

09.04 4-44/24.
24

UNIVERZITET SINGIDUNUM

Veću Departmana za poslediplomske studije

Odlukom Veća Departmana poslediplomskih studija Univerziteta Singidunum broj : 4 – 127/2023, donetoj na sednici održanoj 29.06.2023. godine, određeni smo za članove Komisije za ocenupodobnosti kandidata i teme za izradu doktorske disertacije pod nazivom: **“Razvoj i evaluacija modela zasnovanog na veštačkoj inteligenciji za prepoznavanje slova srpskog znakovnog jezika”**, o čemu podnosimo sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci o kandidatu

1.1. Opšti podaci

Mladen Radaković rođen je 28.08.1975. godine u Beogradu. 1990. godine završio je osnovnu školu „Dr Ivan Ribar“, dok je 1994. godine završio srednju elektrotehničku školu „Nikola Tesla“ u Beogradu, na smeru „Računari“. Diplomirao je 2004. godine na Mašinskom fakultetu, Univerziteta u Beogradu i stekao zvanje diplomirani mašinski inženjerza motorna vozila (nivo master of science). Na Fakultetu organizacionih nauka u Beogradu, 2010. godine je završio postdiplomske specijalističke studije na odseku Internet tehnologije i stekao zvanje Specijaliste Internet Tehnologija.

Prvo radno iskustvo u IT industriji preko petnaest godina je sticao u privatnom sektoru u Srbiji, radom u sopstvenoj firmi kao njen rukovodilac (održavanje računarskih sistema, izrada i projektovanje IT sistema i rešenja, računarske mreže, programiranje, veb-dizajn, kontrola pristupa, video-nadzor, alarmne centrale itd.). Nakon toga, svoje profesionalno iskustvo nadgrađuje desetogodišnjim radom u velikoj internacionalnoj kompaniji (na poslovima održavanja složenih računarskih sistema, radom na obuci klijenata, analizom baza podataka itd.). Poslednje četiri godine radio je na poslovima projektnog menadžera za složenu internacionalnu IT mrežnu infrastrukturu, u zemljama istočne Evrope, centralne Azije i Južne Amerike.

Aktuelno radno mesto

Poslodavac: Grupa Svetska Banka (World Bank Group)

Radno mesto: Projektni menadžer za IT mrežnu infrastrukturu za region Evrope i Centralne Azije (od 12. Aprila 2010 do danas, zaposlen na neodređeno vreme).

Bavise izradom i objavljivanjem radova, računarskih programa i novinskih članaka.

Poseduje veliki broj internacionalno priznatih sertifikata iz oblasti IT tehnologija i projektnog menadžmenta. Kada je reč o njegovom profesionalnom interesovanju, zanima ga mnogo toga, a samo neke od oblasti kojima se bavi su: veštačka inteligencija, programiranje, baze podataka, računarske mreže i infrastruktura, IT bezbednost i projektni menadžment. Tečno govori engleski jezik, nivo srednjeg znanja poseduje za ruski jezik, dok se elementarno služi francuskim jezikom.

01.07.2019. – danas (4 godine)	World Bank Group IT Network Infrastructure Project Manager za ECA region - Odgovoran za IT mrežnu infrastrukturu u kancelarijama 26 zemalja (ECA region: Evropa i Centralna Azija) - Proširivanje, smanjivanje i izgradnja novih kancelarija - Održavanje komunikacionih linkova i opreme u server salama - Kreiranje (programiranje) alata za nadzor i praćenje kvaliteta linkova, ...
12.4.2010. – 01.07.2018. (8 godina i 3 meseca)	IFC International Finance Corporation (World Bank Group) Specijalista za informacione tehnologije - Podrška klijentima (računari, software, konektivnost, office, Lotus, ...) - Windows server administracija, backup i održavanje - Održavanje računara, nadzor i servisiranje, administracija - IP telefonija i korporativni mobilni telefoni - Informaciona bezbednost računarske mreže i celokupnog sistema - Računarske mreže (postavljanje, održavanje, ...)
8.10.1993. - 31.08.2012. (19 godina)	Inproduct System d.o.o. (MN Zenit) Generalni direktor i IT menadžer - Obaveze generalnog direktora i IT menadžera - Tehnička bezbednost: kontrola pristupa, video nadzor, alarm, ... - Računari: sklapanje, servis, software, održavanje računara, ... - Računarske mreže: internet rešenja, VPN, LAN, WLAN, ruteri, ... - Programiranje: Visual C#, HTML, CSS, Java Script, SQL, ... - Izrada internet prezentacija (HTML, JavaScript, CSS, FTP, ...)
Maj 1993. - Mart 1998. (4 godine 11 meseci)	Istraživačka stanica Petnica Mladji saradnik, volonter - Asistent i predavač za GIS (geografske informacione sisteme) - Objektno orjentisano programiranje (Borland TP), dizajniranje baze podataka, analiza, statistika, grafički prikaz, 3D reljefi, ... - Statistika u geografiji (matematika) - Razvoj specijalizovanog software-a (programi: Geostat, Stating i Meteor)

1.2. Patenti

7.7.2009.	Elektro-mehanički sistem za čišćenje brana i nanosa (*4) Srbija i Crna Gora, izdat Patent broj: 1125 U, Inovator: Mladen Radaković
-----------	--

1.3. Sertifikati

12.12.2020.	PROJECT MANAGEMENT PROFESSIONAL (PMP) – Project Management Institute (Credential ID PMP® #2919982)
26.12.2011.	SERTIFIKOVANI ADMINISTRATOR RAČUNARSKIH SISTEMA – Administracija IT infrastrukture (Windows Server 2008 administracija, Windows 7, Linux, Networking, rešavanje računarskih problema, održavanje računara, sklapanje računara, aktivni direktorijum, domeni, računarske mreže, ...) Sertifikaciono telo: IT Akademija - University of Cambridge International Examinations
1.7.2010.	INOVATOR (Inženjer) Sertifikaciono telo: Ministarstvo nauke i tehnološkog razvoja , broj licence: RFA 130/2010
7.7.2007.	ALARMNI SISTEMI -Montaža, programiranje i upravljanje sa Paradox sistemima; Sertifikaciono telo: Sectron security & comm. systems License Paradox Security Systems (www.paradox.ca)
13.4.2007.	RAČUNARSKE MREŽE – Instalater optičkih i bakarnih mreža, broj sertifikata: SRB/EGS/581, Sertifikaciono telo: Panduit International (Panduit.com)
23.2.2001.	PROGRAMER - Visual Basic, SQL, Objektno orjentisani Sertifikaciono telo: Vinča, Beograd

1.4. Objavljeni radovi

Objavljeni radovi

Mapt 2024.	M. Radaković, M. Marjanović, I. Ristić, V. Kuleto, M. Ilić, S. Dabić Miletić, Serbian Sign Language Alphabet: A unique authentic dataset of letter sign gestures, Mathematics, Feb, 2024.
Maj 2023.	„Definition and Extraction of Mel-Frequency Cepstral Coefficients from Audio Signals for Machine Learning using Python’s library Librosa“; LINK IT & EdTech International Conference, Belgrade, Serbia; ISBN-978-86-87175-19-8; Mladen Radaković, Marina Marjanović, Marko Ranković
Maj 2023.	„Navigating the AI revolution: implications and transformations in the future Workplace“; XIX international may conference on strategic management (IMCSM23); Valentin Kuleto, Milena Ilić, Marko Ranković, Mladen Radaković, Maja Ivović;
Mart 2023.	„Analyzing a Python Programming Example of Building an Artificial Intelligence Machine Learning Model for Detecting Cyber-Attacks – Benefits and Challenges“; Tehnika (DOI: 10.5937/tehnika2302187R); Mladen Radaković, Marina Marjanović
Mart 2021.	„Veštačka inteligencija i računari kao pomoć u školskom i vanškolskom obrazovanju

	dece sa smetnjama u razvoju"; Multidisciplinarni Pristupi u Edukaciji i Rehabilitaciji; Radaković Mladen, Nestorov Stevan, Radaković Katarina;
Maj 2021.	„Audio Signal Preparation Process for Deep Learning Application Using Python“; Sinteza 2021-International Scientific Conference on Information Technology and Data Related Research; Mladen Radaković; Citiran ;
Mart 2010.	„Elektronski sistemi identifikacije, kontrole prolaska i pristupa“, specijalistički rad, FON, Univerzitet u Beogradu, Mladen Radaković
2010.	„Elektrohidraulički uređaj za čišćenje plutajućeg nanosa ispred brana i ustava“, mali patent, Mladen Radaković
6.6.2005.	"Sigurnost podataka na čip karticama" INFOTECH 2005, IT konferencija u Vrnjačkoj Banji
1997.	Računarski program: "GeoStat" – deo koncepta integralnog GIS sistema. Istraživačka stanica Petnica, Valjevo
1995.	Računarski program: "StatInG" – Analiza i statistika u geografskim informacionim sistemima. Istraživačka stanica Petnica, Valjevo
1993.	Računarski program: Meteor – statistika u geografiji; Istraživačka stanica Petnica, Valjevo

2. Obrazloženje predložene teme

Predmet istraživanja ove disertacije je mogućnost primene veštačke inteligencije za prepoznavanje slova srpskog znakovnog jezika. Postoji veliki broj radova koji se bavi temom upotrebe računara i veštačke inteligencije u prepoznavanju znakovnog jezika, ali se ne može pronaći specijalizovano rešenje za srpski znakovni jezik. Ne postoji univerzalni, internacionalni ili regionalni znakovni jezik, pa su osobe koji ga koriste prinuđeni na lokalizovane varijante istog.

3. Sadržaj disertacije

3.1. Sadržaj disertacije

Istraživanje je sastavljeno iz nekoliko ključnih delova. U uvodu je detaljnije objašnjen značaj problema sa kojima se suočavaju osobe oštećenog sluha.

Nakon toga, drugi deo rada, detaljno opisuje algoritam izrade modela baziranog na mašinskom učenju za prepoznavanje znakovnog jezika iz slika i njihovu transformaciju u slova. S obzirom da je ovaj deo rada ključni, poseban akcenat je stavljen na razvoj modela.

U okviru toga, objašnjeno je koji su okviri za razvoj korišćeni, na koji način su slike za obučavanje modela prikupljene, obrađene i prilagođene za dalje korišćenje.

Na osnovu pripremljene baze podataka sa slikama, definisane su i prikupljene ključne tačke delova obe ruke (šake).

Sve prikupljene slike su potom klasifikovane prema značenju i obeležene, pri čemu je pripremljena osnova za obučavanje modela mašinskog učenja.

Podaci su potom podeljeni u grupe za obučavanje i testiranje, na osnovu kojih je kreiran model.

Nakon obučavanja modela, sprovedeno je testiranje u cilju verifikacije dobijenih rezultata.

Treći deo rada je vezan za testiranje modela na realnoj studiji slučaja slušno oštećenih osoba. U četvrtom delu rada, diskutovane su prednosti i nedostaci razvijenog modela, respektujući rezultate dobijene studijom slučaja.

U zaključku su data teorijska i praktična ograničenja razvijenog modela sa pravcima njegovog potencijalnog unapređenja.

3.2. Hipoteze, cilj i metode istraživanja

Opšta hipoteza od koje se krenulo u istraživanje u disertaciji je: „**korišćenjem alata baziranim na veštačkoj inteligenciji može se unaprediti i olakšati komunikacija ljudi oštećenog sluha**“.

Posebna hipoteza koja proizilazi iz opšte je: „**modeli mašinskog učenja mogu značajno da pomognu u razvoju algoritama za prepoznavanje znakovnog jezika**“.

Pojedinačne hipoteze koje su korištene u disertaciji su:

1. Smanjuje se mogućnost greške u komunikaciji sa slušno oštećenim osobama
2. Unapređuje se položaj slušno oštećenih osoba u društvu
3. Proširuje se spektar delatnosti u kojima se mogu efikasno angažovati ljudi oštećenog sluha

Cilj istraživanja je kreiranje modela baziranog na mašinskom učenju za prepoznavanje srpskog i njemu sličnih znakovnog jezika. Pored toga, dodatni ciljevi usmereni su na korišćenje razvijenog modela za različite namene: na mobilnim telefonima, u računarima, konferencijskim salama, itd. Poseban cilj je da se omogući modifikacija i nadgradnja razvijenog modela za implementaciju u slične i druge svrhe.

Primenjene metode istraživanja

U toku naučnog i istraživačkog rada upotrebljene su različite metode kako bi bili zadovoljeni osnovni metodološki zahtevi – objektivnost, pouzdanost, opštost i sistematičnost.

U skladu sa izabranom problematikom, definisanim ciljevima istraživanja i postavljenim naučnim hipotezama radi definisanja naučnih i stručnih zaključaka i iznalaženja mogućih rešenja upotrebljeno je mašinsko učenje uz korišćenje rezultata istraživanja iz savremene naučno-stručne literature, odnosno saznanja naučnika i drugih istraživača koji su analizirali problematiku kojom se bavi i ovaj rad. Kandidat će u Disertaciji istraživati naučno-teorijska

saznanja, relevantnu literaturu i savremenu poslovnu praksu korišćenjem većeg broja metoda, i to: deskriptivne, induktivne i deduktivne metode, metode analize i sinteze, metode generalizacije i specijalizacije, metode dokazivanja i opovrgavanja, metode kompleksnog posmatranja i analize sadržaja, kao i metod studije slučaja.

Primenom eksperimentalnog metoda analizirana je preciznost predviđanja kreiranog modela. Nakon utvrđivanja preciznosti, sprovedene su mere za koje je pretpostavljeno da mogu povećati tačnost prepoznavanja znakovnog jezika. Nakon primene ovih mera ponovo je procenjavana tačnost modela u prepoznavanju znakovnog jezika sa slika. Na ovaj način primenjene su metoda analize i sinteze, kao i metoda dokazivanja i opovrgavanja.

Pošto su primećene značajne greške u tumačenju znakovnog jezika osoba oštećenog sluha, razvoj i implementacija odgovarajućih modela baziranih na veštačkoj inteligenciji bila bi od izuzetnog značaja za unapređenje položaja ovih osoba u široj društvenoj zajednici. Između ostalog, jedan od ključnih benefita u razvoju ovih i sličnih modela, bio bi omogućavanje ljudima sa oštećenim sluhom da učestvuju u video konferencijama, tako što bi se njihovi gestovi automatski titlovali. S tim u vezi, značaj sprovedene studije slučaja je da ukaže na efikasnost korišćenja znakovnog jezika uz podršku odgovarajućeg razvijenog modela.

3.3. Očekivani naučni doprinos

U svetlu naprednih tehnologija industrije 4.0, razvijene zemlje su se u poslednje vreme naročito fokusirale na socijalni aspekt razvijenog poslovanja. U nastojanju da humanizuju uslove rada i obezbede ekološki održivo okruženje, vodeće globalne sile, poput Amerike i Kine su fokus stavile na intenziviranje uključenja osoba sa posebnim potrebama u sve sfere održivog poslovanja. Imajući u vidu da su navedeni i drugi razvijeni regioni uveli čak i takmičenja u kreiranju modela za prepoznavanje znakovnog jezika, zemlje u razvoju još su uvek u fazi razvoja svojih lokalizovanih sistema za prepoznavanje znakovnih jezika. Kako globalizacija održivog poslovanja nameće inkluziju osoba sa posebnim potrebama u skoro sve poslovne sfere, razvoj računarskih sistema koji im omogućavaju ovu inkluziju je od nesagledivog socijalnog značaja.

U ovom istraživanju, razvijeni model služi da pretvori slike u čitljiv znakovni jezik. Razvijeni model je baziran na jedinstvenom skupu podataka srpskog znakovnog jezika. Ovaj skup prethodno prikupljenih i obrađenih podataka se može naknadno koristiti i u druge namene.

Korišćena baza podataka je univerzalna osnova za kreiranje različitih programa i aplikacija za edukaciju i obučavanje svih uzrasta osoba sa oštećenim sluhom. Takođe, može poslužiti i kao osnova drugim slovenskim jezicima, koji bi uz manje modifikacije mogli da ga koriste za svoje potrebe. Jedan od značaja razvijenog modela je mogućnost i njegove integracije sa sličnim modelima namenjenim da unaprede socijalni položaj osoba oštećenog sluha.

Razvoj mobilnih aplikacija za prepoznavanje znakovnog jezika za različite korisničke aplikacije. Razvoj računarskih programa i aplikacija za pomoć u obrazovanju i učenje svih starosnih struktura znakovnom jeziku.

Razvoj adekvatnog hardvera koji bi uz pomoć ovog modela mogao nezavisno da prepoznaje znakovni jezik i omogućiti ostvarivanje individualne komunikacije između korisnika i osoba oštećenog sluha. Jedan od tipičnih primera su pametne naočare.

Tema doktorske disertacije je aktuelna, a doprinos predloženog istraživanja je u ukazivanju na značaj korišćenja savremenih tehnologija u unapređenju položaja osoba sa posebnim potrebama u širu društvenu zajednicu.

U skladu sa predmetom i ciljem, postavljenim pretpostavkama i metodama istraživanja, očekuje se da će rezultati ovog naučno-istraživačkog rada dati doprinos napretku Srbije u ovoj oblasti, jer se značajni rezultati u ovoj oblasti tek očekuju. Očekivani rezultat, odnosno ishod koji će se dobiti nakon sprovedenog istraživanja jeste da će se postavljene hipoteze potvrditi i dokazati sa najmanje 80% tačnosti.

4. Predlog Komisije

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

Sagledavajući ukupnu ocenu disertacije kandidata Mladena Radakovića pod nazivom "Razvoj i evaluacija modela zasnovanog na veštačkoj inteligenciji za prepoznavanje slova srpskog znakovnog jezika" predlažemo Veću departmana za posle diplomanske studije i Senatu Univerziteta Singidunum da prihvati napred navedenu doktorsku disertaciju i odobri njenu javnu odbranu.

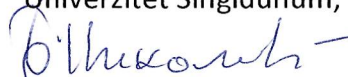
Beograd, 09. april, 2024.



Prof. dr Marina Marjanović,
Univerzitet Singidunum, Beograd



Prof. dr Marko Tanasković,
Univerzitet Singidunum, Beograd



Prof. dr Boško Nikolić,
Univerzitet u Beogradu