

4-45/124
09.04.2024

UNIVERZITET SINGIDUNUM

Departman za posleddiplomske studije
Danijelova 32, Beograd

Veću Departmana za posleddiplomske studije

Odlukom Veća Departmana posleddiplomskih studija Univerziteta Singidunum, donetoj na sednici održanoj 18.05.2023. godine, određeni smo za članove Komisije za odbranu doktorske disertacije pod nazivom “Interaktivni test skrivenih informacija: Nova metoda u psihofiziološkom testiranju sa primenom veštačke inteligencije”, o čemu podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci o kandidatu i doktorskoj disertaciji

Vladimir Randelović rođen je 1972. godine u Nišu. 1987. godine završio je osnovnu školu „21. maj“, dok je 1991. godine završio prirodno-matematičku gimnaziju „Svetozar Marković“ u Nišu. Osnovne studije završio je 2015. godine na Fakultetu informacionih tehnologija, Univerziteta Metropolitan i stekao zvanje inženjer informacionih tehnologija. 2018. godine stekao je zvanje diplomirani inženjer elektrotehnike i računarstva na Univerzitetu Singidunum, a zatim i zvanje master informatičara na istom univerzitetu.

Od 1991. godine autor je niza projekata vezanih za biomedicinski inženjering, počev od medicinskog softvera za upravljanje zdravstvenim institucijama, preko hardvera i softvera za uređaje u fizikalnoj medicini, sve do razvoja hardvera i softvera na kompleksnim uređajima za neurofiziologiju i psihofiziologiju u okviru firme ArtMedico d.o.o. Danas je na poziciji softver arhitekta i tech lead-a firme Kirey d.o.o. iz Milana, Italija. Autor je više novih biomedicinskih metoda i uređaja koji su dobili međunarodne i nacionalne patente. Takođe, autor je i velikog broja softverskih rešenja, kao i biomedicinskih uređaja od domaćeg i međunarodnog značaja, kao i većeg broja naučnih radova. Tečno govori italijanski i engleski jezik.

Kandidat ima objavljena dva rada, jedan iz kategorije M21 i jedan iz kategorije M22 u kojima je prvi autor, pri čemu je tema rada direktno vezana za temu disertacije. Takođe, kandidat ima i jedan rad u časopisu kategorije M51 i jedan nacionalni patent kategorije M92 čija je tema direktno vezana za temu disertacije a u kojima je prvi autor.

1. Randjelovic V. Conditioning to True Content and Artificial Intelligence in Intention Recognition. International Journal of Psychophysiology 2024; 197, 112296, (M21)
2. Randjelovic V. Interactive Slide Selection Algorithm and Machine Learning in Psychophysiological Memory Testing, Physiological Measurement 2023; 44 (2) 025004, (M22)
3. Randjelovic V. Adaptivna stimulacija – nova metoda za psihofiziološko ispitivanje i detekciju laži. Bezbednost 2016; 2:54-72, (M51)
4. Randjelovic V., Uređaj i postupak za psihološko ispitivanje i detekciju laži primenom uslovljavanja adaptivnom stimulacijom, Zavod za intelektualnu svojinu Srbije, 2015; P-2015/0725, Broj patenta: 57351. (M92)

Kandidat takođe ima niz radova i saopštenja objavljenih na domaćim i međunarodnim naučnim konferencijama.

Doktorska disertacija kandidata Vladimira Randelovića je bila podvrgnuta proveru softverom za ustanovljavanje preklapanja i plagijarizma (iThenticate Plagiarism Detection Software). Kada se eliminišu poklapanja u nazivima literature i opštih pojmova koji su korišćeni, stepen preklapanja je jako mali.

2. Predmet i cilj istraživanja

Jedan od najznačajnijih psihofizioloških testova memorije poznat je pod imenom test skrivenih informacija (Concealed Information Test – CIT). Predmet istraživanja ove disertacije je unapređenje klasifikacionih rezultata testa skrivenih informacija primenom novih algoritama i izmenom procedure testiranja.

CIT ima brojne primene i najčešće se koristi u kriminalističkim istragama, selekciji kadrova, dijagnostici i proceni stanja pacijenata sa memorijskom disfunkcijom (prozopagnozija, ...) i ispitivanju lažnih memorija (Deese–Roediger–McDermott paradigma).

Osnovna ideja CIT-a je da ispitaniku prikaže predefinisani niz slajdova, neki od kojih su poznati samo „krivim“ osobama (relevantni slajdovi), dok su ostali slajdovi poznati kao irelevantni ili alternativni, slični po sadržaju relevantnim slajdovima, ali nepoznati za „nevine“ ispitanike. Svrha alternativnih slajdova je da habituiraju učesnike na sadržaj relevantnog slajda ali i da se iskoriste za upoređivanje sa reakcijama dobijenim na relevantnim slajdovima. Očekuje se da će ispitanik (npr. počilac dela) u kriminalističkim istragama prepoznati relevantan slajd i reagovati na njega većom amplitudom fiziološkog signala u poređenju sa alternativnim slajdovima.

Predložena disertacija predviđa unapređenje tradicionalne metode primenom sledećih procedura i algoritama:

1. Algoritam za interaktivnu selekciju slajdova

ISS algoritam (Interactive Slide Selection Algorithm) omogućava interaktivni prikaz slajdova na osnovu analize prethodnog EDA signala i statusa habituacije. Drugim rečima, za razliku od standardnog CIT-a (sCIT), koji prikazuje unapred pripremljenu sekvencu slajdova, ISS na inteligentan način bira koji slajd treba prikazati ispitaniku u

određenom trenutku. Ovaj algoritam bitno unapređuje klasifikacionu metriku CIT-a pošto značajno smanjuje broj lažno pozitivnih rezultata i povećava tačnost testiranja. Test baziran na ISS algoritmu nazvan je interaktivni CIT test (iCIT).

2. Uslovljavanje na istinit sadržaj

Iako postoje raniji radovi koji su, u cilju unapređenja rezultata sCIT-a, koristili princip psihološkog uslovljavanja, svi postojeći radovi bili su vezani za uslovljavanje u odnosu na lažni odgovor ispitanika. Međutim, ova disertacija predstavlja potpuno nov koncept uslovljavanja koji ne zahteva bilo kakav odgovor ispitanika, već vrši uslovljavanje na istinit sadržaj na ekranu. Drugim rečima, kada god ispitanik vidi uslovljeni stimulus u formi istinitog sadržaja (CS – Conditioned Stimulus), dolazi do automatskog opaljivanja uslovljenog odgovora (CR – Conditioned Response) u formi elektrodermalne reakcije (EDR). Ova vrsta uslovljavanja predstavlja potpuno novu metodu u testiranju memorije i za posledicu ima značajno podizanje nivoa klasifikacionih performansi.

3. Algoritam za preprocesiranje CIT datasetova

Kako bi se dalje unapredili klasifikacioni rezultati, ova disertacija ispituje primenu algoritama mašinskog učenja (ML – Machine Learning) u klasifikaciji rezultata CIT skupova podataka. Primena ML algoritama u slučaju klasifikacije ispitanika na „krive“ i „nevine“ na osnovu CIT-a sa više pitanja, dovodi ili do jako malog unapređenja rezultata ili čak do njihovog pogoršanja. Drugim rečima, ML algoritmi ne mogu da daju dobre rezultate ako se primene nad CIT datasetovima sa različitim EDR parametrima i prisustvom više od jednog pitanja. Problem koji se u pomenutom slučaju javlja, odnosi se na nemogućnost ML klasifikatora da povežu supervizovane vrednosti sa bilo kojim obeležjem ili njihovim linearnim i nelinearnim kombinacijama. Iz ovog razloga, uobičajena primena ML klasifikatora dovodi do redukcije klasifikacione metrike. S tim u vezi, ova disertacija predstavlja nov algoritam za preprocesiranje nazvan CIT-dataset sorting algoritam, koji omogućava primenu ML algoritma uz značajno unapređenje klasifikacionih performansi.

4. Klasifikacija ispitanika

Po završenom preprocesiranju i primeni CIT-dataset sorting algoritma, u disertaciji se vrši ispitivanje klasifikacija ispitanika različitim klasifikacionim procedurama koje uključuju EDR klasifikaciju, Lykken-ovu klasifikaciju, Z-skor klasifikaciju i primenu ML klasifikatora kao što su: višeslojni perceptron (MLP – Multilayer Perceptron), k najbližih suseda (kNN – k Nearest Neighbors), linearna diskriminaciona analiza (LDA - Linear Discriminant Analysis) i slučajna šuma (RF - Random Forest).

Predloženi algoritmi i procedure testiranja i klasifikacije imaju dve osnovne prednosti:

1. Značajno povećanje tačnosti, koja se ogleda i u povećanju senzitivnosti i specifičnosti. Ovo znači da je opisanom metodom moguće tačnije detektovati mnogo slabije nadražaje u poređenju sa sCIT testiranjem.
2. Značajno smanjenje vremena testiranja i to za 5-10 puta. Drugim rečima, standardni CIT test (sCIT) koji traje 5-10 minuta, primenom ISS algoritma traje oko 1 minut.

Disertacija vrši komparaciju rezultata dobijenih posle svake od opisanih faza i upoređuje ih sa rezultatima sCIT-a. Na kraju disertacije se diskutuju rezultati i utvrđuju prednosti i mane svake

od klasifikacionih faza, daje se poređenje rezultata sa dostupnim radovima i utvrđuju buduće smernice razvoja.

Ciljevi istraživanja

Disertacija ima cilj da:

1. Predstavi algoritam za interaktivnu selekciju slajdova (ISS) i interaktivni CIT (iCIT), i da ispita razliku u klasifikacionoj metrici između sCIT-a i iCIT-a.
2. Predstavi potpuno nov princip uslovljavanja na istinit sadržaj i ispita razliku u klasifikacionoj metrici između CIT testova sa i bez primene CtTC-a.
3. Predstavi algoritam za preprocesiranje CIT datasetova i ispita razliku u klasifikacionoj metrici ML klasifikatora sa i bez njegove primene.

Hipoteze istraživanja

Istraživanje je bazirano na sledećim hipotezama:

H1: ISS algoritam unapređuje klasifikacionu metriku u odnosu na sCIT.

H2: Vreme testiranja ISS algoritmom je kraće u odnosu na sCIT.

H3: Uslovljavanje na istinit sadržaj unapređuje rezultate klasifikacije u odnosu na sCIT test.

H4: Primena ML klasifikatora na CIT skupovima podataka uz primenu algoritma za preprocesiranje dovodi do unapređenja klasifikacione metrike.

Primenjene metode istraživanja

U cilju ispitivanja hipoteza i ispunjenja ciljeva istraživanja korišćene su sve preporuke vezane za:

1. Metodologiju istraživanja u psihofiziologiji
2. Metodologiju snimanja EDA
3. Metodologiju CIT testiranja
4. Metode statističke analize
5. Metodologiju primene ML klasifikatora

U disertaciji je primenjena metodologija testiranja između različitih subjekata (**between subjects study design**) usklađenih po polu i starosti, koji podrazumeva da su poređenja između dve različite metode testiranja (npr. sCIT u odnosu na iCIT) vršene na dve različite grupe ispitanika. Ovakva metodologija primenjuje se da bi se izbegla kontaminacija memorije ispitanika prikazom istih relevantnih, kontrolnih i irelevantnih stimulusa.

U cilju statističkog upoređivanja dobijenih rezultata i odbacivanja nulte hipoteze, kao i u cilju određivanja veličine uzorka, definisani su sledeći parametri za sva statistička testiranja u disertaciji:

1. **Statistička snaga** (statistical power) $1-\beta$ postavljena je na $1-\beta = 0.80$
2. **Greška tipa 1** (type 1 error) postavljen na $\alpha = 0.05$ za sva statistička testiranja

Veličina uzorka određena je na osnovu statističke snage, preliminarno utvrđene veličine efekta (effect size) i preliminarno utvrđenih odnosa verovatnoća.

U cilju dobijanja rezultata ML klasifikacije primenjena je metoda unakrsne validacije **leave-one-out**. Ova metoda podrazumeva da se jedan red dataseta koristi za testiranje dok se svi ostali koriste za treniranje. Ovaj postupak ponavlja se za svaki red dataseta. Metoda omogućava da se trening modela i njegovo testiranje uvek vrši na različitim podacima.

Kao statistički testovi za utvrđivanje razlika između skupova, korišćeni su sledeći testovi:

1. McNemar-ov test za kategorijsko testiranje unutar iste grupe ispitanika.
2. Dvostrani Fisher-ov egzaktni test za testiranje između različitih grupa ispitanika.
3. Dvostrani T-test za upoređivanje vrednosti parametara reakcija.

Kao ostali parametri za utvrđivanje klasifikacione metrike korišćeni su; tačnost (accuracy), preciznost (precision), senzitivnost i specifičnost.

Za evaluaciju klasifikatora korišćen je parametar ROC-AUC (Receiver Operating Characteristics – Area Under Curve).

3. Sadržaj disertacije

- 1 Uvod
 - 1.1 Ciljevi istraživanja
 - 1.2 Hipoteze istraživanja
 - 1.3 Očekivani naučni doprinos
- 2 Elektrodermalna aktivnost
 - 2.1 Istorija
 - 2.2 Primena EDA
 - 2.3 Anatomija kože i znojnih žlezda
 - 2.3.1 Koža
 - 2.3.2 Znojne žlezde
 - 2.4 Autonomni nervni sistem
 - 2.5 Biofizika elektrodermalne aktivnosti
 - 2.5.1 Električne veličine u EDA
 - 2.5.2 Metode elektrodermalnog merenja
 - 2.5.3 Parametri elektrodermalne aktivnosti
 - 2.5.4 Električni model kože
 - 2.5.5 Elektrode za snimanje EDA
- 3 Psihofiziološke pojave u CIT-u
 - 3.1 Orijentacioni refleksi
 - 3.2 Arauzal
 - 3.3 Habitucija
- 4 Uslovljavanje
 - 4.1 Klasično uslovljavanje
 - 4.2 Operantno uslovljavanje
 - 4.3 Averzivna i apetitivna stimulacija
 - 4.4 Etički principi
- 5 Test skrivenih informacija
 - 5.1 Istorijat testa skrivenih informacija
 - 5.2 Metodologija snimanja CIT
 - 5.3 Prikaz stimulusa

- 5.4 Autonomne reakcije
 - 5.4.1 EDA
 - 5.4.2 Srčana frekvencija
 - 5.4.3 Respiracija (RLL – Respiration Line Length)
 - 5.4.4 Krvni pritisak, vazomotorne reakcije i periferna temperatura
- 5.5 Ostale metode CIT testiranja
- 5.6 Primena uslovljavanja u CIT
 - 5.6.1 Uslovljavanje na lažne odgovore
- 5.7 Primena CIT testiranja
 - 5.7.1 Mock-crime paradigma i realna policijska primena
 - 5.7.2 Paradigma ličnih podataka (personal item paradigm)
 - 5.7.3 Utvrđivanje namere
 - 5.7.4 Memorijske i disfunkcije prepoznavanja
 - 5.7.5 Ispitivanje lažne memorije (Deese–Roediger–McDermott paradigma)
- 5.8 Kontramere
- 5.9 Slabosti i nedostaci CIT-a
- 5.10 CQT i kontroverze oko detekcije laži
- 6 Arhitektura hardvera i softvera iCIT uređaja
 - 6.1 Hardver iCIT uređaja
 - 6.2 Softver za upravljanje iCIT uređajem
 - 6.3 Primenjeni standardi
- 7 Klasifikacija ispitanika
 - 7.1 Lykken-ova klasifikacija
 - 7.2 Z-score klasifikacija
 - 7.3 Mašinsko učenje
 - 7.3.1 Istorijski pregled
 - 7.3.2 Tipovi mašinskog učenja
 - 7.3.3 Klasifikatori
 - 7.3.4 Preprocesiranje
 - 7.3.5 Treniranje i testiranje
 - 7.3.6 Analiza važnosti obeležja
- 8 Interaktivni test skrivenih informacija
 - 8.1 Pregled razvoja metode interaktivnog CIT-a
 - 8.2 Problemi sCIT-a koje rešava iCIT
 - 8.3 Algoritam za interaktivnu selekciju slajdova
 - 8.3.1 Primena kontrolnih slajdova
 - 8.3.2 Prikaz relevantnog slajda tokom rastuće ivice SCR-a
 - 8.3.3 Vreme testiranja
 - 8.4 Uslovljavanje na istinu i druge apstraktne koncepte
 - 8.4.1 Metodologija uslovljavanja na istinit sadržaj - CtTC
 - 8.4.2 Metodologija CtTC testiranja
 - 8.5 Algoritam za preprocesiranje CIT datasetova
 - 8.6 Otpornost na kontramere
- 9 Metodologija ispitivanja
 - 9.1 Metodologija ispitivanja razlike između sCIT-a i iCIT-a
 - 9.1.1 Kalkulacija veličine uzorka
 - 9.1.2 Grupe i učesnici
 - 9.1.3 Stimulusi

9.2	Metodologija ispitivanja CtTC
9.2.1	Kalkulacija veličine uzorka
9.2.2	Grupe i ispitanici
9.3	EDA snimanje
9.4	Električna stimulacija za uslovljavanje
9.5	Određivanje EDR parametara
9.6	Metode klasifikacije
9.6.1	EDR klasifikacija
9.6.2	A-klasifikacija
9.6.3	Z-skor klasifikacija
9.6.4	ML klasifikacija
9.7	Metodologija upoređivanja klasifikatora
10	Rezultati
10.1	Studija 1 – komparacija sCIT i iCIT
10.1.1	Uporedni rezultati testiranja između grupa sCIT i iCIT
10.1.2	Vreme testiranja sCIT i iCIT
10.2	Studija 2 – komparacija sCIT i CtTC
10.2.1	Uporedni rezultati klasifikacije sCIT i CtTC
10.2.2	Komparacija rezultata sa i bez primene CIT-dataset sorting algoritma
10.2.3	Važnost obeležja
11	Diskusija
11.1	Studija 1 – Interaktivni test skrivenih informacija
11.2	Studija 2 – Uslovljavanje na istinit sadržaj
11.2.1	CIT-dataset sorting algoritam
12	Zaključak
13	Literatura

Prvo poglavlje predstavlja uvodno razmatranje sa osnovnim konceptima testa skrivenih informacija (CIT) i problemi koji ga prate, kao i načini koji bi mogli biti upotrebljeni u cilju poboljšanja klasifikacionih performansi. U uvodnom delu takođe se definišu ciljevi, kao i hipoteze istraživanja, i razmatra se naučni doprinos disertacije.

Drugo poglavlje prikazuje osnovne koncepte elektrodermalne aktivnosti (EDA), objašnjava njene anatomske i fiziološke koncepte i daje prikaz svih električnih veličina koje se koriste njenoj analizi. Poglavlje prikazuje i nov električni model kože u procesu snimanja EDA i daje prikaz njegove simulacije.

Treće poglavlje objašnjava osnovne psihofiziološke pojave povezane sa CIT testom, čije razumevanje je neophodno za pravilno tumačenje CIT-a. Ovo poglavlje obrađuje principe orijentacionog refleksa i habituacije.

Četvrto poglavlje bavi se principima uslovljavanja i daje teorijsku osnovu neophodnu za razumevanje kombinacije CIT testa sa uslovljavanjem i primenom uslovljavanja na istinit sadržaj. Poglavlje obrađuje principe klasičnog i operativnog uslovljavanja, kao i principe averzivne i apetitivne stimulacije.

Peto poglavlje bavi se prikazom tradicionalnog testa skrivenih informacija i daje njegov istorijski pregled, metodologiju snimanja, način prikaza stimulusa, kao i analizu fizioloških signala koji se mogu primeniti u testu. Ovo poglavlje daje i prikaz različitih primena ovog testa koje se tiču mock-crime paradigme, paradigme ličnih podataka, utvrđivanja namere,

analize memorijskih disfunkcija, kao i ispitivanja lažne memorije i Deese-Roediger-McDermott-ove paradigme. Poglavlje se takođe bavi slabostima i nedostacima CIT testa.

Šesto poglavlje bavi se arhitekturom softvera i hardvera uređaja koji je razvijen za primenu u novoj metodi psihofiziološkog testiranja memorije. Poglavlje prikazuje softver i hardver uređaja, kao i standarde primenjene tokom projektovanja.

Sedmo poglavlje bavi se pitanjima klasifikacije i obrađuje sve klasifikacione metode koje se mogu primeniti u CIT testu. Ove metode uključuju tradicionalnu Lykken-ovu klasifikaciju, Z-score klasifikaciju, klasifikaciju algoritmima mašinskog učenja. Poglavlje se bavi i preprocesiranjem skupova podataka, ali i analizom važnosti obeležja.

Osmo poglavlje prikazuje princip funkcionisanja interaktivnog testa skrivenih informacija. Detaljno se objašnjava novi algoritam koji omogućava interaktivni prikaz slajdova na bazi analize prethodne elektrodermalne aktivnosti (ISS – Interactive Slide Selection algoritam). U poglavlju se analiziraju prednosti i mane interaktivnog CIT testa (iCIT) i jasno obrazlaže način na koji iCIT smanjuje broj lažno pozitivnih i lažno negativnih rezultata, kao i način na koji iCIT omogućava oko 5 puta kraće vreme testiranja. Poglavlje prikazuje i nov algoritam za preprocesiranje CIT skupova podataka koji omogućava značajno unapređenje klasifikacione metrike u slučaju primene ML algoritama i obrazlaže zbog čega ML algoritmi nisu u stanju da unaprede klasifikacione rezultate bez primene novog algoritma.

Deveto poglavlje prikazuje metodologiju upoređivanja tradicionalnog CIT testa i novog interaktivnog CIT testa. Poglavlje definiše statističke metode korišćene za poređenje tradicionalnih i novih metoda, parametre korišćene za upoređivanje klasifikacije i klasifikatora, način računanja veličine uzorka na bazi definisane greške prvog tipa, statističke snage i veličine efekta.

Deseto poglavlje prikazuje rezultate klasifikacije ispitanika primenom tradicionalne i nove metode predstavljene u ovoj disertaciji. Ovo poglavlje bavi se upoređivanjem klasifikacione metrike primenom tradicionalnog CIT testa i interaktivnog CIT testa, kao i rezultatima sa i bez primene novog algoritma za preprocesiranje CIT skupova podataka. Takođe, ovo poglavlje bavi se upoređivanjem vremena testiranja nove i tradicionalne metode.

Jedanaesto poglavlje predstavlja diskusiju rezultata dobijenih tradicionalnom i novom metodom, njihovim upoređivanjem i razlozima koji dovode do unapređenja rezultata. Razmatraju se i prednosti i mane novog i tradicionalnog CIT testa.

Dvanaesto poglavlje daje zaključak disertacije.

4. Postignuti rezultati i naučni doprinos doktorske disertacije

Naučni doprinos predložene disertacije ogleda se, pre svega, u:

1. Prikazu novog koncepta interaktivne prezentacije slajdova na osnovu praćenja elektrodermalnog signala, kao i u rezultatima komparacije tradicionalnog i interaktivnog CIT testa.
2. Prikazu novog koncepta uslovljavanja (CtTC) i rezultatima komparacije novog koncepta sa rezultatima standardnog CIT testa. Za razliku od postojećih metoda uslovljavanja primenjenih u CIT-u, koji su zahtevali mišićno angažovanje ispitanika

tokom davanja odgovora, novi metod omogućava potpuno automatsku reakciju ispitanika, bez bilo kakvih odgovora i bilo kakvog angažovanja mišića.

3. Predstavljanju novog algoritma za preprocesiranje CIT datasetova i rezultatima komparacije klasifikacione metrike sa i bez primene algoritma za preprocesiranje CIT datasetova. Primena ML algoritama na CIT datasetovima sa većim brojem pitanja do sada nije bila moguća s obzirom na nemogućnost postojećih ML algoritama da, u procesu nadgledanog učenja, adekvatno povežu supervizovane vrednosti sa vektorima obeležja.

Na osnovu preliminarnih istraživanja može se videti da se predstavljene metode za unapređenje klasifikacionih rezultata odlikuju:

1. Značajnim poboljšanjem rezultata klasifikacije koji uključuju povećanje tačnosti, senzitivnosti, specifičnosti, ali i unapređenje karakteristika samih klasifikatora povećanjem vrednosti ROC-AUC parametra (Receiver Operating Characteristics – Area Under the Curve). Ovo znači da kod iCIT testa ima značajno manje lažno negativnih i lažno pozitivnih vrednosti, kao i da ROC kriva ima veću površinu.
2. Značajnim smanjenjem vremena testiranja od oko 5 puta (npr. ako je vreme testiranja kod sCIT-a oko 5 min., vreme testiranja kod iCIT-a se skraćuje na oko 1 min.)
3. Algoritam za preprocesiranje CIT skupova podataka omogućava primenu ML klasifikatora na CIT datasetovima sastavljenim od više pitanja i različitim parametrima EDR. ML klasifikatori bez primene algoritma za preprocesiranje ne dovode do značajnog unapređenja klasifikacionih rezultata, dok primena algoritma za preprocesiranje omogućava ML klasifikatorima da značajno unaprede klasifikacionu metriku.

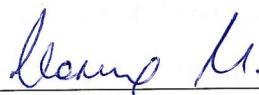
Praktičan doprinos predložene metode u profesionalnoj primeni odnosi se na mogućnost bržeg i tačnijeg testiranja u kriminalističkim istragama, testiranju namere kod anti-terorističkog skrininga, testiranju stavova, lojalnosti, selekcije kadrova, ali i kod dijagnostike stanja pacijenata sa memorijskim disfunkcijama (npr. prozopagnozija i slični problemi), u testiranju lažne memorije (Deese–Roediger–McDermott paradigma) i slično.

5. Mišljenje i predlog komisije o doktorskoj disertaciji

Na osnovu svega izloženog, Komisija je mišljenja da doktorska disertacija kandidata Vladimira Randelovića, po svojoj temi, pristupu, strukturi i sadržaju rada, kvalitetu i načinu izlaganja, metodologiji istraživanja, načinu korišćenja literature, relevantnosti i kvalitetu sprovedenog istraživanja i donetim zaključcima zadovoljava kriterijume zahtevane za doktorsku disertaciju, te se može prihvatiti kao podobna za javnu odbranu.

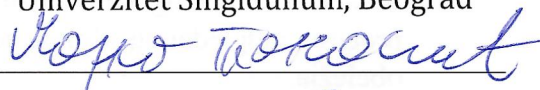
Sagledavajući ukupnu ocenu disertacije kandidata Vladimira Randelovića pod nazivom “Interaktivni test skrivenih informacija: Nova metoda u psihofiziološkom testiranju sa primenom veštačke inteligencije”, predlažemo Veću departmana za posleddiplomske studije i Senatu Univerziteta Singidunum da prihvati napred navedenu doktorsku disertaciju i odobri njenu javnu odbranu

Beograd, 8. april, 2024.



Prof. dr Marina Marjanović,

Univerzitet Singidunum, Beograd



Prof. dr Marko Tanasković,

Univerzitet Singidunum, Beograd

Prof. dr Goran Knežević,

Univerzitet u Beogradu