

# Prilog analizi upotrebe veštačke inteligencije u forenzici

Milan Jovanović

Departman Forenzičko inženjerstvo  
Kriminalističko-policijski univerzitet  
Beograd, Republika Srbija  
mjnmilan9@gmail.com

Radovan Radovanović

Departman Forenzičko inženjerstvo  
Kriminalističko-policijski univerzitet  
Beograd, Republika Srbija  
radovan.radovanovic@kpu.edu.rs.  
<https://orcid.org/0000-0001-7302-8328>

Milica Janković

Departman Forenzičko inženjerstvo  
Kriminalističko-policijski univerzitet  
Beograd, Republika Srbija  
jankovicmilica095@gmail.com

**Apstrakt**— Veštačka inteligencija predstavlja jednu od okosnica tehnološkog razvoja u 21. veku. Očekuje se da njena upotreba dostigne sve veće razmere i da ima veliki uticaj na društvo, od poslovne do naučne sfere. Forenzika, kao nauka ograničena, kako naučnim principima, tako i zakonskim odredbama, nije izuzetak od pokušaja upotrebe veštačke inteligencije. Cilj ovog rada jeste davanje pregleda mogućnosti upotrebe veštačke inteligencije i sistema zasnovanih na veštačkoj inteligenciji u okviru forenzike, analiza ograničenja koja se u dostupnoj stručnoj literaturi navode, kao i izazovi koji se moraju prevazići tako da bi upotreba ove tehnologije bila efikasnija i optimalna.

**ključne reči**—veštačka inteligencija, forenzika, digitalna forenzika, forenzička medicina, forenzička identifikacija

## I. UVOD

Veštačka inteligencija predstavlja revolucionarnu tehniku koja utiče na gotovo sve ljudske delatnosti i sve više dolazi do izražaja u sferi nauke. Forenzika nije izuzetak, što dovodi do pitanja kako i u kolikoj meri možemo primeniti ovu tehnologiju za unapređenje efikasnosti forenzičke istrage i analiza. Dodatan izazov predstavlja činjenica da svaki forenzički postupak mora biti adekvatno dokumentovan i da se zahteva garancija da dokazima nije manipulirano na bilo koji način, osim propisanih metoda prikupljanja, čuvanja i analize.

## II. VEŠTAČKA INTELIGENCIJA

Definisati veštačku inteligenciju predstavlja izazov, budući da je u pitanju tehnologija koja se izuzetno brzo razvija i samim tim podleže enormnim promenama. U delu dostupne literature se ponekad veštačka inteligencija posmatra kao posebna naučna disciplina [1], dok se u drugim izvorima ista posmatra kao skup više zasebnih tehnologija čiji je cilj da se kreiraju sistemi i mašine sposobni da izvrše zadatke koji zahtevaju ljudske mentalne sposobnosti [2]. Reference [1] i [2] prihvataju i navode „savremenu” definiciju veštačke inteligencije, koja pretpostavlja da su u pitanju pokušaji reprodukcije ljudskih mentalnih veština, koristeći pritom raznovrsne algoritme ili programske kodove, a sve to uz pomoć kompjuterskih sistema. Neke od poznatijih ciljeva ove naučne grane jesu upravo automatizacije procesa, kao i kreiranje ekspertskih sistema, sposobnih da samostalno uče iz priloženih baza podataka i šablona, kao i da obrade prirodan jezik. [1].

Da bismo izbegli moguće greške tokom proučavanja dostupne literature, iskoristili bismo ovo poglavlje da predložimo neke osnovne pojmove koji se sreću kada se govori o veštačkoj inteligenciji. Čitav sistem se zasniva na upravljanju

i obradi podataka, u cilju dobijanja rešenja problema na način kako bi to uradio jedan čovek (obučeni i stručni za oblast ili delatnost iz koje potiče upit, zadatak ili problem) [1]. Zato ćemo iskoristiti narednih par pasusa da pojasnimo osnovne oblasti veštačke inteligencije

Budući da su podaci i baze podataka ključni za efikasnu upotrebu veštačke inteligencije, možemo reći da je ona usko vezana za nauku o podacima, čiji je cilj da utvrdi da li i na koji način postoje veze između prikupljenih podataka [1]-[2]. Može se reći da su ostale „grane“ veštačke inteligencije gotovo u potpunosti oslonjene na nauku o podacima, gde se posebno izdvaja termin „rudarenje podataka“, koji zapravo označava pokušaje da se u masi prikupljenih podataka uoči šablon koji ranije nije bio zabeležen [1].

Mašinsko učenje i duboko učenje predstavljaju oblasti koje su srž formiranja sistema sposobnih da se okarakterišu kao primenjena veštačka inteligencija. Mašinsko učenje ima za cilj pripremu sistema na takav način da se omogući konstantno unapređenje efikasnosti izvršenja određenog zadatka, bez dopunskog programiranja, i često se koristi u sistemima za prediktivno modelovanje i sistemima preporuke [1]-[2]. Duboko učenje ima za cilj da iskoristi algoritme složenih neuronskih mreža da dobije precizne rezultate iz velikih količina podataka. Kod dubokog učenja sistem ima zadatak da automatski prepozna i prikupi podatke, i često se ovakvi sistemi koriste pri prepoznavanju slike, govora i pri obradi prirodnog jezika [1][2].

Veštačka inteligencija se sve više koristi u naučnoj i komercijalnoj sferi. Bilo da govorimo o programima poput ChatGPT, ili drugim formama upotrebe, evidentno je da je ovo tehnologija čiji će stepen upotrebe ubrzano rasti u narednom periodu, te je neophodno da se istraživači pripreme i obrazuju adekvatno. Osim toga, moraju se pratiti i zakonske i akademske smernice koje su već izrađene ili u izradi, kako bi se sačuvalo naučni i akademski integritet.

## III. VEŠTAČKA INTELIGENCIJA U FORENZICI

Uzevši u obzir da, ako govorimo o sferi primene same nauke, forenzika ima za zadatak da što brže, tačnije i efikasnije analizira prikupljene tragove u cilju rasvetljavanja načina odigravanja određenog događaja, jasno je da jedan od ciljeva svesti grešku bilo kakve vrste na minimum. Greške mernih instrumenata, kao i greške pri prikupljanju dokaza i tragova je moguće smanjiti usavršavanjem samih instrumenata i

adekvatnom edukacijom, dok margina „ljudske greške“ predstavlja rizik na koji se mora obratiti posebna pažnja.

Shodno tome, veštačka inteligencija može biti upotrebljena kao „nepistrasni saradnik“. U stručnoj literaturi postoje primeri pokušaja upotrebe iste, sa različitim stepenom uspeha i navedenim izazovima i nedostacima koje smo proučavali. Želimo da naglasimo da je veštačka inteligencija oblast koja se izrazito brzo razvija, te se ograničavamo na stepen literature dostupan i pregledan u trenutku pisanja ovog rada. Oblasti forenzičke nauke su raznovrsne, te je u ovom radu vršena selekcija na osnovu potencijala upotrebe veštačke inteligencije i dostupne literature.

#### A. Forenzička identifikacija lica

Oblast forenzike gde su „ljudske greške“ potencijalno prisutne jeste forenzička identifikacija lica (na osnovu opisa, video- ili foto-materijala). Karakteristike poput visine i težine, kao i prepoznavanja lica, igraju izuzetnu ulogu u identifikaciji počinioca [3]. Referenca [3] prikazuje uporednu analizu efikasnosti sistema zasnovanog na veštačkoj inteligenciji, ekspertskeg tima i tima sačinjenog od ispitanika koji nisu stručni za oblast fotogrametrije, kako bi se dobila što preciznija i jasnija slika. Ključan faktor ovog istraživanja predstavlja direktno upoređenje između rezultata dobijenih od sistema zasnovanog na veštačkoj inteligenciji i ekspertskeg tima. Rezultati dobijeni ukazuju da, iako je sistem efikasan, nije nužno dovoljno razvijen da bi zamenio stručnjaka u proceni, čak naprotiv; i tim sačinjen od nasumičnih ispitanika može nadmašiti performanse sistema. Autori navode da je srednja greška njihovog izabranog sistema pri utvrđivanju visine 4.4 % [3].

#### B. Forenzička medicina

U sklopu forenzičke istrage je cilj doći do potpunog opisa aktera uključenih u odigravanje događaja od značaja (sa posebnim akcentom na počinioca događaja i potencijalne žrtve). U praksi, to uključuje potpuni opis, biološke karakteristike poput starosti, pola, visine i težine. U cilju identifikacije i utvrđivanja nečijeg prisustva na mestu odigravanja događaja se često koriste i metode upoređivanja DNK profila, kao i identifikacija putem otisaka prstiju i drugih specifičnih karakteristika [2].

Forenzička medicina daje odgovore na medicinska pitanja od značaja za krivično-pravni sistem (shodno tome se nekad i naziva sudskom medicinom) [2], gde se najčešće bavi utvrđivanjem uzroka i mehanizma smrti, ali i medicinskim ispitivanjem živih žrtava. Referenca [2] predočava da su mogućnosti veštačke inteligencije u forenzičkoj medicini u povelju i ukazuje na primenu u polju prepoznavanja lica, analize otisaka prstiju, ali i analizi autopsije putem slika, gde bi se od sistema očekivao doprinos pri utvrđivanju uzroka smrti. Ukazuje se na mogućnosti utvrđivanja starosti putem analize zuba, kostiju i/ili lica; sistemi koji su obrađeni u radu pokazuju zavidan nivo pouzdanosti i efikasnosti [2].

Forenzička odontologija se bavi proučavanjem zuba i zubnih otisaka, u cilju identifikacije osoba/počinilaca. Upotreba veštačke inteligencije za automatizaciju analize snimaka zuba, može dovesti do povećane preciznosti i brzine, što je od velikog značaja za forenzičku nauku [2]. Osim toga, sistem se može

obučiti da bude u stanju da prepozna tipove zubnih ostataka, čime se ubrzava proces identifikacije [2].

Upotrebe veštačke inteligencije, preciznije, mašinskog učenja u okviru forenzičke biologije (i forenzičke genetike) su usmerene u tri pravca: pravac identifikacije osobe putem prikupljenih bioloških tragova, pravac dobijanja dodatnih informacija, i pravac poboljšanja dokazne vrednosti prikupljenog DNK materijala [4].

#### C. Digitalna forenzika

Digitalna forenzika predstavlja oblast u kojoj se može očekivati najveći broj susreta sa sistemima zasnovanim na veštačkoj inteligenciji. Naime, budući da je predmet istraživanja ove discipline prikupljanje i tumačenje relevantnih informacija iz računarskih sistema, mreža i drugih uređaja, neophodno je usvojiti znanja o veštačkoj inteligenciji, posebno kako stepen njene implementacije bude rastao.

Specifičnost ove oblasti se ogleda u mogućnosti da sam sistem veštačke inteligencije bude predmet forenzičke istrage [5]. Referenca [5] ilustruje način kako se može dobiti potencijalno zlonameran sistem veštačke inteligencije, koji bi odstupio od zadatih parametra. Međutim, moguće je pravilnom analizom utvrditi na koji način je to učinjeno, što je prvi korak ka uspešnoj forenzičkoj istrazi [5].

Razvoj veštačke inteligencije stavlja pred istraživače i programere zajednički zadatak: kako je na adekvatan način upotrebiti? Primarni cilj je uključivanje veštačke inteligencije u određene faze istrage, koje obuhvataju identifikaciju podataka od interesa, akviziciju, čuvanje podataka u izvornom obliku (kako ne bi došlo do promena bilo koje vrste i kako bi analiza bila verodostojna), analize prikupljenih podataka i prezentaciju nalaza i dobijenih informacija [6]. Referenca [6] prikazuje pokušaj uključivanja veštačke inteligencije u proces analize već prikupljenih dokaza, sa idejom da se dobiju hipoteze od značaja za istragu.

Postoje inicijative da se iskoriste tehnologije veštačke inteligencije, poput modela sposobnih da obrade i odgovore na upite postavljene prirodnim jezikom, u cilju formiranja jedne vrste virtuelnog asistenta, koji bi postavljao pomoć pri tumačenju forenzičkih izveštaja [7]. Autori razmatraju i mogućnost da postave zahtev da veštačka inteligencija, na osnovu upita i zadatih informacija, generiše forenzičke izveštaje, čime se, sa jedne strane, potencijalno ubrzava tempo istrage, ali nosi sa sobom i velike probleme. Ti problemi obuhvataju mogućnost generisanja netačnih ili nedovoljno preciznih izveštaja, kao i činjenice da se ovim izveštajima može pokloniti prekomerno poverenje [7]. Osim toga, postoje istraživanja o mogućnosti upotrebe aplikacija poput ChatGPT-a kao podrške pri rešavanju određenih zadataka u okviru digitalne forenzike, sa mešovitim uspehom i zaključkom da je neophodno veliko predznanje u ovoj oblasti, da bi se ista aplikacija adekvatno iskoristila [8].

Napomenuli bismo da se veštačka inteligencija može iskoristiti i za generisanje raznovrsnog sadržaja, ako joj se zada takav upit. Što više razlika između sadržaja generisanog od strane čoveka i veštačke inteligencije bude neupadljivija, više će rasti potencijal zloupotrebe takvog sadržaja. Zahteva se da stručnjaci iz oblasti digitalne forenzike budu sposobni da odgovore na ovu opasnost.

#### IV. IZAZOVI I OGRANIČENJA

Izazovi upotrebe veštačke inteligencije u okviru forenzike nastaju kao potreba da se odgovori na specifične zahteve. Naime, da bi se dokaz upotrebio na sudu, moraju biti ispoštovane sve zakonske regulative. Ceo proces dobijanja dokaza mora biti adekvatno ispraćen i mora se isključiti svaka manipulacija istim, kao i neovlašćeno rukovanje. Osim toga, ispitivanja mogu vršiti samo obučeni stručnjaci, u akreditovanim laboratorijama, koristeći standardizovane naučne metode i instrumente. Predstavljanje dokaza u toku sudskog procesa takođe mora biti nedvosmisleno, precizno i učinjeno na takav način da su saopštene informacije u potpunosti jasne. Uzevši u obzir složenost celog procesa, neophodno je da uključivanje veštačke inteligencije u većoj meri zahteva i pravnu potporu. Osim toga, bilo bi neophodno detaljno objasniti ove sisteme prilikom prezentacije dokaza dobijenih istim. Samim tim će sa razvojem ovih sistema biti neophodno i izvršiti izvesne izmene u standardima, kako bi rezultati upotrebe veštačke inteligencije bili prihvatljivi.

Druge vrste izazova su tehnološka ograničenja. Ako govorimo o aplikacijama kao što su ChatGPT, moramo uzeti u obzir da nam je za siguran i precizan upit, kao i proveru da li je dobijen odgovor tačan, još uvek potreban stručnjak iz adekvatne oblasti [9]. Moguće je da program da potpuno netačan odgovor, što je potrebno detektovati odmah [7]. Osim toga, sistem baziran na veštačkoj inteligenciji je ograničen podacima na osnovu kojih je izvršena priprema (trening), shodno tome, neophodno je paziti kakvi se rezultati zahtevaju. Referenca [7] pokazuje šta ChatGPT odgovara na pitanje da li i kako može da pomogne u forenzičkoj istrazi. Kao glavne probleme ističe već navedenu potrebu za ekspertskom kontrolom, probleme preciznosti i tačnosti, ali uvodi i problem poverljivosti, pristupa adekvatnim bazama i etičke izazove [7], [9].

Problem privatnosti i poverljivosti jeste od izuzetne važnosti za forenzičku nauku. Budući da se barata izuzetno osetljivim informacijama, neophodno je obezbediti da ostanu zaštićene, to jest, da nijedna neovlašćena osoba nema pristup istim. Osim toga, čak i baze podataka koje bi služile za formiranje jednog sistema baziranog na veštačkoj inteligenciji moraju biti apsolutno bezbedne. Samo pažljivim rukovanjem i dobrim standardima se može osigurati ispunjenje ovog zahteva. Osim toga, neophodno je garantovati da podacima sistem veštačke inteligencije nikako nije mogao da manipuliše, to jest, da je vršena samo analiza, nikako izmena ili generacija novih podataka.

Sistemi veštačke inteligencije mogu ulivati lažan stepen sigurnosti u sudskom procesu, te i to treba uzeti u obzir pri razmatranju upotrebe istih, budući da se često pretpostavlja da su ovi sistemi manje skloni greškama nego ljudi [7].

Osim toga, ukazali bismo na problem prevelikog oslanjanja na veštačku inteligenciju, koji se može pojaviti u budućnosti. Naime, iako je to nesumnjivo tehnologija koja će umnogome olakšati određen deo ljudskih delatnosti, takođe predviđamo da prekomerna upotreba iste može da dovede do smanjenja kompetencija stručnjaka, posebno kako sistemi zasnovani na veštačkoj inteligenciji budu usavršavani. Kako se očekuje da funkcije tih sistema budu sve naprednije, može doći do opadanja potrebe za stručnjakom iz određene oblasti. Samim tim može doći do situacije u kojoj će se profilisati operateri za upotrebu

odgovarajućih sistema u mnogo većoj meri, nego stručnjaci koji će posedovati konkretno naučno (forenzičko) znanje. Osim toga, ne treba zanemariti ni ekonomske faktore: obuka stručnjaka za određenu oblast je često skuplja i vremenski zahtevnija, nego obuka operatera sistema. Sa pravnog stanovišta takođe još uvek nije jasno definisano ko bi snosio odgovornost u slučaju greške pri odlučivanju ili obradi podataka pomoću sistema zasnovanih na veštačkoj inteligenciji. Uzevši sve napred navedeno u obzir, naglašavamo da veštačka inteligencija treba da bude alat kojim se zadatak efikasnije i brže izvršava, a ne potpuna zamena za kvalitetnog stručnjaka.

#### V. ZAKLJUČAK

Veštačka inteligencija predstavlja jednu od prekretnica u izvršavanju ljudskih delatnosti. Očekujemo da njena implementacija bude sve sveobuhvatnija u narednim godinama, dok na kraju zaista ne postane deo svakodnevice. U naučnoj sferi veštačka inteligencija postaje sve vredniji alat, koji se, doduše, može i zloupotrebiti (za generisanje naučnih članaka, pisanje tekstova i drugi forme koji potpadaju pod plagijat). Pretraživanjem naučne literature smo došli do zaključka da je ova tema u izrazitoj ekspanziji, te svakodnevno možemo naći nove naučne korake na ovu. Shodno tome, još jednom bismo se ograničili na deo ove oblasti koju smo uspeali da proučimo u izabranom vremenskom periodu.

Forenzika, zajedno sa kriminalistikom, teži što efikasnijem i efektivnijem prikupljanju i analizi događaja, ali je njen konačan cilj otkrivanje svih (ili maksimalno mogućeg broja) pojedinosti koje su od značaja za odigravanje događaja. Forenzika kao nauka teži unapređenju postojećih i otkrivanju novih tehnika za prikupljanje, detekciju i analizu tragova i njihovo prevođenje kao dokaz. Upravo zbog toga treba prihvatiti tehnologije koje dolaze i truditi se da ih implementiramo na što bolji način, a pritom da ostanemo verni elementarnim naučnim principima.

U tri izabrane forenzičke oblasti koje smo predstavili u ovom radu, veštačka inteligencija polako nalazi uporište. Postoje istraživanja koja se bave upotrebom veštačke inteligencije za prepoznavanje veštački generisanih slika i/ili snimaka, ali bismo naglasili da su u svakom slučaju tehnologije u povelju, što znači da će se na njihovom razvijanju još uvek raditi, dok stopa uspešnosti ne bude dovoljno visoka, da bi se mogli razmatrati naredni koraci za uspešnu implementaciju.

#### ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se ETRAN konferenciji na podršci mladim istraživačima u oblasti forenzike i mogućnosti da izložimo svoje radove, kao i Ministarstvu nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije na podršci mladim doktorandima.

#### REFERENCE/LITERATURA

- [1] D. Prlija, G. Gasmir, V. Korać, Veštačka inteligencija u pravnom sistemu EU, Beograd, Institut za uporedno pravo, 2021.
- [2] M. Vodanović, M. Subašić, D. Milošević, I. Galić, H. Brkić, „Artificial intelligence in forensic medicine and forensic dentistry“ J Forensic Odontostomatol. 2023 Aug 27;41(2):30-41. PMID: 37634174; PMCID: PMC10473456.
- [3] S. Barrington, H. Farid, „A comparative analysis of human and AI performance in forensic estimation of physical attributes“ Scientific Reports 13, Article 4784, 23.03.2023.

- [4] F. Sessa, M. Espolito, G. Cocimano, S. Sablone, M.A.A. Karaboue, M. Chisari, D.G.Albano, M. Salerno, „Artificial intelligence and forensic genetics: current applications and future perspectives“, Applied Sciences, 04.03.2024
- [5] J. Schneider, F. Breitingner, „Towards AI forensics:did the artificial intelligence do it?“, Journal of Information Security and Applications, 2023
- [6] S. Costatini, G. De Gasperis, R. Olivieri, „Digital forensics and investigations meet artificial intelligence“, Annals of Mathematics and Artificial Intelligence, 24.04.2019.
- [7] R.J.D. Oliviera, R.M.S. Azevedo, „ChatGPT in forensic sciences: a new Pandora’s box with advantages and challenges to pay attention“ Forensic Sciences Research, 10.11.2023
- [8] M. Scanlon, F. Breitingner, C. Hargreaves, J.N. Hilgert, J. Sheppard, „ChatGPT for digital forensic investigation: the good, the bad, the unknown“, Forensic Science International:Digital Investigation, Oktobar 2023.
- [9] A.Guleria, K. Krishan, V.Sharma, T. Kanchan, „ChatGPT: Forensic, legal, and ethical issueel, Medical, Science and Law, 01.08.2023.

#### ABSTRACT

Artificial intelligence is one of the cornerstones of technological development in the 21<sup>st</sup> century. It is expected that it will be utilized more and more as time goes on, and that its impact on society, from the business to the scientific field, will be enormous. Forensics, as a science limited both by the scientific principles and law, will not be an exception and will try to utilize artificial intelligence. The purpose of this article is to give a broad review of the possibilities of the implementation of artificial intelligence and systems based on artificial intelligence, an analysis of the limitations presented in this field (found in available literature) and also the challenges that must be overcome, in order to make the usage of this technology as optimal and efficient as possible.

Keywords: artificial intelligence, forensics, digital forensics, forensic identification, forensic medicine

#### **A contribution to the analysis of artificial intelligence in forensics**

Milan Jovanović, Radovan Radovanović, Milica Janković