013 2011 – 2014

Publikacije

U Thompson Reuters ISI JCR referentnim časopisima:

1. Miroslav Minović, Miloš Milovanović, **Uroš Šošević**, Miguel Ángel Conde González, „Visualisation of student learning model in serious games“, Computers in Human Behavior, Volume 47, 2015, 98-107, ISSN 0747-5632, IF=2.694 (M21)
2. V. Stavljanin, I. Milenković, **U. Sosevic**, (2016). Educational Website Conversion Improvement Using Gamification. International Journal of Engineering Education, 32(1), 563-573, IF2015=0.559 (M23)
3. **Uroš Šošević**, Lena Dorđević, Miloš Milovanović, Impact of Screen Aspect Ratio on Reading Electronic Material, International Journal of Engineering Education, Ireland, 2013, ISSN: 0949-149X, IF: 0,290 (M23)
4. **Uroš Šošević**, Ivan Milenković, Miloš Milovanović, Miroslav Minović, Support Platform for Learning about Multimodal Biometrics, Journal of Universal Computer Science, Germany, 2013, Volume 19, Number 11 1684-1700, , ISSN: 0948-6968, IF: 0,762 (M23)

U međunarodnim časopisima:

1. Bojan Kezele, **Uroš Šošević**, Ivan Milenković, Miloš Milovanović, Dušan Starčević, KINECT tehnologija u biometrijskim sistemima, InfoM, Srbija, 2012, vol. 11, br. 42, str. 37-41 ISSN: 1451-4397 (M52)
2. **Uroš Šošević**, Miloš Milovanović, Miroslav Minović, Uspostavljanje interoperabilnosti u multimodalnim biometrijskim sistemima, InfoM, Srbija, 2014, vol. 13, br. 52, str. 26-31, ISSN: 1451-4397 (M52)

Međunarodne konferencije:

1. Sofija Krneta, **Uroš Šošević**, Dušan Starčević, “Overview of ear based person recognition algorithms”, XV International Symposium Symorg, Serbia, Zlatibor, 2016, ISBN 978-86-7680-326-2 (M33)
2. Aleksandar Komarica, **Uroš Šošević**, Dušan Starčević, “Integrating open source components for human ear feature extraction”, 1 st EWG-DSS International Conference on Decision Support System Technology, 27-29 May 2015, Belgrade, Serbia (M33)
3. **Uroš Šošević**, Miloš Milovanović, Miroslav Minović, “Interoperability problem in multimodal biometric systems”, XIV International Symposium Symorg, Serbia, Zlatibor, 2014, ISBN 978-86-7680-295-1 (M33)
4. V. Štavljanin, **U. Šošević**, I. Milenković. "Gamified educational website conversion optimization." Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. ACM, 2014. (M33)
5. Dejan Simić, **Uroš Šošević**, Ivan Milenković, Architectures of comprehensive identity and access management, EIIC, Slovakia, 2012, ISBN: 978-80-554-0551-3, ISSN: 1338-7871 (M33)
6. **Uroš Šošević**, Ivan Milenković, Bojan Kezele, Miloš Milovanović, Miroslav Minović, elBio – framework for learning multimodal biometrics, SIIE 2012, Andorra, 2012, ISBN: 978-84-939814-7-1 (M33)

7. Sofija Krneta, **Uroš Šošević**, Dušan Starčević, "Prepoznavanje osobe na osnovu uha – pregled razvijenih algoritama", Infotech 2016, Arandelovac, Srbija, 2016 (M63)
8. Ana Dimitrijević, **Uroš Šošević**, Miroslav Minović, "Razvoj kviz aplikacije upotrebom Leap Motion i Unity tehnologije ", Infotech 2016, Arandelovac, Srbija, 2016 (M63)
9. Sofija Krneta, **Uroš Šošević**, Dušan Starčević, "Prepoznavanje rukom pisanih brojeva korišćenjem neuronskih mreža ", ITEO 2016 Banjaluka, Bosna i Hercegovina (M63)
10. Olja Latinović, **Uroš Šošević**, Dušan Starčević, "Tehnologije otvorenog koda za prepoznavanje govornika", Infotech 2015, Arandelovac, Srbija, 2015 (M63)
11. Milan Đorić, **Uroš Šošević**, Dušan Starčević, "Softver za klasifikaciju ključnih tačaka ljudskog uha ", ITEO 2015 Banjaluka, Bosna i Hercegovina (M63)
12. Aleksandar Čugurović, **Uroš Šošević**, Velimir Štavljanin, "Izrada web korisničkog interfejsa za multimodalni biometrijski sistem transformacijom XML dokumenata u HTML5", Infotech 2014, Arandelovac, Srbija, 2014 (M63)
13. Katarina Lukić, **Uroš Šošević**, Miloš Milovanović, "Dizajniranje korisničkog interfejsa za multimodalnu akviziciju biometrijskih podataka", Infotech 2014, Arandelovac, Srbija, 2014 (M63)
14. Aleksandar Komarica, **Uroš Šošević**, Dušan Starčević, "Pregled tehnika za ekstrakciju karakteristika uha", ITEO 2014 Banjaluka, Bosna i Hercegovina
15. Ivan Milenković, **Uroš Šošević** and Miroslav Minović, "Razvojni okvir za poređenje biometrijskih algoritama", Symopis 2014, Divčibare, Srbija, 2014 (M63)
16. Ivan Milenković, Olja Latinović, **Uroš Šošević**, Dejan Simić, "Primena kriptografije u biometrijskim sistemima", Infotech, Arandelovac, Srbija, 2013 (M63)
17. **Uroš Šošević**, Milorad Milinković, Miloš Milovanović, Miroslav Minović, Web servisi kao sredstva za interoperabilnost u multimodalnim biometrijskim sistemima, Infotech, Arandelovac, Srbija, 2013 (M63)
18. **Uroš Šošević**, Miloš Milovanović, Miroslav Minović, Dušan Starčević, Primena komunikacionih protokola u multimodalnoj biometriji, iTeo, Banja Luka, Republika Srpska, 2013 (M63)
19. Dušan Starčević, **Uroš Šošević**, Ivan Milenković, elBio – softver za učenje biometrije, iTeo, Banja Luka, Republika Srpska, 2012 (M63)
20. Miroslav Minović, Miloš Milovanović, **Uroš Šošević**, Sistemi za prepoznavanje potpisa – pregled sistema otvorenog koda, Infotech, Vrnjačka Banja, Srbija, 2012 (M63)
21. Miroslav Minović, Miloš Milovanović, Bojan Kezele, **Uroš Šošević**, Akvizicija biometrijskih podataka hoda pomoću KINECT tehnologije, Infotech, Vrnjačka Banja, Srbija, 2013 (M63)

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Uzimajući u obzir predmete položene na doktorskim studijama, dosadašnje radno iskustvo i ostvarene rezultate iz predložene oblasti istraživanja zaključuje se da je kandidat Uroš Šošević kvalifikovan i dovoljno pripremljen da predloženu temu doktorske disertacije samostalno istraži i pruži odgovarajuće naučne i stručne doprinose u razmatranoj oblasti.

2. Problem, predmet i cilj istraživanja

2.1. Problem

Već duže od decenije sintagma digitalna transformacija društva se koristi kao sažet opis opšteg i globalnog fenomena prodiranja informaciono-komunikacionih tehnologija u sve privredne aktivnosti, kao i u sve vidove rada državnih, komunalnih, školskih, zdravstvenih, kulturnih, sportskih ustanova i organizacija. Internet se pritom javlja u svoja dva vida, kao krucijalno sredstvo komunikacija i vezivno tkivo između različitih entiteta uključenih u proces digitalne transformacije, odnosno kao virtualno celovit repozitorijum, a u osnovi globalno distribuirani informacioni sistem, sa kojim se korisnik povezuje na svoj zahtev. Samo kao ilustraciju široke primene Interneta za prvi vid korišćenja navedimo Viber aplikaciju na mobilnom telefonu, a za drugi vid Internet bankarsku aplikaciju!

Opšti problem kojeg treba rešiti pre početka korišćenja mnogih Internet aplikacija odnosi se na utvrđivanje verodostojnosti tvrđenih identiteta učesnika. U navedenim primerima u slučaju Viber aplikacije polazi se od pretpostavke da učesnik koristi lični mobilni telefon, kao nešto što samo on ima. U slučaju bankarske aplikacije u većini slučajeva tražiće se od učesnika da na početku veze saopšti preko Interneta nešto što samo on zna, a u mnogim slučajevima i da pokaže da raspolaže sa nečim što samo on ima.

Međutim, uključivanjem Interneta u skoro sve procese života i rada ljudi, Internet je postao i medijum na kojem se istovremeno odvija čitav niz pravno nedozvoljenih radnji, kao što su prevare, krađe, pljačke, promet nedozvoljenih supstanci, aktivnosti organizovanog kriminala i terorističkih organizacija. Krađa digitalnog identiteta i potom njegova zloupotreba je tipičan primer kriminalne aktivnosti na Internetu.

Pred istraživače i pružaoce usluga na Internetu u prvi plan je izbio zahtev korisnika da im se obezbedi bezbedan način korišćenja mrežnih aplikacija, kao i da se njihova imovina i lični podaci na Internetu zaštite od navedenih zloupotreba. Upotreba biometrijskih karakteristika korisnika u procesu utvrđivanja identiteta je poslednjih godina znatno porasla, kao mogući odgovor na postavljene zahteve, pa danas u prvi plan dolaze višefaktorski identifikacioni sistem, koji se zasnivaju na principu da se u procesu utvrđivanja identiteta korisnika istovremeno koristi kombinacija nečega što samo korisnik *zna*, nečega što samo korisnik *ima* i nečega što *je deo* fizičkih ili ponašajnih osobina samo tog korisnika. Posebno su u fokusu sistemi identifikacije koji istovremeno koriste više biometrijskih instanci nekog korisnika, multibiometrijski sistemi. Ako su pritom instance odnose na dva ili više različitih vidova biometrijskih karakteristika, onda se takvi sistemi nazivaju i multimodalni biometrijski sistemi i za njih je karakteristično izuzetno velika preciznost u donošenju zaključaka u vezi tvrđenog identiteta.

Generalno, realizacija multimodalnog biometrijskog sistema za potrebe upravljanja identitetima može da se posmatra kao razvoj svakog informacionog sistema, jer u osnovi biometrijski sistem predstavlja specifičnu klasu multimedijalnih informacionih sistema. Međutim, treba imati u vidu da razvoj unikatnog informacionog sistema *ab ovo* predstavlja skup poduhvat i da se današnji informacioni sistemi, kad god je to moguće, grade korišćenjem gotovih, dostupnih i opštekorišćenih hardverskih i programskih elemenata, jer se tako troškovi razvoja i eksploatacije dele sa drugim korisnicima. Problem da se takva metodologija izgradnje koristi i za multibiometrijski sistem otežava činjenica da danas raspoloživi elementi koji su potrebni za integraciju takvog sistema često nisu kompatibilni, jer ne dominira jedan standard na nivou senzorskih uređaja, niti na nivou ekstrakcije karakteristika, niti na nivou sheme baze biometrijskih zapisa, *uzoraka*, odnosno izračunavanja skorova podudaranja i donošenja zaključaka.

Zadatak istraživanja u okviru ove doktorske disertacije je da se ispita mogućnost realizacije multimodalnih biometrijskih sistema korišćenjem gotovih i dostupnih komponenata sistema proširivanjem domena integracije, kako u vertikalnom, konceptualnom nivou, tako i u horizontalnom, implementacionom nivou, kako bi se razvojem i uvođenjem nove fizičke komponente, softverskog okvira za razvoj multimodalnih biometrijskih sistema, omogućila interoperabilnost gotovih komponenti.

2.2. Predmet

Predmet istraživanja je izgradnja odgovarajuće metodologije razvoja multimodalnog biometrijskog sistema za potrebe upravljanja digitalnim identitetima korišćenjem pristupa razvoja sistema zasnovanog na modelima (MDA) [OMG00, SOUZ01]. Razvoj će poći od M2 nivoa OMG MDA arhitekture, *metamodela*, formiranjem objedinjenog modela biometrijskog sistema, koji će predstavljati jedinstven i formalan opis osnovnih koncepata i relacija između faktora od interesa za razvoj multimodalnog biometrijskog sistema zasnovanog na interoperabilnosti gotovih komponenti sistema. Model može da se posmatra i kao ontologija znanja potrebnih za razvoj multimodalnih biometrijskih sistema, jer treba da sadrži pregled najznačajnijih rezultata i saznanja iz predmetnih oblasti.

Predložena ontologija treba da predstavi gradivne elemente multimodalnih biometrijskih sistema na najvišem nivou apstrakcije i na taj način olakša razvoj multimodalnih biometrijskih sistema. Umesto da se na platformski specifičnom modelu (PSM), na sloju M1, koristi koncept konvertora ili mosta između različitih platformski specifičnih modela, čime bi broj mostova za N raspoloživih PSM modela bio $N^2 - N$, treba istražiti mogućnost transformacije platformski nezavisnih modela (PIM) na višem nivou apstrakcije uvođenjem univerzalnog platformskog modela u okviru metamodela biometrijskog multimodalnog sistema. Na taj način bi se smanjio broj potrebnih transformacija između N PSM modela u okviru softverskog okvira za razvoj multimodalnih biometrijskih sistema na 2N transformacija.

Dodatni predmet istraživanja biće potencijalno korišćenje predloženog softverskog okvira za razvoj multimodalnih biometrijskih sistema zasnovanog na predloženom ontološkom pristupu. Konačno, korišćenjem definisanih koncepata, svojstava i relacija biće ispitana mogućnost primene projektovanog softverskog okvira za razvoj jednog multimodalnog biometrijskog sistema zasnovanog na otisku prsta i prepoznavanju lica.

2.3. Cilji

Opšti cilj istraživanja je izrada celovitog metodološkog pristupa razvoju multimodalnih biometrijskih sistema, koji uzima u obzir različite biometrijske modalitete, postojeća biometrijska rešenja, algoritme i baze podataka.

Poseban cilj istraživanja je projektovanje i izrada softverskog okvira za razvoj multimodalnih biometrijskih sistema, kao i praktična demonstracija izrade jednog multimodalnog biometrijskog sistema kroz realizovani softverski okvir.

3. Polazne hipoteze istraživanja

Glavna hipoteza: Hijerarhijskim proširivanjem konceptualnog modelovanja i uvođenjem apstraktnog nivoa metamodela multimodalnog biometrijskog sistema, moguće je semantički proširiti razvojno okruženje uvođenjem primitiva specifičnih za modelovanje interoperabilnosti i smanjiti originalnu implementacionu složenost biometrijskog sistema.

Pomoćna hipoteza 1: Rešavanjem problema interoperabilnosti unutar metamodela multimodalnog biometrijskog sistema i korišćenjem dostupnih i gotovih komponenti biometrijskog sistema snižava se cena realizacije multimodalnog biometrijskog sistema.

Pomoćna hipoteza 2: Raspoložive tehnologije i gotovi biometrijski unimodalni sistemi i komponente su razvijeni i dostupni u dovoljnoj meri da mogu biti primenjeni za realizaciju multimodalnih biometrijskih sistema.

4. Naučne metode istraživanja

U cilju realizacije istraživanja i kako bi se potvrdile postavljene hipoteze, koristiće se sledeće metode:

- Prikupljanje i sistematizacija podataka o dostupnim rešenjima na osnovu otvorene literature, razmenom informacija i neposrednim kontaktima sa relevantnim subjektima u svetu,
- Kritička analiza postojećih i predlog sopstvenog rešenja,
- Sinteza, apstrakcija, konkretizacija, generalizacija, specijalizacija i klasifikacija, kao i ostale metode naučnog objašnjenja, biće primenjene na osnovu indukcije i dedukcije;
- Deduktivno-logička metoda pomoću koje će se na temelju spoznaje utvrđene praksom, utemeljiti vlastiti teorijski stavovi,
- Postavljanje sopstvene metodologije za ostvarivanje postavljenih ciljeva istraživanja sintezom poznatih i proverenih elemenata rešenja, ili njihovom modifikacijom, sa originalnim elementima rešenja,
- Eksperimentalna provera predložene metodologije izradom prototipa,
- Praktična provera postavljenih hipoteza testiranjem realizovanog prototipa.

U realizaciji softverskog okvira koristiće se agilna metodologija projektovanja, bazirana na MDA pristupu, upotrebom UML jezika za modelovanje.

5. Očekivani naučni doprinos

Očekivani rezultati istraživačkog procesa u predmetnoj oblasti treba da sadrže više značajnih naučnih doprinosa, i to:

- Sveobuhvatni, sistematizovan i kritički pregled stanja u oblasti multimodalnih biometrijskih sistema,
- Predlog novog metodološkog pristupa razvoju multimodalnih biometrijskih sistema zasnovanog na korišćenju ontologije razmatranog problema, a koji uzima u obzir raspoložive i moguće elementa rešenja [novi model],

- Novo softversko rešenje, okvir, za razvoj multimodalnih biometrijskih sistema zasnovano na definisanoj ontologiji [novi softver],
- Razvoj prototipa multimodalnog biometrijskog sistema pomoću predloženog okvira.

Praktičan doprinos istraživanja se ogleda u demonstraciji predloženih pristupa i rešenja realizacijom prototipskog softverskog rešenja zasnovanog na predloženom okviru za razvoj multimodalnih biometrijskih sistema.

Društveni doprinos se ogleda u koristi koju bi imale akademske obrazovne institucije u vidu alata za lakše ovladavanje znanjima i veštinama potrebnih za razvoj i korišćenje multimodalnih biometrijskih sistema.

6. Plan istraživanja, struktura rada i okvirna lista relevantnih bibliografskih izvora

6.1. Plan istraživanja

Plan istraživanja sastoji se iz 8 faza koje su predstavljene u sledećoj tabeli:

Faza 1 - Prikupljanje relevantnih bibliografskih referenci

Faza 2 - Analiza prikupljene literature i pregled trenutnog stanja u oblasti

Faza 3 - Definisanje procesa razvoja multimodalnih biometrijskih sistema

Faza 4 - Razvoj modela multimodalnih biometrijskih sistema

Faza 5 - Razvoj okvira za razvoj multimodalnih biometrijskih sistema

Faza 6 - Razvoj prototipa multimodalnog biometrijskog sistema

Faza 7 - Evaluacija prototipa sistema

Faza 8 - Publikacija rezultata istraživanja

Faza	Mesec											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												

6.2. Okvirni sadržaj doktorske disertacije

1. Uvod
 - 1.1. Predmet i cilj istraživanja
 - 1.2. Polazne hipoteze
 - 1.3. Struktura disertacije
2. Biometrijske tehnologije
 - 2.1. Biometrijski modaliteti
 - 2.2. Biometrijski sistemi
 - 2.3. Multibiometrijski sistemi
 - 2.4. Biometrijska rešenja otvorenog koda
 - 2.5. Sažetak
3. Multimodalni biometrijski sistemi
 - 3.1. Nedostaci unimodalnog pristupa
 - 3.2. Prednosti multimodalnih biometrijskih sistema
 - 3.3. Fuzija podataka kod multimodalnog pristupa
 - 3.4. Primene multimodalnih biometrijskih sistema
 - 3.5. Performanse multimodalnih biometrijskih sistema
 - 3.6. Multimedijalne baze multimodalnih biometrijskih podataka
 - 3.7. Sažetak
4. Okvir za razvoj multimodalnih biometrijskih sistema
 - 4.1. Opis problema
 - 4.2. Postojeći pristupi rešavanju interoperabilnosti multimodalnih biometrijskih sistema
 - 4.3. Izvori znanja
 - 4.4. MDA pristup razvoju multimodalnih biometrijskih sistema
 - 4.5. Notacija korišćena za prikaz modela
 - 4.6. Metamodel multimodalnih biometrijskih sistema
 - 4.7. Sažetak
5. Modelovanje multimodalnih biometrijskih sistema
 - 5.1. Postupak modelovanja
 - 5.2. UML profil za razvoj multimodalnih biometrijskih sistema
 - 5.3. Razvojni alati
 - 5.4. Sažetak
6. Metodologija razvoja multimodalnih biometrijskih sistema
 - 6.1. Unified metodologija razvoja softvera
 - 6.2. Metodologija razvoja multimedijalnih proizvoda
 - 6.3. Predloženi proces razvoja multimodalnih biometrijskih sistema
 - 6.4. Sažetak
7. Transformacije modela u multimodalnim biometrijskim sistemima
8. Razvoj prototipa multimodalnog biometrijskog sistema
9. Studija slučaja: Softverski okvir za razvoj multimodalnih biometrijskih sistema
 - 9.1. Scenario 1
 - 9.2. Scenario 2
 - 9.3. Diskusija dobijenih rezultata

10. Zaključak
 - 10.1. Realizovani doprinosi
 - 10.2. Dalji pravci istraživanja
11. Literatura

6.3. Okvirna liste relevantnih bibliografskih izvora

1. D. D Souza. OMG's MDA, An Architecture for Modeling, 2001. dokument dostupan na <http://www.omg.org/mda/presentations.htm>
 - A. K. Jain, A. Ross, and S. Pankanti, "An Introduction to biometric recognition," IEEE Trans. Circuits & Sys. Video Tech., vol. 14, no. 1, pp. 4-20, 2004.
2. Agulla, E.G., Rúa, E.A., Castro, J.L.A., Jiménez, D.G. and Rifón, L.A., 2009, December. Multimodal biometrics-based student attendance measurement in learning management systems. In Multimedia, 2009. ISM'09. 11th IEEE International Symposium on (pp. 699-704). IEEE.
3. Amirthalingam, Gandhimathi, and G. Radhamani. "A multimodal approach for face and ear biometric system." International Journal of Computer Science Issues (IJCSI) 10.5 (2013): 234.
4. Anil K. Jain, Patrick Flynn, and Arun A. Ross. 2007. Handbook of Biometrics. Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus, NJ, USA.
5. Araújo, Lívia CF, et al. "User authentication through typing biometrics features." IEEE transactions on signal processing 53.2 (2005): 851-855.
6. Arun A. Ross, Karthik Nandakumar, and Anil K. Jain. 2011. Handbook of Multibiometrics (1st ed.). Springer Publishing Company, Incorporated.
7. Ayman Abaza, Arun Ross, Christina Herbert, Marry Ann F. Harrison, Mark S. Nixon. A Survey on Ear Biometrics. ACM Computing Survey, Vol. 45, No. 2, Article 22, 2013.
8. Ayman Abaza, Arun Ross. Towards understanding the symmetry of human ears: A biometric perspective. In Proceedings of the IEEE Conference on Biometrics: Theory, Applications, and Systems (BTAS), 2010.
9. Bashir, Sabah, et al. "Unimodal & Multimodal Biometric Recognition Techniques A Survey."
10. Biometric Clients Group, Image Group, Information Access Division, Information Technology Lab: MBARK brochure. National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce (2009)
11. Biometric Identity Assurance Services (BIAS) SOAP Profile Version 1.0 Errata 02. Edited by Kevin Mangold and Cathy Tilton. 06 May 2014. OASIS Approved Errata. <http://docs.oasis-open.org/bias/soap-profile/v1.0/errata02/os/biasprofile-v1.0-errata02-os.html>. Latest version: <http://docs.oasis-open.org/bias/soap-profile/v1.0/errata02/biasprofile-v1.0-errata02.html>.

12. Bradley, Jonathan N., Christopher M. Brislawn, and Thomas Hopper. "FBI wavelet/scalar quantization standard for gray-scale fingerprint image compression." Visual Information Processing II. Vol. 1961. International Society for Optics and Photonics, 1993.
13. Catherine Tilton, BioAPI 2, 2009, <https://www.w3.org/2008/08/siv/Slides/Daon/BioAPI-Tilton-2009-full.pdf>, poslednji pristup 11.9.2018.
14. Chibelushi, C. C., et al. "Design issues for a digital audio-visual integrated database." (1996): 7-7.
15. Comparitech, Identity theft stats & facts: 2017 – 2018, poslednji pristup 11.9.2018.
16. Crihalmeanu, S., et al. "A protocol for multibiometric data acquisition, storage and dissemination." Technical Report, WVU, Lane Department of Computer Science and Electrical Engineering (2007).
17. D. Maltoni, D. Maio, A.K Jain, S. Prabhakar, Handbook of Fingerprint Recognition, Springer, 2nd ed 2009.
18. Daimi, K. and Snyder, K., 2006. Security Requirements for Multimodal Biometric Systems. In Security and Management(pp. 72-77).
19. Damousis, I.G., Tzovaras, D. and Bekiaris, E., 2008. Unobtrusive multimodal biometric authentication: The HUMABIO project concept. EURASIP journal on advances in signal processing, 2008(1), p.265767.
20. Dass, S.C., Nandakumar, K. and Jain, A.K., 2005, July. A principled approach to score level fusion in multimodal biometric systems. In International conference on audio-and video-based biometric person authentication (pp. 1049-1058). Springer, Berlin, Heidelberg.
21. de Oliveira, Adriana Esmeraldo, and Gustavo Henrique Matos Bezerra Motta. "A security API for multimodal multi-biometric continuous authentication." 2011 Seventh International Conference on Computational Intelligence and Security. IEEE, 2011.
22. Definicija interoperabilnosti, Microsoft, <http://www.microsoft.com/en-us/legal/interoperability/default.aspx>, poslednji pristup 4.8.2018.
23. Definicija interoperabilnosti, Techtarget, <http://searchsoa.techtarget.com/definition/interoperability>, poslednji pristup 4.8.2018.
24. Delac, Kresimir, and Mislav Grgic. "A survey of biometric recognition methods." 46th International Symposium Electronics in Marine. Vol. 46. 2004.
25. Dessimoz, Damien, et al. "Multimodal biometrics for identity documents ()" Forensic science international 167.2-3 (2007): 154-159.
26. EL-SAYED, A. Y. M. A. N. "Multi-biometric systems: a state of the art survey and research directions." IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications 6 (2015).

27. Fathima, A.A., Vasuhi, S., Babu, N.T., Vaidehi, V. and Treesa, T.M., 2014. Fusion Framework for Multimodal Biometric Person Authentication System. *IAENG International Journal of Computer Science*, 41(1).
28. Faundez-Zanuy, Marcos, et al. "Multimodal biometric databases: An overview." *IEEE Aerospace and electronic systems magazine* 21.8 (2006): 29-37.
29. Fiérrez-Aguilar, Julian, et al. "A comparative evaluation of fusion strategies for multimodal biometric verification." *International Conference on Audio-and Video-Based Biometric Person Authentication*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003.
30. Fierrez, J., Ortega-Garcia, J., Toledano, D.T. and Gonzalez-Rodriguez, J., 2007. BioSec baseline corpus: A multimodal biometric database. *Pattern Recognition*, 40(4), pp.1389-1392.
31. Fierrez, Julian, et al. "BiosecrID: a multimodal biometric database." *Pattern Analysis and Applications* 13.2 (2010): 235-246.
32. Garcia-Salicetti, Sonia, et al. "BIOMET: A multimodal person authentication database including face, voice, fingerprint, hand and signature modalities." *International Conference on Audio-and Video-based Biometric Person Authentication*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003.
33. H. AlMahafzah and M. Z. AlRwashdeh, "A Survey of Multibiometric Systems," *International Journal of Computer Applications* vol. 43, no. 15, pp. 36-43, 2012.
34. Haghighat, Mohammad, Mohamed Abdel-Mottaleb, and Wade Alhalabi. "Discriminant correlation analysis: Real-time feature level fusion for multimodal biometric recognition." *IEEE Transactions on Information Forensics and Security* 11.9 (2016): 1984-1996
35. Hong, L. and Jain, A.K., 1996. Multimodal biometrics. In *Biometrics* (pp. 327-344). Springer, Boston, MA.
36. IBM, IBM Future of Identity Study: Millennials Poised to Disrupt Authentication Landscape, poslednji pristup 11.9.2018.
37. Indovina, M., Uludag, U., Snelick, R., Mink, A. and Jain, A., 2003. Multimodal biometric authentication methods: a COTS approach. *Proc. MMUA*, pp.99-106.
38. ISO/IEC 2382-1:1993 - Information technology Vocabulary - Part 1: Fundamental terms, ISO, 1993.
39. J. Daugman, , "How Iris Recognition Works", *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 14, No. 1, pp. 21-30, January 2004
40. J.L. Wayman, "Biometrics in Identity Management Systems," *Security & Privacy, IEEE* , vol.6, no.2, pp.30,37, March-April 2008
41. Jain, A. K., Flynn, P., & Ross, A. A. (2010). *Handbook of Biometrics* (1st ed.). New York, NY: Springer Publishing Company, Incorporated.

42. Jain, A., Nandakumar, K. and Ross, A., 2005. Score normalization in multimodal biometric systems. *Pattern recognition*, 38(12), pp.2270-2285.
43. Jain, A.K. and Kumar, A., 2012. Biometric recognition: an overview. In *Second generation biometrics: The ethical, legal and social context* (pp. 49-79). Springer, Dordrecht.
44. Jain, A.K., Hong, L. and Kulkarni, Y., 1999, March. A multimodal biometric system using fingerprint, face and speech. In *Proceedings of 2nd Int'l Conference on Audio-and Video-based Biometric Person Authentication*, Washington DC(pp. 182-187).
45. Jain, A.K., Nandakumar, K., Lu, X. and Park, U., 2004, May. Integrating faces, fingerprints, and soft biometric traits for user recognition. In *International Workshop on Biometric Authentication* (pp. 259-269). Springer, Berlin, Heidelberg.
46. Jain, Anil K., and Arun Ross. "Multibiometric systems." *Communications of the ACM* 47.1 (2004): 34-40.
47. Jain, Anil K., Arun Ross, and Sharath Pankanti. "Biometrics: a tool for information security." *IEEE transactions on information forensics and security* 1.2 (2006): 125-143.
48. Jain, Anil K., Ruud Bolle, and Sharath Pankanti. *Biometrics: personal identification in networked society*. kluwer academic publishers, 1999
49. Jain, Anil K., Sarat C. Dass, and Karthik Nandakumar. "Soft biometric traits for personal recognition systems." *Biometric authentication*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004. 731-738.
50. Javelin strategy, 2016 Identity Fraud: Fraud Hits an Inflection Point, poslednji pristup 11.9.2018.
51. Jayakumar, R. Parimala1 C. "Providing Authentication by Using Biometric Multimodal Framework for Cloud Computing."
52. Jovanović, Bojan, et al. "Extending identity management system with multimodal biometric authentication." *Computer Science and Information Systems* 13.2 (2016): 313-334.
53. Kalaivani Sundararajan and Damon L. Woodard, 2016. Deep Learning for Biometrics - A survey. *ACM Trans. Embedd. Comput. Syst.* 9, 4, Article - (October 2016), 36 pages.
54. Karray, F., Saleh, J.A., Arab, M.N. and Alemzadeh, M., 2007. Multi modal biometric systems: A state of the art survey. *Pattern Analysis and Machine Intelligence Laboratory*, University of Waterloo, Waterloo, Canada, (2007).
55. Klontz, J.C., Klare, B.F., Klum, S., Jain, A.K. and Burge, M.J., 2013, September. Open source biometric recognition. In *Biometrics: Theory, Applications and Systems (BTAS), 2013 IEEE Sixth International Conference on* (pp. 1-8). IEEE.
56. Koteswari, S. and Paul, P.J., 2017. A Survey: Fusion of Fingerprint and Iris for ATM services.

57. Kumar, Ajay, et al. "Personal verification using palmprint and hand geometry biometric." International Conference on Audio-and Video-Based Biometric Person Authentication. Springer, Berlin, Heidelberg, 2003.
58. Kumar, Ajay, Vivek Kanhangad, and David Zhang. "A new framework for adaptive multimodal biometrics management." IEEE transactions on Information Forensics and Security 5.1 (2010): 92-102.
59. Kung, S.Y. and Mak, M.W., 2006, May. On consistent fusion of multimodal biometrics. In Acoustics, Speech and Signal Processing, 2006. ICASSP 2006 Proceedings. 2006 IEEE International Conference on (Vol. 5, pp. V-V). IEEE.
60. L. I. Kuncheva, C. J. Whitaker, C. A. Shipp, R. P. W. Duin, "Is independence good for combining classifiers?," in Proc. Int. Conf. Pattern Recognition (ICPR), Vol. 2, Barcelona, Spain, 2001, pp. 168-171
61. M. Deriche, "Trends and Challenges in Mono and Multi biometrics," presented at the Image Processing Theory, Tools and Applications, 2008. IPTA 2008. First Workshops on, Sousse, 2008. pp. 1-9
62. M. S. Ahuja and S. Chhabra, "A Survey of Multimodal Biometrics," International Journal of Computer Science and its Applications, vol. 1, no. pp. 157-160, 2011
63. M2SYS, The top 5 reasons to deploy multimodal biometrics, poslednji pristup 11.9.2018.
64. Maity, Sayan, Mohamed Abdel-Mottaleb, and Shihab S. Asfour. "Multimodal Biometrics Recognition from Facial Video via Deep Learning." Signal Image Process. Int. J 8 (2017): 81-90.
65. Mane, V.M. and Jadhav, D.V., 2009. Review of multimodal biometrics: applications, challenges and research areas. International Journal of Biometrics and Bioinformatics (IJBB), 3(5), pp.90-95.
66. Messer, Kieron, et al. "XM2VTSDB: The extended M2VTS database." Second international conference on audio and video-based biometric person authentication. Vol. 964. 1999.
67. Micheals, W. R. J., Mangold, K., Aronoff, M., Kwong, K., & Marshall, K. (2012). Specification for WS-Biometric Devices (WS-BD). NIST Special Publication, 500, 288.
68. Milenković, I., Pantović, V., Starčević, D. and Minović, M., 2011, November. A multimodal biometrics system implemented using open source technology. In Telecommunications Forum (TELFOR), 2011 19th (pp. 1352-1355). IEEE.
69. Milovanović, M., Minović, M. and Dušan, S., 2012. Interoperability Framework for Multimodal Biometry: Open Source in Action. Journal of Universal Computer Science, 18(11), pp.1558-1575.
70. Mishra, A., 2010. Multimodal biometrics it is: need for future systems. International journal of computer applications, 3(4), pp.28-33.

71. Mohanta, Tapas Kumar, and Subrajeet Mohapatra. "Development of Multimodal Biometric Framework for Smartphone Authentication System." *International Journal of Computer Applications* 102.7 (2014).
72. Monwar, M., Gavrilova M. : A Robust Authentication System Using Multiple Biometrics, *Computer and Information Science Studies in Computational Intelligence* , Volume 131, pp 189-201. (2008)
73. Monwar, M., Gavrilova, M.L. : "Multimodal Biometric System Using Rank-Level Fusion Approach," *Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics, IEEE Transactions on* , vol.39, no.4, pp.867-878 . (2009)
74. Nuance, Banking on biometrics - white paper, 2017
75. NY Times, "The Claim: Identical Twins Have Identical DNA", 2008, <https://www.nytimes.com/2008/03/11/health/11real.html>, poslednji pristup 11.9.2018.
76. Object Management Group and R. Soley. "Model Driven Architecture", 2000. dokument dostupan na www.omg.org
77. Obrenovic, Zeljko, Dusan Starcevic, and Bran Selic. "A model-driven approach to content repurposing." *IEEE MultiMedia* 11.1 (2004): 62-71.
78. Oficijalna stranica Biometric Web Services, <http://www.nist.gov/itl/iad/ig/bws.cfm>, poslednji pristup 4.8.2018.
79. Ortega-Garcia, Javier, et al. "MCYT baseline corpus: a bimodal biometric database." *IEE Proceedings-Vision, Image and Signal Processing* 150.6 (2003): 395-401.
80. Ortega-Garcia, Javier, et al. "The multiscenario multienvironment biosecure multimodal database (bmdb)." *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 32.6 (2010): 1097-1111.
81. Otero-Muras, E., González-Agulla, E., Alba-Castro, J.L., García-Mateo, C. and Márquez-Flórez, O.W., 2007, January. An open framework for distributed biometric authentication in a web environment. In *Annales Des Télécommunications* (Vol. 62, No. 1-2, pp. 177-192). Springer-Verlag.
82. Parashar, Saurabh, et al. "Design and implementation of a robust palm biometrics recognition and verification system." *Computer Vision, Graphics & Image Processing*, 2008. ICVGIP'08. Sixth Indian Conference on. IEEE, 2008.
83. Parkavi, R., Babu, K.C. and Kumar, J.A., 2017, January. Multimodal biometrics for user authentication. In *Intelligent Systems and Control (ISCO)*, 2017 11th International Conference on (pp. 501-505). IEEE.
84. Podio, Fernando L., et al. "Common Biometric Exchange Formats Framework (CBEFF)." (2004).
85. Poh, N. and Kittler, J., 2012. A unified framework for biometric expert fusion incorporating quality measures. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 34(1), pp.3-18.

86. Pojam interoperabilnost na Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Interoperability>, poslednji pristup 4.8.2018.
87. Prasanna, G.A., Anandakumar, K. and Bharathi, A., 2016. Multi Modal Biometric Systems: A State of the Art Survey.
88. Rabuzin, K., Maleković, M. and Bača, M., 2006. A multimodal biometric system based upon the active database paradigm. *Organizacija, Journal of Management, Informatics and Human Resource*, 39(7), pp.425-431.
89. Reid, Paul. *Biometrics for network security*. Prentice Hall Professional, 2004.
90. Rodriguez-Lujan, Irene, et al. "Analysis of pattern recognition and dimensionality reduction techniques for odor biometrics." *Knowledge-Based Systems* 52 (2013): 279-289.
91. Ross, A. and Jain, A., 2003. Information fusion in biometrics. *Pattern recognition letters*, 24(13), pp.2115-2125.
92. Ross, A. and Jain, A.K., 2004, September. Multimodal biometrics: An overview. In *Signal Processing Conference, 2004 12th European* (pp. 1221-1224). IEEE.
93. Ross, A., Nandakumar, K., and Jain, A.K. : *Handbook of Multibiometrics* (International Series on Biometrics). Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus, NJ, USA. (2006)
94. Ross, Arun A., and Rohin Govindarajan. "Feature level fusion of hand and face biometrics." *Biometric Technology for Human Identification II*. Vol. 5779. International Society for Optics and Photonics, 2005.
95. S. Li, A.K. Jain, *Handbook of Face Recognition*, Springer, 2nd ed. 2011.
96. S. Nanavati, M. Thieme, and R. Nanavati, *Biometrics: Identity Verification in a Networked World*. New York: John Wiley & Sons, 2002
97. S. Prabhakar, S. Pankanti, A. K. Jain, "Biometric Recognition: Security and Privacy Concerns", *IEEE Security & Privacy*, Marc/April 2003, pp. 33-42
98. Saini, N., Sinha, A., : *Face and palmprint multimodal biometric systems using Gabor–Wigner transform as feature extraction*, *Pattern Analysis and Applications*. (2014)
99. Sanchez-Reillo, Raul, Carmen Sanchez-Avila, and Ana Gonzalez-Marcos. "Biometric identification through hand geometry measurements." *IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence* 10 (2000): 1168-1171.
100. Sanjekar, P. S., and J. B. Patil. "An overview of multimodal biometrics." *Signal & Image Processing* 4.1 (2013): 57.
101. Sarhan, S., Alhassan, S. and Elmougy, S., 2017. Multimodal biometric systems: a comparative study. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 42(2), pp.443-457.

102. Shekhar, Sumit, et al. "Joint sparse representation for robust multimodal biometrics recognition." *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 36.1 (2014): 113-126.
103. Sim H., Asmuni, H., Hassan, R., Othman, R., : Multimodal biometrics: Weighted score level fusion based on non-ideal iris and face images, *Expert Systems with Applications*, Volume 41, Issue 11, 1, Pages 5390-5404, ISSN 0957-4174. (2014)
104. Sim, T., Zhang, S., Janakiraman, R. and Kumar, S., 2007. Continuous verification using multimodal biometrics. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 29(4), pp.687-700.
105. Snelick, R., Indovina, M., Yen, J. and Mink, A., 2003, November. Multimodal biometrics: issues in design and testing. In *Proceedings of the 5th international conference on Multimodal interfaces* (pp. 68-72). ACM.
106. Snelick, R., Uludag, U., Mink, A., Indovina, M. and Jain, A., 2005. Large-scale evaluation of multimodal biometric authentication using state-of-the-art systems. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 27(3), pp.450-455.
107. Šošević, U., Milenković, I., Milovanović, M. and Minović, M., 2013. Support Platform for Learning about Multimodal Biometrics. *Journal of Universal Computer Science*, 19(11), pp.1684-1700.
108. Stan Z. Li. 2009. *Encyclopedia of Biometrics* (1st ed.). Springer Publishing Company, Incorporated.
109. Toh, K-A., Xudong Jiang, and Wei-Yun Yau. "Exploiting global and local decisions for multimodal biometrics verification." *IEEE Transactions on Signal Processing* 52.10 (2004): 3059-3072.
110. Veeramachaneni, Kalyan, Lisa Ann Osadciw, and Pramod K. Varshney. "An adaptive multimodal biometric management algorithm." *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)* 35.3 (2005): 344-356.
111. Verma, G.K. and Tiwary, U.S., 2014. Multimodal fusion framework: A multiresolution approach for emotion classification and recognition from physiological signals. *NeuroImage*, 102, pp.162-172.
112. Yampolskiy, Roman V., and Venu Govindaraju. "Behavioural biometrics: a survey and classification." *International Journal of Biometrics* 1.1 (2008): 81-113.
113. Yin, Yilong, Lili Liu, and Xiwei Sun. "SDUMLA-HMT: a multimodal biometric database." *Chinese Conference on Biometric Recognition*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011.
114. Yoo, Jang-Hee, et al. "Design of Embedded Multimodal Biometric Systems." *SITIS* 7 (2007): 1058-1062.

115. Zhang, Q., Yin, Y., Zhan, D.C. and Peng, J., 2014. A novel serial multimodal biometrics framework based on semisupervised learning techniques. IEEE transactions on information forensics and security, 9(10), pp.1681-1694.
116. Zhang, Rong, Christian Vogler, and Dimitris Metaxas. "Human gait recognition." Computer Vision and Pattern Recognition Workshop, 2004. CVPRW'04. Conference on. IEEE, 2004.

7. Zaključak i predlog

Na osnovu izloženog može se zaključiti da kandidat Uroš Šošević ispunjava sve uslove predviđene Zakonom o visokom obrazovanju za odobrenje izrade doktorske disertacije pod naslovom "Softverski okvir za razvoj multimodalnih biometrijskih sistema".

Tema pripada užoj naučnoj oblasti Informacione tehnologije. Ostvareni naučni stručni rezultati mogu imati širu primenu u širenju i unapređenju primene biometrijskih tehnologija u procesu digitalne transformacije društva.

Na osnovu svega navedenog, komisija predlaže Nastavno-naučnom veću da prihvati predloženu temu i odobri izradu prijavljene doktorske disertacije. Za mentora doktorske disertacije predlaže se dr Dušan Starčević, profesor emeritus Fakulteta organizacionih nauka, Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 30.09.2018.

ČLANOVI KOMISIJE

dr Dušan Starčević, prof. emeritus Fakulteta organizacionih
nauka Univerziteta u Beogradu

dr Dejan Simić, red. prof. Fakulteta organizacionih nauka
Univerziteta u Beogradu

dr Zoran Jovanović, red. prof. Elektrotehničkog fakulteta
Univerziteta u Beogradu