

Nastavno-naučnom veću  
Fakulteta organizacionih nauka  
Univerziteta u Beogradu

**Predmet:** Podobnost teme i kandidata Ivana Milenkovića za izradu doktorske disertacije

Odlukom 05-01 br. 3/102-12 od 13.07.2018. god. godine imenovani smo za članove Komisije za ocenu teme i podobnosti kandidata Ivana Milenkovića za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „Okvir za evaluaciju multimodalnih biometrijskih sistema“.

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija podnosi sledeći

## I Z V E Š T A J

### 1. Podaci o kandidatu

#### 1.1. Biografski podaci

Ivan Milenković rođen je 14.6.1988 u Beogradu. Završio je Matematičku gimnaziju u Beogradu 2007 godine. Iste godine upisuje Fakultet organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu - smer Informacioni sistemi i tehnologije, koji završava 2011. godine sa prosečnom ocenom 9.95 odbranivši diplomski rad „Fuzija informacija u multimodalnoj biometriji“. Master studije upisuje 2011. godine na Fakultetu organizacionih nauka, smer Informacioni sistemi i tehnologije i završava ih 2013. godine sa prosečnom ocenom 10,00 , odbranivši master rad „Razvoj komunikacionog adaptera za multimodalni biometrijski sistem“. Doktorske studije na Fakultetu organizacionih nauka, smer Informacioni sistemi i kvantitativni menadžment upisao je 2013. godine. Trenutni prosek Ivana Milenkovića na doktorskim studijama je 10,00.

Nosilac je više nagrada i priznanja za uspehe postignute tokom studiranja. Proglašen od strane Univerziteta u Beogradu za najboljeg studenta generacije 2007/2008 Fakulteta organizacionih nauka. Tokom studiranja bio je stipendista Republičkog fonda za razvoj naučnog i umetničkog podmlatka, kao i stipendista Fonda za mlade talente.

Od jula do avgusta 2010. bio je na stručnoj praksi u Institutu Mihajlo Pupin. Tokom studiranja od oktobra 2010. godine kao saradnik Laboratorije za multimedijalne komunikacije izvodio je vežbe iz predmeta Računarske mreže i telekomunikacije i učestvovao u naučno istraživačkim projektima laboratorije. Od februara 2012. godine zaposlen je na Fakultetu organizacionih nauka kao saradnik u nastavi na Katedri za informacione tehnologije. Od februara 2014. godine zaposlen je na Fakultetu organizacionih nauka kao asistent na Katedri za informacione tehnologije.

Objavio je više radova iz oblasti informacionih tehnologija u zemlji i inostranstvu. Učestvuje u izvođenju projekta „Primena multimodalne biometrije u menadžmentu identiteta“, Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, ugovor broj TR-32013 2011 – 2018. Pored nastavnih i istraživačkih aktivnosti,

kandidat ima iskustva u radu na stručnim projektima, kao i komercijalnim kursevima. U okviru Inovacionog centra Fakulteta organizacionih nauka, učestvovao je u realizaciji kursa „Administracija Linuks sistema“. Takođe, član je uredništva multimedijalnog dodatka časopisa InfoM. Tečno govori, čita i piše engleski jezik, a služi se nemačkim.

## **1.2. Lične reference**

### **Obrazovanje**

2007 – 2011: Diplomirani inženjer organizacionih nauka (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:**

| <b>Naziv predmeta</b>                                       | <b>Ocena</b> | <b>ESPB</b> |
|-------------------------------------------------------------|--------------|-------------|
| Odabrana poglavlja iz tehnika zaštite u računarskim mrežama | 10 (deset)   | 10          |
| Zaštita računarskih sistema – odabrana poglavlja            | 10 (deset)   | 10          |
| Napredne biometrijske tehnologije                           | 10 (deset)   | 10          |
| Multimedijalne komunikacije – odabrana poglavlja            | 10 (deset)   | 10          |
| Multimediji – odabrana poglavlja                            | 10 (deset)   | 10          |
| Interakcija čoveka i računara – odabrana poglavlja          | 10 (deset)   | 10          |
| Računarske mreže – odabrana poglavlja                       | 10 (deset)   | 10          |
| Mobilno računarstvo                                         | 10 (deset)   | 10          |
| Sistemi zaštite informacionih sistema                       | 10 (deset)   | 10          |

## **Radno iskustvo**

2012 – 2014 : Univerzitet u Beogradu, Fakultet Organizacionih Nauka, Saradnik u nastavi

2014 – danas : Univerzitet u Beogradu, Fakultet Organizacionih Nauka, Asistent

## **Pedagoško iskustvo**

Angažovan je na izvođenju vežbi, pripremi i organizovanju pismenih ispita i kolokvijuma, kao i mentorstvima za projekte na sledećim predmetima osnovnih i master studija:

Osnovne studije: Osnove informaciono komunikacionih tehnologija, Uvod u informacione sisteme, Arhitektura računara i operativni sistemi, Računarske mreže i telekomunikacije, Distribuirani računarski sistemi, Mobilno računarstvo, Zaštita računarskih sistema

Master studije: Napredne računarske mreže, Napredno mobilno računarstvo, Biometrijske tehnologije, Aplikacije E-trgovine, Tehnike zaštite u računarskim mrežama

Prilikom evaluacije od strane studenata njegov pedagoški rad je ocenjivan visokim ocenama između 4.08 i 5.00, na skali od 1 do 5, o čemu postoji pisana evidencija na Fakultetu organizacionih nauka.

## **Projekti**

1. Multimodal biometrics in identity management, funded by Ministry of Science and Technological development, contract no TR-32013 2011 – 2018

## **Publikacije**

Ivan Milenković je autor ili koautor u sledećim naučnim publikacijama:

### **1. Poglavlje u monografiji međunarodnog značaja (M14):**

1. M. Bogićević, I. Milenković, D. Simić. "Identity Management—A Survey." *Innovative Management and Firm Performance*. Palgrave Macmillan UK, 2014. 370-384.

### **2. Radovi objavljeni u naučnim časopisima međunarodnog značaja (M23):**

1. V. Stavljanin, I. Milenkovic, U. Sosevic, (2016). Educational Website Conversion Improvement Using Gamification. *International Journal of Engineering Education*, 32(1), 563-573, IF2015=0.559
2. B. Jovanović, I. Milenković, M. Bogićević-Sretenović, D. Simić, (2016). Extending identity management system with multimodal biometric authentication. *Computer Science and Information Systems*, 13(2), 313-334, IF2015=0.623
3. M. Stanojević, I. Milenković, D. Starčević, B. Stanojević. Continuous Distribution Approximation and Thresholds Optimization in Serial Multi-Modal Biometric Systems. *International Journal of Computers, Communications & Control* 11, no. 5 (2016), IF 2015=0.627

4. U. Šošević, I. Milenković, M. Milovanović, M. Minović, "Support Platform for Learning about Multimodal Biometrics", *Journal of Universal Computer Science*, vol 19, num 11, pp 1684-1700, 2013, IF2012=0.762

### **3. Radovi objavljeni u časopisima nacionalnog značaja (M52)**

1. K. Živković, I. Milenković, D. Simić, Using open source software for web application security testing, *JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY AND APPLICATIONS*, Paneuropean University APEIRON, 12, 2, pp. 86 - 92, 2232- 9625, 004.738.5.056, 10.7251/JIT1602086Z, 10.7251/JIT1602086Z, 2017.
2. Z. Bikicki, I. Milenković, D. Starčević, Using 3D Models for Improving Face Recognition, *Journal of Information Technology and Applications*, vol 4, num 2, pp. 55-62, Banjaluka, 2014, ISSN 2232-9625
3. I. Milenković, O. Latinović, D. Simić, "Using Kerberos protocol for Single Sign-On in Identity Management Systems", *Journal of Information Technology and Applications*, vol 3, num 1, pp. 27-34, Banjaluka, 2013, ISSN 2232-9625
4. B. Kezele, U. Šošević, I. Milenković, M. Milovanović, D. Starčević „Kinect technology in biometric systems“, *INFOM - Journal of information technologies and multimedia systems* , vol. 42, pp. 37-41, June 2012

### **4. Zbornici međunarodnih naučnih skupova – saopštenja štampana u celini (M33):**

1. M. Živadinović, I. Milenković, D. Simic, "Cash, Hash Or Thrash – Hash Function Impact On System Security", *XV International Symposium Symorg*, Serbia, Zlatibor, 2016, pp.900-907, ISBN 978-86-7680-326-2
2. I. Milenkovic, K. Živković, D. Simic, "Application of Multimodal Biometrics in Access Control Systems", *XV International Symposium Symorg*, Serbia, Zlatibor, 2016, pp.900-907, ISBN 978-86-7680-326-2
3. M. Živadinović, I. Milenković, D. Simić, "Open source algorithms performance on unconstrained facial images", *1 st EWG-DSS International Conference on Decision Support System Technology*, 27-29 May 2015, Belgrade, Serbia
4. M. Živadinović, I. Milenković, D. Simic, "Seraphim: Linux kernel module for resource management and command execution", *XIV International Symposium Symorg*, Serbia, Zlatibor, 2014, pp.900-907, ISBN 978-86-7680-295-1
5. B. Jovanović, M. Bogičević, I. Milenković, D. Simic, "The Architecture of Integrated Identity Management and Multimodal Biometric System", *XIV International Symposium Symorg*, Serbia, Zlatibor, 2014, pp.900-907, ISBN 978-86-7680-295-1
6. 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.

7. U. Šošević, I. Milenković, B. Kezele, M. Minović, M. Milovanović, "elBio - Framework for learning multimodal biometrics", International Symposium on Computers in Education, Andorra La Vella, 2012, ISBN: 978-84-939814-7-1
8. I. Milenković, U. Šošević, D. Simić, "Architectures of comprehensive identity and access management", EIIC 2012 Electronic International Interdisciplinary Conference, Proceedings of the EIIC 2012, ISSN:1338-7871, ISBN 978-80-554-0551-3
9. M. Bogicevic, I. Milenkovic, D. Simic, "Identity Management – A Survey", XIII International Symposium Symorg, Serbia, Zlatibor, 2012, pp.900-907, ISBN: 978-86-7680-255-5
10. I. Milenković, V. Pantović, D. Starčević, M. Minović, "A multimodal biometrics system implemented using open source technology," Telecommunications Forum (TELFOR), 2011 19th, pp.1352 - 1355, Beograd, 2011, ISBN: 978-1-4577-1498-6
11. B. Kezele, I. Milenković, M. Milovanović, M. Minović, D. Starčević, "Open source application in multimodal biometry", 4th World Summit on the Knowledge Society, Mykonos, Greece, September 21-23, pp. 392-397, 2011, ISBN 978-3-642-35879-1

#### **5. Saopštenja sa skupova nacionalnog značaja štampana u celini (M63):**

1. M. Богићевић Сретенковић, И. Миленковић, Д. Симић, Hybris kao B2C e-commerce rešenje, INFOTECH ICT Conference & Exhibition, Arandjelovac, 2017, 2017.
2. М. Живадиновић, И. Миленковић, Д. Симић, Primena pametnih ugovora platforme Ethereum u kreiranju novih kriptovaluta, INFOTECH ICT Conference & Exhibition, Arandjelovac, 2017, Arandjelovac, 6. - 7. Jun, 2017
3. K. Živković, I. Milenković, D. Simić, "Nefunkcionalno testiranje web aplikacija", ITEO 2016 Banjaluka, Bosna i Hercegovina
4. K. Živković, I. Milenković, D. Simić, "Savremene primene multimodalne biometrije", Infotech 2016, Arandjelovac, Srbija, 2016
5. M. Živadinović, I. Milenković, D. Simić, "Izmenjena Bitcoin arhitektura kao sredstvo evidentiranja bankarskih transakcija", Infotech 2016, Arandjelovac, Srbija, 2016
6. I. Milenković, M. Živadinović, D. Simić, "Uticaj rezolucije slike na preciznost prepoznavanja lica", Infotech 2015, Arandjelovac, Srbija
7. M. Živadinović, I. Milenković, D. Simić, "Klasifikacija i korišćenje mobilnih uređaja za potrebe biometrije", ITEO 2015, Banjaluka, Bosna i Hercegovina, Banjaluka, Bosna i Hercegovina
8. I. Milenković, M. Živadinović, D. Simić, "Poređenje rešenja otvorenog koda za prepoznavanje lica", ITEO 2015, Banjaluka, Bosna i Hercegovina
9. Ivan Milenković, Uroš Šošević and Miroslav Minović, "Razvojni okvir za poređenje biometrijskih algoritama", Symopis 2014, Divčibare, Srbija, 2014

10. Jovanovic B., Bogicevic M., Milenkovic, I., Simic D., “Integracija multimodalne biometrijske autentifikacije u sistem za menadžment identiteta”, Infotech 2014, Arandelovac, Srbija, 2014
11. Živadinović M., Milenkovic, I., Simic D, “Unapređenje bezbednosti linux operativnog sistema primenom Seraphim kernel modula”, Infotech 2014, Arandelovac, Srbija, 2014
12. Ivan Milenković, Dušan Starčević, “An overview of lte networks performance and security”, ITEO 2014, Banjaluka, 2014
13. Z. Bikicki, I. Milenković, D. Starčević, “Korišćenje 3D modela za poboljšanje prepoznavanja lica pod različitim uglovima”, Infotech 2013, Arandelovac, Srbija, 2013
14. I. Milenković, O. Latinović, D. Starčević, D. Simić, “Prototip komunikacionog adaptera za rad sa unimodalnim biometrijskim rešenjem”, ITEO 2013, Banjaluka, 2013, ISBN 978-99955-91-24-3
15. I. Milenković, O. Latinović, U. Šošević, D. Simić, “Primena kriptografije u biometrijskim sistemima”, Infotech 2013, Arandelovac, Srbija, 2013
16. U. Šošević, I. Milenković, B. Kezele, M. Milovanović, M. Minović, “ELBIO – softver za pomoć pri učenju biometrije”, ITEO 2012, Banjaluka, 2012, ISBN 978-99955-49-94-7
17. I. Milenković, M. Bogićević, D. Simić, D. Starčević, “Identity management – An overview and analysis of existing standards ”, Infotech 2012, Vrnjačka banja, Srbija, 2012
18. O. Latinović, I. Milenković, D. Starčević, V. Štavljanin, “Primena rešenja tehnologije otvorenog koda u prepoznavanju osobe zasnovanom na glasovnom zapisu”, Infotech 2012, Vrnjačka banja, Srbija, 2012
19. I. Milenković, O. Latinović, D. Simić, “Identity management in cloud computing”, ITEO 2012, Banjaluka, 2012, ISBN 978-99955-49-94-7
20. I.Milenković, V. Pantović, D. Starčević, M. Minović, “Savremene metode za multimodalnu biometriju”, Infotech 2011, Budva, Crna Gora, Zbornik radova, pp. 252-261
21. B. Kezele, I. Milenković, M. Milovanović, M. Minović, D. Starčević, XXXVIII Simpozijum o operacionim istraživanjima - SymOpis 2011, Zlatibor, 04-07.10.2011.god.: Zbornik radova 754-757 str., ISBN 978-86-403-1168-7
22. I. Milenković, S. Paunović, D. Starčević, “Information fusion in multimodal biometrics”, Infotech 2011, Vrnjačka banja, Srbija, 2011

## **6. Tehnička rešenja(kategorija M85)**

1. Dejan Simić, Dušan Starčević, Velimir Štavljanin, Ivan Milenković, Marija Bogićević, Miloš Milovanović, “Razvoj prototipa za menadžment identiteta i upravljanje pristupom

zasnovan na okviru za rad sa multimodalnim biometrijskim podacima”, Tehničko rešenje, TR-32013, decembar 2012. godine, Rukovodilac projekta: prof. dr Dušan Starčević

2. Miroslav Minović, Miloš Milovanović, Uroš Šošević, Ivan Milenković, “Platform for assistance to learn about multimodal biometric systems”, Technical solution, TR-32013, 2013, Project lead: dr. Dušan Starčević
3. Dejan Simić, Bojan Jovanović, Marija Bogićević, Ivan Milenković, “Development of prototype for management identity and access management based on FreeIPA and framework for working with multimodal biometrics”, Technical solution, TR-32013, 2013, Project lead: dr. Dušan Starčević
4. Dušan Starčević, Milan Stanojević, Miroslav Minović, Marija Bogićević, Ivan Milenković, Uroš Šošević, “The experimental system for testing multimodal biometric procedures – A testing tool for biometric solutions”, Technical solution, TR-32013, 2012, Project lead: dr. Dušan Starčević

## **7. Udžbenici i pomoćna nastavna literatura**

1. Dušan Starčević, Miroslav Minović, Miloš Milovanović, Bojan Jovaonović, Uroš Šošević, Ivan Milenković, Bojan Kezele, „Računarske mreže i telekomunikacije - praktikum“, Fakultet organizacionih nauka, 2012, ISBN: 978-86-7680-261-6

### **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 Ivan Milenković 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**

Biometrijsko prepoznavanje osobe možemo definisati kao prepoznavanje na osnovu njenih fizioloških ili biohejviorističkih karakteristika. Može se koristiti kao alternativa standardnim metodama autentikacije koje se zasnivaju na nečemu što osoba zna ili poseduje. Ukoliko biometrijska autentikacija podrazumeva korišćenje više različitih biometrijskih modaliteta, takav pristup naziva se multimodalna biometrija. Multimodalna biometrija koristi se kako bi se unapredila preciznost i bezbednost biometrijskog sistema.

Problem koji će biti razmatran u okviru predistraživanja nastao je kao posledica sve češće upotrebe biometrijskih metoda u praksi. Danas je dostupan značajan broj komercijalnih rešenja i rešenja otvorenog koda, koja omogućavaju rad sa različitim biometrijskim modalitetima. Međutim, u ovoj oblasti i dalje postoje određeni izazovi. Prilikom poređenja i evaluacije performansi različitih algoritama, kako za multimodalnu, tako i za unimodalnu biometriju, javljaju se određene nedorečenosti. Uporednu analizu dva rešenja koja rade sa istim modalitetom nije uvek jednostavno izvršiti. Čak i kada su dostupne javne

baze sa biometrijskim podacima određenog modaliteta, potrebno je izvršiti prilagođavanje sistema protokolu za testiranje konkretne baze.

Pored ovih inicijalnih teškoća i tumačenje različitih parametara, koji služe kao pokazatelji preciznosti i performansi biometrijskog sistema, može biti kompleksan zadatak. Ukoliko se uzmu u obzir samo neki od parametara, na primer ukupan FMR (eng. False Match Rate) i FNMR (eng. False Non Match Rate), moguće je lako prevideti određene konkretne scenarije u kojima biometrijski sistem ima značajno lošije rezultate od proseka [Yager, Dunstone, 2010]. Zato je često od koristi imati u vidu i druge pokazatelje, kao što je na primer biometrijska menažerija, koji mogu ukazati na neke suštinske nedostatke samog sistema u određenim situacijama.

Podešavanje praga osetljivosti sistema je jedan od zadataka koji se nalazi pred projektantom biometrijskog sistema. Prilikom njegovog određivanja, projektant se suočava sa dva suprotstavljena cilja, potrebom da sistem bude što bezbedniji i potrebom da sistem bude što upotrebljiviji za krajnjeg korisnika. Favorizovanje jedne ili druge potrebe ima uticaj na FMR i FNMR parametre sistema. Najčešće se u praksi prag osetljivosti određuje iskustveno [Jain, Ross], ili na osnovu određenog kontrolnog seta podataka. Ovde se postavlja pitanje da li je moguće ovaj problem rešiti na analitički način.

Sve navedene teškoće se multiplikuju prilikom primene multimodalnog pristupa. Projektant biometrijskog sistema nalazi se pred izborom različitih metoda fuzije informacija, koje imaju različite prednosti i mane. Takođe javlja se dilema izbora pogodnih modaliteta, kao i podešavanje praga osetljivosti sistema, posebno kod primene serijskog pristupa fuziji informacija.

## **2.2. Predmet**

Na osnovu svega navedenog, možemo uočiti potrebu za metodološkim pristupom razvoju edukativnog evaluacionog multimodalnog biometrijskog sistema. Korišćenjem navedene metodologije realizovaće se okvir (engl. framework) koji bi omogućio lakšu analizu performansi multimodalnih biometrijskih sistema. Takav pristup bi mogao imati višestruku primenu i značaj. Multimodalni biometrijski sistemi mogu se uspešno integrisati sa sistemima za menadžment identiteta [Jovanović, Milenković, Bogićević, Simić, 2016]. Najširu primenu predmetni okvir mogao bi imati prilikom edukacije novih kadrova u okviru ove oblasti. Sa druge strane, iskusni inženjeri biometrijskih sistema bi ga mogli koristiti kao sredstvo za efikasniju analizu problema podešavanja parametara sistema ali i kao i sredstvo za podršku prilikom donošenja odluka.

Predmet istraživanja je upravo razvoj odgovarajućeg metodološkog pristupa za evaluaciju performansi multimodalnih biometrijskih sistema. Razvoj multimodalnih biometrijskih sistema moguće je ne samo pomoću kompletne implementacije od početka, već i uz primenu okvira i rešenja otvorenog koda [Milovanovic, Minovic, Starcevic, 2012]. Kako se pokazalo da primena tehnika gejmfikacije u edukaciji ima pozitivan rezultat [Štavljanin, Milenković, Šošević, 2016], poseban predmet istraživanja biće mogućnost upotrebe tehnika gejmfikacije kako bi se unapredio proces edukacije budućih biometrijskih inženjera.

Potrebno je postići metodološki korektnu evaluaciju performansi multimodalnih biometrijskih sistema u različitim scenarijima korišćenja. Neophodno je omogućiti kombinavanje različitih biometrijskih modaliteta, algoritama za rad sa biometrijskim modalitetima, metoda za fuziju informacija, kao i testiranje nad bazama biometrijskih podataka. Biće istražene mogućnosti i načini za jednostavno uključivanje novih modaliteta i algoritama, kako bi se postigla modularna struktura okvira.

### **2.3. Cilj istraživanja**

Cilj istraživanja je podizanje kvaliteta i efikasnosti procesa obrazovanja biometrijskih inženjera uvođenjem okvira za evaluaciju multimodalnih biometrijskih sistema u nastavni proces. U okviru osnovnog cilja istraživanja potrebno je pronalaženje načina za prikaz i evaluaciju uticaja različitih ulaza u multimodalni biometrijski sistem i izbora algoritama fuzije na njegovu preciznost i performanse. Poseban cilj je razvoj okvira za evaluaciju multimodalnih biometrijskih sistema.

### **3. Polazne hipoteze istraživanja**

**Opšta hipoteza:** Moguće je razviti okvir za evaluaciju performansi multimodalnih biometrijskih sistema koji bi omogućio ispitivanje performansi različitih kombinacija biometrijskih modaliteta, algoritama za rad sa biometrijskim modalitetima i metoda za fuziju informacija.

#### **Pomoćne hipoteze:**

H1 - Razvoj okvira za evaluaciju multimodalnih biometrijskih sistema bi omogućio evaluaciju performansi sistema u različitim scenarijima korišćenja.

H2 - Moguće je razviti novu metodu za optimizaciju određivanja praga osetljivosti multimodalnog biometrijskog sistema u skladu sa predefinisanim parametrima.

H3 - Okvir za evaluaciju multimodalnih biometrijskih sistema može proces obrazovanja inženjera u oblasti biometrije učiniti efikasnijim.

H4 – Proširenje standardne metodologije razvoja informacionog sistema zasnovane na UML jeziku uvođenjem novih koncepata specifičnih za biometrijske sisteme, evaluaciju biometrijskih sistema i njihovu primenu u obrazovanju olakšava i podiže kvalitet realizacije okvira za evaluaciju multimodalnih biometrijskih sistema.

### **4. Naučne metode istraživanja**

Opšte naučne metode istraživanja koje će biti upotrebljene jesu analitičko-sintetička, deduktivno logička, sistemski pristup i komparativni pristup.

Posebne metode koje će se koristiti za realizaciju istraživanja i evaluaciju postavljenih hipoteza su:

- Pregled i analiza raspoložive literature koja pripada naučnim oblastima relevantnim za predmet istraživanja
- Kritička analiza trenutnog stanja evaluacije multimodalnih biometrijskih sistema i predlog novog rešenja
- Eksperimentalna provera predloženog modela razvojem prototipa okvira i testiranjem na bazama biometrijskih podataka
- Upotreba statističkih metoda za analizu i prikaz rezultata
- Razvoj matematičkog modela za optimizaciju praga osetljivosti multimodalnog biometrijskog modela primenom metoda matematičkog modeliranja
- Eksperimentalna provera predloženog modela za optimizaciju primenom okvira

## 5. Očekivani naučni doprinos

Očekivani naučni doprinosi su:

- Kritički pregled i sistematizacija pristupa u oblasti multimodalne biometrije
- Razvoj konceptualnog modela sistema za evaluaciju multimodalnih biometrijskih sistema i njihovo korišćenje u procesu obrazovanja
- Razvoj generičkog okvira za evaluaciju multimodalnih biometrijskih sistema
- Razvoj prototipa sistema za testiranje multimodalnih biometrijskih sistema pomoću predloženog okvira
- Novi model za određivanje praga osetljivosti multimodalnog biometrijskog sistema
- Razvoj prototipa sistema za edukaciju biometrijskih inženjera zasnovanog na predloženom okviru i podržanog tehnikama za podizanje motivisanosti studenata u procesu učenja

Društveni doprinos se ogleda u boljem kvalitetu obrazovanja inženjera u oblasti biometrije

## 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 - Formiranje konceptualnog modela multimodalnog biometrijskog sistema za evaluaciju i obrazovanje

Faza 4 - Razvoj okvira za evaluaciju multimodalnih biometrijskih sistema i obrazovanje

Faza 5 - Razvoj prototipa sistema za testiranje multimodalnih biometrijskih sistema pomoću predloženog okvira

Faza 6 - Evaluacija performansi realizovanog prototipa sistema

Faza 7 - Izrada teksta doktorske disertacije

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. Biometrija
  - 2.1. Menadžment identiteta
  - 2.2. Biometrijski modaliteti
  - 2.3. Unimodalni biometrijski sistemi
  - 2.4. Rešenja za rad sa unimodalnim biometrijskim modalitetima otvorenog koda
3. Multimodalni biometrijski sistemi
  - 3.1. Slabosti unimodalnih biometrijskih sistema
  - 3.2. Prednosti multibiometrijskog i multimodalnog pristupa
  - 3.3. Fuzija informacija u multimodalnoj biometriji
  - 3.4. Primene multimodalne biometrije
4. Evaluacija performansi biometrijskih sistema
  - 4.1. Metrike za evaluaciju performansi biometrijskih sistema

- 4.2. Biometrijska menažerija
- 4.3. Proširenje koncepta biometrijske menažerije
- 4.4. Otvorene baze biometrijskih podataka
5. Optimizacija praga osetljivosti multimodalnog biometrijskog sistema
  - 5.1. Optimizacija praga osetljivosti u multimodalnim sistemima sa serijskom fuzijom informacija
  - 5.2. Određivanje praga osetljivosti nad NIST-BSSR bazom skorova poređenja
  - 5.3. Određivanje praga osetljivosti nad generisanom bazom skorova poređenja
6. Specifikacija korisničkih zahteva
  - 6.1. Korisnički zahtevi za evaluaciju performansi multimodalnog biometrijskog sistema
  - 6.2. Korisnički zahtevi za multimodalni biometrijski sistem u procesu obrazovanja
    - 6.2.1. Edukativni multimodalni biometrijski alati u procesu obrazovanja
    - 6.2.2. Gejmifikovani edukativni multimodalni biometrijski alati
7. Arhitektura multimodalnog biometrijskog sistema
  - 7.1. Generička arhitektura multimodalnog biometrijskog sistema
  - 7.2. Arhitektura multimodalnog biometrijskog sistema za evaluaciju performansi
  - 7.3. Arhitektura multimodalnog biometrijskog sistema za proces obrazovanja
8. Razvoj okvira za edukaciju biometrijskih inženjera i evaluaciju multimodalnih biometrijskih sistema
  - 8.1. Definisane metodologije razvoja semantičkim proširenjem standardnog modela razvoja informacionog sistema
  - 8.2. Razvoj okvira primenom predložene metodologije
  - 8.3. Razvoj prototipa multimodalnog biometrijskog sistema za evaluaciju performansi
  - 8.4. Razvoj prototipa multimodalnog biometrijskog sistema za edukaciju inženjera
9. Studija slučaja 1: Evaluacija performansi razvijenog prototipa multimodalnog biometrijskog sistema
10. Studija slučaja 2: Evaluacija primene prototipa edukativnog multimodalnog biometrijskog sistema u procesu obrazovanja
11. Zaključak
12. Literatura

### **6.3. Okvirna liste relevantnih bibliografskih izvora**

1. Milovanović, M., Minović, M., & Dušan, S. (2012). Interoperability Framework for Multimodal Biometry: Open Source in Action. *Journal of Universal Computer Science*, 18(11), 1558-1575.
2. Windley, P. J. (2005). *Digital Identity: Unmasking identity management architecture (IMA)*. "O'Reilly Media, Inc."
3. Milenković, I., Šošević, U., & Simić, D. (2012). Architectures of comprehensive identity and access management. In *Proceedings in EIIC-1st Electronic International Interdisciplinary Conference* (No. 1).
4. Al-Khouri, A. M. (2012). PKI in government digital identity management systems. *European Journal of ePractice*, 4(4)

5. Phillips, P. J., Martin, A., Wilson, C. L., & Przybocki, M. (2000). An introduction evaluating biometric systems. *Computer*, 33(2), 56-63.
6. United Nations - Division for Public Administration and Development Management. (2018). "E-Government Survey", Retrieved from <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2018>.
7. Prasad, G., & Rajbhandari, U. (2012). *Identity management on a shoestring*. Retrieved from <http://www.infoq.com/minibooks/Identity-Management-Shoestring>.
8. Miller, B. (1994). Vital signs of identity [biometrics]. *IEEE spectrum*, 31(2), 22-30.
9. Jain, A. K., Ross, A., & Prabhakar, S. (2004). An introduction to biometric recognition. *IEEE Transactions on circuits and systems for video technology*, 14(1), 4-20.
10. Parkhi, O. M., Vedaldi, A., & Zisserman, A. (2015, September). Deep face recognition. In *BMVC* (Vol. 1, No. 3, p. 6)
11. Sun, Y., Chen, Y., Wang, X., & Tang, X. (2014). Deep learning face representation by joint identification-verification. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 1988-1996)
12. Turk, M., & Pentland, A. (1991). Eigenfaces for recognition. *Journal of cognitive neuroscience*, 3(1), 71-86.
13. Ahonen, T., Hadid, A., & Pietikainen, M. (2006). Face description with local binary patterns: Application to face recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence*, (12), 2037-2041
14. Jain, A. K., & Li, S. Z. (2011). *Handbook of face recognition*. New York: Springer.
15. Lawrence, S., Giles, C. L., Tsoi, A. C., & Back, A. D. (1997). Face recognition: A convolutional neural-network approach. *IEEE transactions on neural networks*, 8(1), 98-113
16. Maltoni, D., Maio, D., Jain, A. K., & Prabhakar, S. (2009). *Handbook of fingerprint recognition*. Springer Science & Business Media
17. Watson, C. I., Fiumara, G. P., Tabassi, E., Cheng, S. L., Flanagan, P. A., & Salamon, W. J. (2015). *Fingerprint vendor technology evaluation* (No. NIST Interagency/Internal Report (NISTIR)-8034).
18. Jain, A. K., Flynn, P., & Ross, A. A. *Handbook of biometrics*. 2008.
19. Prabhakar, S., Pankanti, S., & Jain, A. K. (2003). Biometric recognition: Security and privacy concerns. *IEEE security & privacy*, (2), 33-42.
20. Watson, C., Garris, M., Tabassi, E., Wilson, C., McCabe, R. M., Janet, S., & Ko, K. (2011). NIST Biometric Image Software. Retrieved from <http://fingerprint.nist.gov/NBIS>

21. Mokhov, S. A. (2010, May). Evolution of MARF and its NLP framework. In *Proceedings of the Third C\* Conference on Computer Science and Software Engineering* (pp. 118-122). ACM.
22. Kaehler, A., & Bradski, G. (2016). *Learning OpenCV 3: computer vision in C++ with the OpenCV library*. " O'Reilly Media, Inc."
23. Technavio. (2016). Multi-modal Biometrics Global Market 2016 to 2020. Retrieved from <http://www.newsmaker.com.au/news/50830/multimodal-biometrics-global-market-2016-to-2020#.V09qazV9670>,
24. Counter, P. (2016). Gulf Bank Kuwait Enables Multimodal Biometrics With Daon, Retrieved from <http://findbiometrics.com/gulf-bank-kuwait-daon-305313>
25. Kitchener B. (2016). U.S. Biometrics Pilot a Success, Retrieved from <https://newsroom.mastercard.com/2016/02/19/u-s-biometrics-pilot-a-success/>
26. Sensory. (2018). Retrieved from <https://www.sensory.com/sensorys-fusion-face-voice-biometric-recognition-gets-iq-boost-broader-mobile-os-support/>
27. MorphoSmart™ Finger VP Desktop Series. (2016). Retrieved from <http://www.morpho.com/en/biometric-terminals/desktop-devices/vein-print-devices/morphosmart-finger-vp-desktop-series>,
28. Sajjad, M., Khan, S., Hussain, T., Muhammad, K., Sangaiah, A. K., Castiglione, A., ... & Baik, S. W. (2018). CNN-based anti-spoofing two-tier multi-factor authentication system. *Pattern Recognition Letters*
29. Ross, A. A., Nandakumar, K., & Jain, A. K. (2006). *Handbook of multibiometrics* (Vol. 6). Springer Science & Business Media.
30. Carlini, N., & Wagner, D. (2018). Audio adversarial examples: Targeted attacks on speech-to-text. *arXiv preprint arXiv:1801.01944*.
31. Ross, A., Jain, A., & Reisman, J. (2003). A hybrid fingerprint matcher. *Pattern Recognition*, 36(7), 1661-1673.
32. Yang, F., Paindavoine, M., Abdi, H., & Monopoli, A. (2005). Development of a fast panoramic face mosaicking and recognition system. *Optical Engineering*, 44(8), 087005.
33. Saini, N., & Sinha, A. (2015). Face and palmprint multimodal biometric systems using Gabor–Wigner transform as feature extraction. *Pattern Analysis and Applications*, 18(4), 921-932.
34. Snelick, R., Uludag, U., Mink, A., Indovina, M., & 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), 450-455.
35. Vatsa, M., Singh, R., & Noore, A. (2008). Improving iris recognition performance using segmentation, quality enhancement, match score fusion, and indexing. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 38(4), 1021-1035.

36. Sim, H. M., Asmuni, H., Hassan, R., & Othman, R. M. (2014). Multimodal biometrics: Weighted score level fusion based on non-ideal iris and face images. *Expert Systems with Applications*, 41(11), 5390-5404.
37. Monwar, M. M., & Gavrilova, M. L. (2009). Multimodal biometric system using rank-level fusion approach. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 39(4), 867-878.
38. Phillips, P. J., Martin, A., Wilson, C. L., & Przybocki, M. (2000). An introduction evaluating biometric systems. *Computer*, 33(2), 56-63.
39. Face Recognition Technology, NIST, Retrieved from <http://www.nist.gov/itl/iad/ig/feret.cfm>,
40. Doddington, G., Liggett, W., Martin, A., Przybocki, M., & Reynolds, D. (1998). *Sheep, goats, lambs and wolves: A statistical analysis of speaker performance in the NIST 1998 speaker recognition evaluation*. National Inst of Standards and Technology Gaithersburg Md.
41. Yager, N., & Dunstone, T. (2010). The biometric menagerie. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 32(2), 220-230.
42. Teli, M. N., Beveridge, J. R., Phillips, P. J., Givens, G. H., Bolme, D. S., & Draper, B. A. (2011). Biometric zoos: Theory and experimental evidence.
43. Ross, A., Rattani, A., & Tistarelli, M. (2009, September). Exploiting the “doddington zoo” effect in biometric fusion. In *Biometrics: Theory, Applications, and Systems, 2009. BTAS'09. IEEE 3rd International Conference on* (pp. 1-7). IEEE.
44. Poh, N., & Kittler, J. (2008). Incorporating model-specific score distribution in speaker verification systems. *IEEE transactions on audio, speech, and language processing*, 16(3), 594-606.
45. Ngan, M., Ngan, M., & Grother, P. (2015). *Face recognition vendor test (FRVT) performance of automated gender classification algorithms*. US Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology.
46. Ngan, M. L., & Grother, P. J. (2014). *Face recognition vendor test (frvt)-performance of automated age estimation algorithms*(No. NIST Interagency/Internal Report (NISTIR)-7995).
47. Ngan, M. L. (2017). Face Recognition Vendor Test (FRVT) 1: N 2018 Evaluation.
48. Huang, G. B., & Learned-Miller, E. (2014). Labeled faces in the wild: Updates and new reporting procedures. *Dept. Comput. Sci., Univ. Massachusetts Amherst, Amherst, MA, USA, Tech. Rep*, 14-003.
49. Berg, T. L., Berg, A. C., Edwards, J., Maire, M., White, R., Teh, Y. W., ... & Forsyth, D. A. (2004, June). Names and faces in the news. In *null* (pp. 848-854). IEEE.

50. Baltrušaitis, T., Robinson, P., & Morency, L. P. (2016, March). Openface: an open source facial behavior analysis toolkit. In *Applications of Computer Vision (WACV), 2016 IEEE Winter Conference on* (pp. 1-10). IEEE.
51. OpenFace oficijelna stranica . (2018). Retrieved from <http://cmusatyalab.github.io/openface/models-and-accuracies/>, poslednja poseta 28.5.2018
52. Yi, D., Lei, Z., Liao, S., & Li, S. Z. (2014). Learning face representation from scratch. *arXiv preprint arXiv:1411.7923*.
53. Guo, Y., Zhang, L., Hu, Y., He, X., & Gao, J. (2016, October). Ms-celeb-1m: A dataset and benchmark for large-scale face recognition. In *European Conference on Computer Vision* (pp. 87-102). Springer, Cham.
54. Pato, J. N., & Millett, L. I. (2010). Biometric Recognition: Challenges and Opportunities, Whither Biometrics Committee, National Research Council of the NSA.
55. Hong, L., & Jain, A. (1998, January). Integrating faces and fingerprints for personal identification. In *Asian Conference on Computer Vision* (pp. 16-23). Springer, Berlin, Heidelberg.
56. Kumar, A., & Kumar, A. (2016). Adaptive management of multimodal biometrics fusion using ant colony optimization. *Information Fusion*, 32, 49-63.
57. Zhang, Q., Yin, Y., Zhan, D. C., & Peng, J. (2014). A novel serial multimodal biometrics framework based on semisupervised learning techniques. *IEEE transactions on information forensics and security*, 9(10), 1681-1694.
58. Marcialis, G. L., Mastinu, P., & Roli, F. (2010, September). Serial fusion of multi-modal biometric systems. In *Biometric Measurements and Systems for Security and Medical Applications (BIOMS), 2010 IEEE Workshop on* (pp. 1-7). IEEE.
59. Stanojević, M., Milenković, I., Starčević, D., & Stanojević, B. (2016). Continuous Distribution Approximation and Thresholds Optimization in Serial Multi-Modal Biometric Systems. *International Journal of Computers, Communications & Control*, 11(5).
60. Mehrotra, H., Singh, R., Vatsa, M., & Majhi, B. (2016). Incremental granular relevance vector machine: A case study in multimodal biometrics. *Pattern Recognition*, 56, 63-76.
61. Tulyakov, S., Li, J., & Govindaraju, V. (2008, September). Enrolled template specific decisions and combinations in verification systems. In *Biometrics: Theory, Applications and Systems, 2008. BTAS 2008. 2nd IEEE International Conference on* (pp. 1-7). IEEE.
62. Villegas, M., & Paredes, R. (2009, June). Score fusion by maximizing the area under the roc curve. In *Iberian Conference on Pattern Recognition and Image Analysis* (pp. 473-480). Springer, Berlin, Heidelberg.
63. Hugos, M. (2012). *Enterprise games: using game mechanics to build a better business*. " O'Reilly Media, Inc."

64. McGonigal, J. (2011). *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. Penguin.
65. Bartle, R. (1996). Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs. *Journal of MUD research*, 1(1), 19.
66. García-Peñalvo, F. J., Johnson, M., Alves, G. R., Minović, M., & Conde-González, M. Á. (2014). Informal learning recognition through a cloud ecosystem. *Future Generation Computer Systems*, 32, 282-294.
67. Minovic, M., Stavljanin, V., Milovanovic, M., & Starcevic, D. (2010). User-centered design of m-learning system: moodle on the go. *Journal of Computing Science and Engineering*, 4(1), 80-95.
68. Salen, K., Tekinbaş, K. S., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press.
69. Schell, J. (2014). *The Art of Game Design: A book of lenses*. AK Peters/CRC Press.
70. Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. " O'Reilly Media, Inc."
71. Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press.
72. Adams, E. (2014). *Fundamentals of game design*. Pearson Education.
73. Newman, J. (2012). *Videogames*. Routledge.
74. Zichermann, G., & Linder, J. (2010). *Game-based marketing: inspire customer loyalty through rewards, challenges, and contests*. John Wiley & Sons.
75. Webster University, Online education offers a flexible experience. (2013), Retrieved from <http://www.webster.edu/news/2013/news/05082013-online-education.html>
76. Schell, J. (2014). *The Art of Game Design: A book of lenses*. AK Peters/CRC Press.
77. Hugos, M. (2012). *Enterprise games: using game mechanics to build a better business*. " O'Reilly Media, Inc."
78. Antin, J., & Churchill, E. F. (2011, May). Badges in social media: A social psychological perspective. In *CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings* (pp. 1-4). New York, NY: ACM.
79. Radoff, J. (2011). *Game on: energize your business with social media games* (pp. 24-32). Hoboken, NJ: Wiley.
80. McGonigal J (2011) *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*, The Penguin Press, New York, NY, USA

81. San Millán ED, Priego, RG (2014). Learning by Playing: Is Gamification a Keyword in the New Education Paradigm?. In García-Peñalvo FJ, Seoane Pardo AM (Eds.) Online Tutor 2.0: Methodologies and Case Studies for Successful Learning, Information Science. Hershey, PA. [doi:10.4018/978-1-4666-5832-5](https://doi.org/10.4018/978-1-4666-5832-5)
82. Hamari J, Koivisto J, Sarsa H (2014) Does gamification work?--a literature review of empirical studies on gamification. In System Sciences (HICSS), 2014 47th Hawaii International Conference on system sciences. IEEE, 3025-3034. [doi:10.1109/HICSS.2014.377](https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377)
83. Vicent L, Villagrasa S, Fonseca D, Redondo E (2015) Virtual learning scenarios for qualitative assessment in higher education 3D arts. Journal of Universal Computer Science **21**(8) , 1086-1105. [doi:10.3217/jucs-021-08-1086](https://doi.org/10.3217/jucs-021-08-1086)
84. Cheong C, Cheong F, Filippou J (2013) Quick Quiz: A Gamified Approach for Enhancing Learning. In PACIS, 206
85. Barata G, Gama S, Jorge J, Gonçalves D (2017). Studying student differentiation in gamified education: A long-term study. Computers in Human Behavior, **71**, 550-585. [doi:10.1016/j.chb.2016.08.049](https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.049)
86. Domínguez A, Saenz-De-Navarrete J, De-Marcos L, Fernández-Sanz L, Pagés C, Martínez-Herrálz JJ (2013) Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. Computers & Education, **63**, 380-392
87. Denny P (2013) The effect of virtual achievements on student engagement. In Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems. ACM, 763-772. [doi:10.1145/2470654.2470763](https://doi.org/10.1145/2470654.2470763)
88. Hakulinen, L., Auvinen, T., & Korhonen, A. (2013). Empirical study on the effect of achievement badges in TRAKLA2 online learning environment. In Learning and Teaching in Computing and Engineering (LaTiCE). IEEE, 47-54
89. Malmi L, Karavirta V, Korhonen A, Nikander J, Seppälä O, Silvasti P (2004) Visual algorithm simulation exercise system with automatic assessment: TRAKLA2. *Informatics in education*, **3**(2), 267
90. Ibáñez MB, Di-Serio A, Delgado-Kloos C (2014) Gamification for engaging computer science students in learning activities: A case study. IEEE Transactions on learning technologies, **7**(3), 291-301. [doi:10.1109/TLT.2014.2329293](https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2329293)
91. Olds BM, Moskal BM, Miller RL (2005) Assessment in engineering education: Evolution, approaches and future collaborations. Journal of Engineering Education, **94**(1), 13-25. [doi:10.1002/j.2168-9830.2005.tb00826.x](https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00826.x)
92. Aguilar S, Holman C, Fishman B (2014) Multiple paths, same goal: Exploring the motivational pathways of two distinct game-inspired university course designs. Games+ Learning+ Society, Madison, WI.

93. Stavljanin V, Milenkovic I, Sosevic U (2016) Educational Website Conversion Improvement Using Gamification. International Journal of Engineering Education, 32(1), 563–573
94. Šošević, U., Milenković, I., Milovanović, M., & Minović, M. (2013). Support Platform for Learning about Multimodal Biometrics. Journal of Universal Computer Science, 19(11), 1684-1700.

## 7. Zaključak i predlog

Na osnovu izloženog može se zaključiti da kandidat Ivan Milenković ispunjava sve uslove predviđene Zakonom o visokom obrazovanju za odobrenje izrade doktorske disertacije pod naslovom “Okvir za evaluaciju multimodalnih biometrijskih sistema“.

Tema pripada užoj naučnoj oblasti Informacione tehnologije. Ostvareni naučni i 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 Dejan Simić, redovni profesor Fakulteta organizacionih nauka, Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, 30.09.2018.

### ČLANOVI KOMISIJE

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

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

-----  
dr Boško Nikolić, red. prof. Elektrotehničkog fakulteta  
Univerziteta u Beogradu