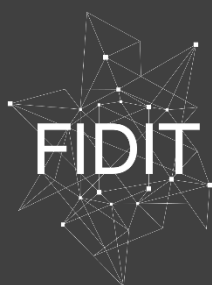


INFCON23



# Infcon 2023

Zbornik sažetaka znanstvenog skupa  
doktorskih studenata informatike



Sveučilište u Rijeci  
Fakultet informatike  
i digitalnih tehnologija

UNIRI





---

## ZBORNIK SAŽETAKA

2. ZNANSTVENI SKUP DOKTORSKIH  
STUDENATA INFORMATIKE: INFCON23

Rijeka, studeni 2023.

# Impressum

---

<b>Naslov:</b>	ZBORNIK SAŽETAKA - ZNANSTVENI SKUP DOKTORSKIH STUDENATA INFORMATIKE: INFCON23
<b>Nakladnik:</b>	Sveučilište u Rijeci, Fakultet informatike i digitalnih tehnologija
<b>Urednici:</b>	prof. dr. sc. Sanda Martinčić-Ipšić izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos dr. sc. Slobodan Beliga
<b>Naziv skupa:</b>	2. ZNANSTVENI SKUP DOKTORSKIH STUDENATA INFORMATIKE: INFCON23
<b>Vrijeme održavanja konferencije:</b>	11. i 12. studenog 2023.
<b>Mjesto održavanja konferencije:</b>	Rijeka
<b>Učestalost izdavanja:</b>	jednom godišnje
<b>Postavljeno na mrežu:</b>	10. studenog 2023.
<b>Dizajn i oblikovanje:</b>	dr. sc. Slobodan Beliga
<b>ISBN:</b>	978-953-7720-74-2 (online)

## 2. ZNANSTVENI SKUP DOKTORSKIH STUDENATA INFORMATIKE: INFCON23

### Organizator skupa:

Fakultet informatike i digitalnih tehnologija, Sveučilište u Rijeci

### Programski i znanstveni odbor:

prof. dr. sc. Sanda Martinčić-Ipšić, Sveučilište u Rijeci, Hrvatska  
prof. dr. sc. Bojan Čukić, Sveučilište Sjeverne Karoline, Charlotte SAD  
prof. dr. sc. Jordi Gonzalez Sabaté, Autonomno sveučilište u Barceloni, Španjolska  
prof. dr. sc. Francesco Guerra, Sveučilište Modena i Reggio Emilia, Italija  
prof. dr. sc. Mirjana Kljajić Borštnar, Sveučilište u Mariboru, Slovenija  
prof. dr. sc. Ivan Luković, Sveučilište u Beogradu, Srbija  
prof. dr. sc. Gorgji Madjarov, Sveučilište sv. Ćirila i Metoda u Skopju, Makedonija  
prof. dr. sc. Adrian Muskat, Sveučilište na Malti, Malta  
prof. dr. sc. Peter Peer, Sveučilište u Ljubljani, Slovenija  
prof. dr. sc. Slobodan Ribarić, Sveučilište u Rijeci, Hrvatska  
prof. dr. sc. Marko Robnik Šikonja, Sveučilište u Ljubljani, Slovenija  
prof. dr. sc. Jože Rugelj, Sveučilište u Ljubljani, Slovenija  
prof. dr. sc. Marcin Woźniak, Silesiansko tehničko sveučilište, Poljska  
izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos, Sveučilište u Rijeci, Hrvatska  
izv. prof. dr. sc. Innar Iiiv, Tehničko sveučilište u Tallinu, Estonija  
dr. sc. Maja Gligora Marković, Sveučilište u Rijeci, Hrvatska  
dr. sc. Slobodan Beliga, Sveučilište u Rijeci, Hrvatska

### Organizacijski odbor:

prof. dr. sc. Sanda Martinčić-Ipšić, Sveučilište u Rijeci, Hrvatska  
izv. prof. dr. sc. Marina Ivašić-Kos, Sveučilište u Rijeci, Hrvatska  
doc. dr. sc. Martina Ašenbrener Katić, Sveučilište u Rijeci, Hrvatska  
dr. sc. Slobodan Beliga, Sveučilište u Rijeci, Hrvatska  
dr. sc. Maja Gligora Marković, Sveučilište u Rijeci, Hrvatska  
Matea Turalija, Sveučilište u Rijeci, Hrvatska

# Uvodno slovo

---

Dragi doktorandi, mentori, sudionici i kolege!

Neizmjerne me raduje veliki odaziv na 2. Znanstveni skup doktorskih studenata informatike: INFCON23 koji se održava na Fakultetu informatike i digitalnih tehnologija Sveučilišta u Rijeci, 11. i 12. studenog 2023. godine.

Doktorski studenti prijavili su 15 sažetaka s pregledom trenutnih rezultata vezanih uz teme doktorskih istraživanja. Posebno raduje što smo proširili sudionike skupa s doktorskim studentima računarstva. Time je i fokus ovogodišnjih tema usmjeren u primjenu strojnog i dubokog učenja za različite istraživačke probleme pretežito iz primjene računalnog vida (detekcija osoba u akcijama traženja, raspoznavanje bolesti oka, inspekcija podvodnih cijevi, detekcija akcija u rukometu, generiranje skupova podataka za detekciju osoba i objekata na vodi), računalne analize prirodnog jezika (abstraktivna sumarijacija za hrvatski jezik, izlučivanja relacija iz znanstvenih tekstova, utvrđivanje semantičke sličnosti za potrebe otkrivanja plagiranog teksta, analiza sentimenta u komentarima hotelskih usluga), analize socijalnih interakcija vinskih mušice pomoću kompleksnih mreža, proširenja brze višepolne metode za nekockaste simulacijske kutije, primjene blockchaina na biometrijsku identifikaciju, predviđanje protoka priobalne rijeke, analiza performansi nogometaša te primjena persona kod računalom potpomognutog učenja.

Zahvaljujem se prof. dr.sc. Mirjani Kljajić Borštinar, s Fakulteta organizacijskih znanosti Sveučilišta u Mariboru, Slovenija što se odazvala pozivu da održi pozvano predavanje vezano uz metodologiju znanstvenog rada. Formuliranja dobrih istraživačkih pitanja prvi je korak provođenja znanstvenog istraživanja te određuje formulaciju hipoteza, određivanje metodologije, metode prikupljanja i obrade podataka te samu interpretaciju dobivenih rezultata. Nadam se da će smjernice istaknute na predavanju doprinijeti boljem postavljanju metodologije istraživanja te da doktorskim studentima pomoći prilikom prijavljivanja teme dokorskog istraživanja s boljom formulacijom istraživačkih pitanja i hipoteza.

Plenarno predavanje s naslovom Afektivni aspekti informacijskog ponašanja studenata doktorskih studija koje obrađuje obilježja afektivnih aspekata koji se pojavljuju kod doktoranda tijekom njihovog školovanja te daje pregled istraživanja pozitivnih i negativnih emocija koje pospješuju ili ograničavaju tijek studija kod doktoranda koji rade u sustavu znanosti, održala je dr.sc Antonija Mandić, Sveučilište Sjever, Hrvatska. Predavanje je odlično otvorilo probleme za raspravu na tribini u koji su sudjelovali alumni dokorskog studija informatike gdje se razgovaralo o problemima i izazovima koje su tijekom studija prevazilazili te kako je izgledao karijerni put nakon same obrane. Zahvaljujem se alumnima koji su se odzvali pozivu i sudjelovali u tribini.

Mogućnosti dodatnog usavršavanja doktorskih studenata kroz radionice, seminare, ljetne škole, i konferencija u organizaciji Doktorske škole Sveučilišta u Rijeci predstavio je prof. dr.sc. Igor Pripć, dok je doktorski student Dominik Patafta govorio o mogućnostima financiranja i unapređenja znanstveno-istraživačkog rada dokorskkih studenata Sveučilišta u rijeci iz Fonda Prometej pri Zakladi Sveučilišta u Rijeci.

Naposljetku zahvaljujem i dekanici izv. prof. dr.sc. Marini Ivašić Kos koju su iskazali podršku INFCON znanstvenom skupu tijekom uvodnih govora.

Osim predstavljanja znanstvenih rezultata i područja istraživanja naših doktoranada, INFCON želi povezati i doktorske studente srodnih studija (računarstva) te stvoriti platformu za interdisciplinarno i međugeneracijsko povezivanje generacija doktorskih studenata: Jedan od ciljeva INFCON konferencije je ne samo predstavljanje rezultata znanstveno-istraživačkog rada već i postavljanje infrastrukture za susret na kojem se razmjenjuju iskustva i ideje, započinju nove suradnje i otvaraju nove prilike za transfer tehnologija i znanja među doktorandima, industrije i zajednice.

Zahvalu upućujem i predsjedavajućima pojedinih sekcija : prof. dr. sc. Kristianu Lencu, izv. prof. Marini Ivašić Kos, dr. sc. Slobodanu Beligi te doc. dr.sc. Maji Gligora. Naposljetku iskrena hvala i svim članovima organizacijskog i međunarodnog programskog odbora na pomoći oko organizacije i provedbe INFCON-a.

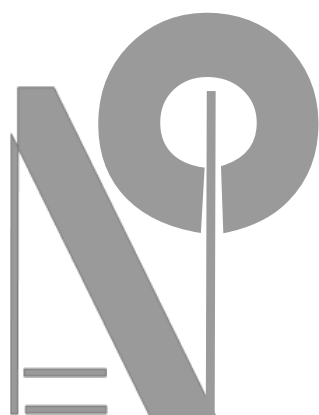
prof. dr. sc. Sanda Martinčić-Ipšić  
*predsjedateljica programskog i organizacijskog odbora INFCON23 i  
voditeljica dokorskog studija Informatike*

Rijeka, 7. studenog 2023

# Sadržaj

---

IMPRESSUM .....	I
UVODNO SLOVO .....	III
<b>MIRJANA KLJAJIĆ BORŠTNAR:</b> HOW TO FORMULATE A MEANINGFUL AND RIGOROUS RESEARCH QUESTION? .....	1
<b>ANTONIJA MANDIĆ:</b> AFEKTIVNI ASPEKTI INFORMACIJSKOG PONAŠANJA STUDENATA DOKTORSKIH STUDIJA .....	2
<b>MARINA BANOV AND KRISTIJAN LENAC:</b> BIOMETRICS, BLOCKCHAIN, AND THEIR IMPACT ON SOCIETY.....	4
<b>IVE BOTUNAC:</b> ANALIZA UČINKOVITOSTI MODELA BAZIRANIH NA TRANSFORMER ARHITEKTURI U OBRADI HOTELSKIH RECENZIJIA .....	6
<b>MATJIA BURIĆ:</b> DIJAGNOZA OFTALMOLOŠKIH BOLESTI U VETERINARSKOJ MEDICINI: ANALIZA SLIKA OČIJU PASA POMOĆU NEURONSKIH MREŽA.8	
<b>VLATKA DAVIDOVIĆ:</b> REPORT ON SEQUENCE-TO-SEQUENCE NEURAL MODEL FOR CROATIAN ABSTRACTIVE SUMMARIZATION.....	10
<b>BORIS GAŠPAROVIĆ:</b> INSPEKCIJA PODVODNIH CJEVOVODA KORIŠTENJEM UMJETNE INTELIGENCIJE .....	12
<b>KRISTINA HOST:</b> UTJECAJ VELIČINE BAZE PODATAKA NA RASPOZNAVANJE AKCIJA U RUKOMETU .....	14
<b>ANNA MARIA MIHEL:</b> PRIMJENA HIBRIDNOG CNN-LSTM MODELA U SVRHU PREDVIĐANJA SIMULIRANOG PROTOKA PRIOBALNE RIJEKE .....	16
<b>GORAN PAULIN:</b> DCC+SD METODA ZA GENERIRANJE SINTSETOVA NAMIJENJENIH TRENIRANJU MODELA ZA DETEKCIJU OSOBA I OBJEKATA NA VODI .....	19
<b>MILAN PETROVIĆ:</b> DATA PROCESSING PIPELINE FOR MEASURING SOCIAL ACTIVITY OF DROSOPHILA MELANOGASTER USING COMPLEX NETWORKS .....	21
<b>ANDRIJA POLEKSIĆ:</b> EKSTRAKCIJA RELACIJA ZA AUTOMATSKU KONSTRUKCIJU GRAF ZNANJA .....	23
<b>SAŠA SAMBOLEK:</b> DETEKCIJA I GEOLOKALIZACIJA OSOBA U AKCIJAMA TRAGANJA I SPAŠAVANJA NA NEURBANOM PODRUČJU .....	25
<b>ARIAN SKOKI:</b> INJURY PREDICTION IN SOCCER: WILL IT EVER HAPPEN? .....	27
<b>IVAN TUDOR:</b> PRIMJENA PERSONA KOD RAČUNALOM POTPOMOGNUTOG UČENJA – PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA .....	30
<b>MATEA TURALIJA:</b> PROŠIRENJE BRZE VIŠEPOLNE METODE ZA NEKOCKASTE SIMULACIJSKE KUTIJE .....	32
<b>TEDO VRBANEC:</b> UTVRĐIVANJE SEMANTIČKE SLIČNOSTI TEKSTOVA.....	34



---

PLENARNA PREDAVANJA



**Prof. Mirjana Kljajić Borštnar, PhD**  
*University of Maribor, Faculty of Organizational Sciences*  
*Laboratory for Decision Processes and Knowledge-Based Systems*  
*Kidričeva 55a, 4000 Kranj, Slovenia*  
[mirjana.kljajic@um.si](mailto:mirjana.kljajic@um.si)



## How to Formulate a Meaningful and Rigorous Research Question?

The purpose of research is to create new knowledge that contributes to the advancement of the body of knowledge in a given field. However, in order to create new knowledge, we must first know what knowledge exists about the problem, and in order to know that, we must first define the problem. Then, new knowledge should be created through an appropriate research process that satisfies the users at the same time. In other words, the research process must be both rigorous (trustworthy) and relevant (meaningful) to the user(s).

One of the most important parts of the research is the formulation of the research question, which will guide the research design, the formulation of the hypothesis, the definition of the process steps, the data collection and analysis methods, and finally the interpretation of findings. The research question must be clear, specific, and relevant to the field of study. It should be broad enough to be explored, but also focused enough to be answered within the scope of the study. In my presentation, I will address the problem of how to begin the research process, starting with finding the research topic, defining the problem and the research gap based on previous research, which leads to the formulation of the research question. The focus will be on the formulation of the research question(s) and how it will guide the research process.

**Dr. sc. Antonija Mandić**  
*Voditeljica knjižnice Sveučilišta Sjever*  
*Sveučilište Sjever, Sveučilišni centar Koprivnica*  
*Trg dr. Žarka Dolinara 1, 48000 Koprivnica*  
[amandic@unin.hr](mailto:amandic@unin.hr)



## Afektivni aspekti informacijskog ponašanja studenata doktorskih studija

Predavanje se bavi afektivnim aspektima informacijskog ponašanja doktoranada u kontekstu tranzicije. Kao polaznici najviše razine obrazovanja, doktorandi moraju pokazivati kompetentno informacijsko ponašanje. Pojačana potreba za informacijama, prikupljanje i procjena informacija te pretvaranje informacija u znanje ključni su segmenti. Proces izrade disertacije iziskuje i stavlja pred doktorande specifične zahtjeve i očekuje se da posjeduju sveobuhvatne vještine upravljanja znanjem i informacijama. Upravo su afektivne dimenzije ključne komponente koje će odrediti sam tijek studija.

Predavanje je proizašlo kao ishod istraživanja provedenog za potrebe pisanja disertacije na doktorskom studiju Mediji i komunikacija Sveučilišta Sjever pod mentorstvom prof.dr.sc. Sonje Špiranec s Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Cilj provedenog istraživanja bio je utvrditi obilježja informacijskog ponašanja s fokusom na afektivne aspekte koji se pojavljuju kod doktoranada tijekom njihovog školovanja, istražiti kako pozitivne i negativne emocije pospješuju ili ograničavaju informacijske prakse te kako proces tranzicije utječe na tijek studija kod doktoranada koji rade u sustavu znanosti.

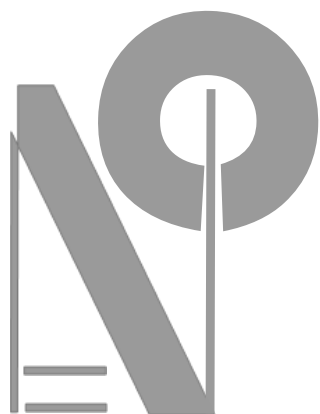
Emocije u informacijskom ponašanju istražene su u dvije faze istraživanja. Istraživanje je obuhvatilo sva područja znanosti i sva sveučilišta u RH te su u istraživanje uključena zapažanja o specifičnosti pojedinih područja.

Afektivni aspekti informacijskog ponašanja koji su proučavani kod doktoranada iznimno su važan čimbenik za uspješnu tranziciju prema cilju, tj. prema završetku dokorskog studija. Istraživanje pokazuje u svojem prvom djelu istraživanja da glavne teme koje su proizašle iz ovog dijela istraživanja određuju informacijsko ponašanje doktoranada:

prepuštenost samom sebi, dugotrajnost procesa i izostanak komunikacije i podrške te se trebaju promatrati u kontekstu složenih procesa koje sa sobom donosi tranzicija.

Do tada uvriježeni pristupi istraživanja afektivnih dimenzija ispitani su uglavnom na studentskoj populaciji dok je upravo doktorska populacija uzorak koji je pod velikim utjecajem afektivnih elemenata zbog specifičnosti i dugotrajnosti cjelokupnog procesa te zbog stalne potrebe za traženjem novih informacija.

Ovo istraživanje otvorilo je brojna pitanja jer su prije svega detektirane barijere na koje doktorandi nailaze te što sve utječe na njihove informacijske prakse.



---

IZLAGANJA

**Marina Banov and Kristijan Lenac**

University of Rijeka, Faculty of Engineering, Rijeka, Croatia  
mbanov@riteh.hr, klenac@riteh.hr

## **Biometrics, Blockchain, and Their Impact on Society**

This paper provides a broad look into the merging domains of biometrics and blockchain. It presents their practical applications, analyzes the roles and issues of biometrics and dives into the inner workings and current limitations of blockchain.

Exploring the combination of biometrics and blockchain holds the potential for a range of applications, from securing access control and reshaping online payments to facilitating border crossings and modernizing the global digital economy. Countries and regions worldwide are recognizing the role of this interdisciplinary approach in improving digital identity management, enhancing privacy, and giving individuals more control over their personal data. The idea of shifting control from centralized authorities to individual users has led to initiatives such as the European Blockchain Services Infrastructure, the European Self-Sovereign Identity Framework, and the UAE Pass. Yet, this integration is not without its complexities.

Biometrics serve as a reliable method for user authentication and identity verification which reduces identity theft and fraud and improves user convenience. Various biometric modalities, such as fingerprint scans, facial recognition, and voice recognition, provide unique and difficult-to-replicate identifiers. However, one of the research questions to be further investigated is the issue of security vulnerabilities in biometric systems [1]. It is essential to mitigate any potential risks when handling biometric data, whether it's data stored in a static state, data actively being used, or data in transit during transmission. Here, homomorphic encryption plays a pivotal role by enabling privacy-preserving computations on encrypted biometric data. It allows for processing of biometric data while maintaining confidentiality. Several authors have experimentally integrated biometric authentication with homomorphic encryption, offering preliminary evidence of its ability to establish secure and privacy-enhanced systems [2, 3].

Blockchain is a distributed ledger technology that provides decentralization, immutability, and transparency, making it a valuable foundation for digital identity systems when coupled with biometrics [4]. Blockchain also opens up the possibility of automatically running self-executing programs under specific conditions. These smart contracts enable privacy-preserving computations across multiple parties known as secure multiparty computations [5]. This means that users can share their biometric data securely without ever exposing the raw data, ensuring that biometric data remains secret and tamper-proof [6]. However, the scalability challenges related to storage and latency, along with the complex legal aspects tied to blockchain, require thorough examination [7].

This paper invites to join the discussion on this technologically compelling field which comes with significant implications for security, privacy, and user control. Young researchers should be motivated by the opportunity to explore, contribute to and address complex challenges and opportunities that could reshape how we manage digital identities in the modern age.

***Keywords – biometrics, blockchain, privacy-preserving methods, self-sovereign identity***

## References

- [1] O. Delgado-Mohatar et al., "Blockchain and Biometrics: A First Look into Opportunities and Challenges," in *Blockchain and Applications*, vol. 1010, J. Prieto et al., Eds. Cham: Springer, 2020, pp. 169–177.
- [2] J. J. Engelsma, A. K. Jain, and V. N. Boddetti, "HERS: Homomorphically Encrypted Representation Search," *IEEE Transactions on Biometrics, Behavior, and Identity Science*, vol. 4, no. 3, pp. 349–360, July 2022.
- [3] M. M. Kumar, M. V. N. K. Prasad, and U. S. N. Raju, "BMIAE: Blockchain-Based Multi-Instance Iris Authentication using Additive ElGamal Homomorphic Encryption," *IET Biometrics*, vol. 9, no. 4, pp. 165–177, May 2020.
- [4] A. Othman and J. Callahan, "The Horcrux Protocol: A Method for Decentralized Biometric-Based Self-Sovereign Identity," in *2018 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, Rio de Janeiro, 2018, pp. 1–7.
- [5] Y. Zhu et al., "Secure Smart Contract System Built on SMPC Over Blockchain," in *2018 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData)*, Halifax, 2018, pp. 1539–1544.
- [6] D.-E. Fălămaș, K. Marton, and A. Suci, "Assessment of Two Privacy Preserving Authentication Methods Using Secure Multiparty Computation Based on Secret Sharing," *Symmetry*, vol. 13, no. 5, May 2021.
- [7] M. Ghafourian et al., "Combining Blockchain and Biometrics: A Survey on Technical Aspects and a First Legal Analysis," unpublished

**Ive Botunac**

Sveučilište u Rijeci, Fakultet informatike i digitalnih tehnologija, Rijeka, Hrvatska  
ive.botunac@gmail.com

## **Analiza učinkovitosti modela baziranih na transformer arhitekturi u obradi hotelskih recenzija**

U doba napretka informacijskih tehnologija i digitalizacije turizma, korisničke recenzije postale su ključne za turističke subjekte i korisnike [1][2]. Analiza sentimenta i kategorija ovih recenzija omogućava bolje uvide o iskustvima gostiju. Uz tradicionalne metode, istraživači se sve više okreću naprednim tehnikama strojnog učenja, posebno neuronskim mrežama [3]. U ovom radu, fokus je na evaluaciji učinkovitosti modela baziranih na Transformer arhitekturi, posebno BERT i GPT modela, u obradi hotelskih recenzija.

Transformer arhitektura, predstavljena 2017. godine, postala je state-of-the-art u obradi prirodnog jezika [4]. BERT koristi bidirekcijski mehanizam pažnje [5], dok GPT modeli koriste dekoderski dio, fokusirajući se na generiranje teksta [6]. U sklopu ovog istraživanja, modeli su testirani na hotelskim recenzijama. BERT je postigao točnost od 81,7% u klasifikaciji kategorija i 78,2% u klasifikaciji sentimenta s vremenom izvršavanja od 3,32 sekunde. RoBERTa je postigla točnost od 85,6% u klasifikaciji kategorija i 79,3% u klasifikaciji sentimenta s vremenom izvršavanja od 3,70 sekundi.

GPT-2 je pokazao najmanju učinkovitost s točnošću od 43,5% u klasifikaciji kategorija i 37,7% u klasifikaciji sentimenta, te vremenom izvršavanja od 4,04 sekunde. ChatGPT, temeljen na GPT-3 arhitekturi [8], postigao je točnost od 69,1% u klasifikaciji kategorija i 82,8% u klasifikaciji sentimenta s vremenom izvršavanja od 226,93 sekunde. S few-shot pristupom, ChatGPT je postigao iste rezultate u klasifikaciji sentimenta od 82,8%, ali s točnošću od 64,5% u klasifikaciji kategorija i vremenom izvršavanja od 219,09 sekundi.

Razvojem generativnih modela poput GPT-a, otvara se novi spektar mogućnosti u području klasifikacije teksta. Dok se GPT-2 može koristiti tradicionalno [7], ChatGPT nudi inovativni pristup kroz generativno korištenje uz pomoć inženjeringa promptova. Zahvaljujući ovom pristupu, GPT modeli imaju potencijal postići bolje performanse u klasifikaciji u usporedbi s tradicionalnim enkoderskim modelima.

Tradicionalne metode analize sentimenta pružaju solidnu osnovu, a Transformer arhitektura, modeli poput BERT-a i GPT-a, pružaju revolucionarne pristupe koji omogućavaju dublje razumijevanje jezičnih nijansi unutar recenzija. Prilikom odabira modela za određene primjene, važno je pažljivo razmotriti sve faktore, uključujući vremensku efikasnost, troškove i specifične tehničke zahtjeve.

***Ključne riječi – transformer arhitektura, hotelske recenzije, analiza sentimenta, BERT, GPT***

### **Literatura**

- [1] Bompotas, A. Ilias, A. Kanavos, C. Makris, G. Rompolas, and A. Savvopoulos, "A Sentiment-Based Hotel Review Summarization Using Machine Learning Techniques," in IFIP Advances in Information and Communication Technology, Springer, 2020, pp. 155–164. doi: 10.1007/978-3-030-49190-1\_14.
- [2] Ishaq et al., "Extensive hotel reviews classification using long short term memory," J Ambient Intell Humaniz Comput, vol. 12, no. 10, pp. 9375–9385, Oct. 2021, doi: 10.1007/s12652-020-02654-z.

- [3] Y. Wen, Y. Liang, and X. Zhu, "Sentiment analysis of hotel online reviews using the BERT model and ERNIE model—Data from China," *PLoS One*, vol. 18, no. 3 March, Mar. 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0275382.
- [4] A. Vaswani et al., "Attention Is All You Need," Jun. 2017, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1706.03762>
- [5] J. Devlin, M.-W. Chang, K. Lee, and K. Toutanova, "BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding," Oct. 2018, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1810.04805>
- [6] A. R. Openai, K. N. Openai, T. S. Openai, and I. S. Openai, "Improving Language Understanding by Generative Pre-Training." [Online]. Available: <https://gluebenchmark.com/leaderboard>
- [7] Y. Liu et al., "Summary of ChatGPT-Related Research and Perspective Towards the Future of Large Language Models," Apr. 2023, doi: 10.1016/j.metrad.2023.100017.
- [8] L. Ouyang et al., "Training language models to follow instructions with human feedback," Mar. 2022, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2203.02155>



**Matija Burić**

Sveučilište u Rijeci, Fakultet informatike i digitalnih tehnologija, Rijeka, Hrvatska  
matija.buric@uniri.hr

## **Dijagnoza oftalmoloških bolesti u veterinarskoj medicini: analiza slika očiju pasa pomoću neuronskih mreža**

Svrha istraživanja je duboko ukorijenjena u potrebi proučavanja i primjene različitih modela računalnog vida za analizu slika, s posebnim naglaskom na upotrebu i prilagodbu tehnika dubokog učenja za detekciju objekata i segmentaciju slika. Uvođenje dubokog učenja u domenu računalnog vida predstavlja značajan iskorak, omogućavajući precizniju analizu i identifikaciju objekata na slikama. Jedan od područja koje se aktivno istražuje je primjena modela računalnog vida u medicini a naša je želja primijeniti ih i prilagoditi veterinarskoj medicini kako bi ih koristili za dijagnozu oftalmoloških bolesti kod pasa i mačaka.

U prvom dijelu istraživanja posebna pažnja posvećena je učenju i prilagodbi modela za semantičku segmentaciju područja oka koja su pogođena specifičnim dijagnozama. Uz to, istraživanje se usredotočilo na odabir state-of-the-art konvolucijskih dubokih neuronskih mreža. Ovaj je odabir ključan jer omogućuje temelj za razvoj visoko preciznih modela. Drugi dio istraživanja posvećen je analizi rezultata i identifikaciji područja za daljnje poboljšanje modela, uključujući prilagodbu ulaznih skupova podataka, prilagodbu određenih dijelova arhitekture te odabir strategija za povezivanje rezultata binarnih modela u svrhu klasifikacije bolesti u više dijagnoza.

Konačni cilj istraživanja je razvoj modela koji je u mogućnosti prepoznati oči na slikama i pomoći u klasifikaciji oftalmoloških poremećaja. Ovaj model osmišljen je kako bi pomogao veterinarskim stručnjacima u donošenju informiranih odluka o tretmanima za afektirane životinje.

Ispitivanje i usporedba različitih klasifikatora i metoda detekcije objekata značajan je aspekt ovog istraživanja. Primijenjene su i tradicionalne metode, uključujući upotrebu HAAR [1] značajki, kao i moderni pristupi korištenjem Yolo [2] i SSD [3] konvolucijskih neuronskih mreža. Osim toga, razvijene su različite varijacije U-NET [4] neuronskih mreža, što se pokazalo vrlo učinkovitim za segmentaciju medicinskih slika [5].

Važan korak u istraživanju je prikupljanje baze slika očiju i očnih bolesti za učenje modela. Ove slike su prikupljene iz različitih izvora, uključujući privatne i javno dostupne izvore. Označavanje slika je izvedeno pod nadzorom stručnjaka kako bi se osigurala visoka kvaliteta podataka. Iako se frekvencija pojavljivanja određenih bolesti razlikuje, pažljiva selekcija slika osigurala je uravnotežen skup podataka.

Treniranje i testiranje modela zahtijevalo je računalo visokih performansi opremljeno suvremenom grafičkom karticom. Ova konfiguracija je poželjna kako bi se osigurala učinkovito učenje modela konvolucijskih neuronskih mreža. Za prikupljanje slika korištene su različite vrste fiksnih i mobilnih kamera, sposobnih za snimanje videozapisa i statičkih slika. Također, inicijalno testiranje modela omogućeno je putem web servera, što dopušta posredno korištenje različitih prijenosnih uređaja i njihovih kamera.

U pogledu programiranja, istraživanje se temeljilo na dva operativna sustava, Linux i Windows. Programski jezici Pythona i C++ koristili su se za razvoj i implementaciju algoritama dubokog učenja. Za uređivanje slika korištene su različiti programski alati i biblioteke, uključujući Fiji, OpenCV i scikit-image. Označavanje slika je izvedeno korištenjem vlastitih programskih rješenja.

Ključni uspjeh ovog istraživanja ogleda se u izvanrednim rezultatima postignutim pomoću U-NET neuronske mreže u segmentaciji očiju i identifikaciji oftalmoloških problema. Neki od rezultata su nadmašili Jaccard indeks veći od 80%, što ukazuje na visoku preciznost u prepoznavanju oblika oboljenja i konturu istih. Ova mreža testirana je na različitim vrstama oftalmoloških problema i postigla je izvanredne rezultate u identifikaciji i lokalizaciji problematičnih područja. Također, sama detekcija očiju koja se koristila za pripremu skupa podataka ostvarila je visoku preciznost, u rasponu od 97% do 99%, koristeći SSD detektor.

Istraživanje ima potencijal značajno unaprijediti dijagnozu i tretman oftalmoloških bolesti kod pasa i mačaka, pridonoseći napretku veterinarske medicine.

Temeljen na metodama računalnog vida i dubokog učenja, ovaj rad donosi nove perspektive u primjeni modernih tehnika za unapređenje zdravlja i dobrobiti kućnih ljubimaca. Kroz pažljivo izrađene modele, precizno označene skupove podataka i tehnike učenja, ovaj rad predstavlja važan doprinos u veterinarskoj dijagnostici i pomoć veterinarima u detekciji simptoma i poboljšanju liječenja oftalmoloških problema koji se javljaju kod kućnih ljubimaca.

***Ključne riječi – U-NET, segmentacija očiju, klasifikacija bolesti očiju, dijagnostika oftalmoloških bolesti pasa***

## **Literatura**

- [1] Viola, P., i Jones, M. J., „Rapid object detection using boosted cascades of simple features. Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition CVPR '01, 2001, pp. 511-518.
- [2] Redmon, J., i Farhadi, A., „You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection.“ arXiv preprint arXiv:1506.02640, 2015.
- [3] Liu, W., Anguelov, D., Erhan, D., Szegedy, C., Reed, S., Fu, C.-Y., i Berg, A. C., „SSD: Single Shot MultiBox Detector“. European Conference on Computer Vision (ECCV), 2016, pp. 21-37.
- [4] Ronneberger, O., Fischer, P., i Brox, T., „U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation.“ International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, 2015, pp. 234-241.
- [5] Rondot, P., i Hartmann, D., „U-Net and its variants for medical image segmentation: A review of theory and applications.“ IEEE Transactions on Medical Imaging, 2023, pp. 9-21.

Vlatka Davidović

University of Rijeka, Faculty of Informatics and Digital Technologies, Rijeka, Croatia  
Polytechnic of Rijeka, Rijeka, Croatia  
vdavid@veleri.hr

## Report on Sequence-to-Sequence Neural Model for Croatian Abstractive Summarization

Summarization is a natural language processing task of generating a summary from an input text while meaning of the input text is preserved. Abstractive summarization is the most similar to human writings. Over the last few years deep learning models made huge progress on abstractive text summarization, creating better summaries with every new model. There are two reasons for that: first is that models became very large, and second is that models learn on a huge amount of data [1]. Consequently, datasets became valuable resources for deep learning models.

Dataset for text summarization consists of pairs of text and corresponding summary. Among published datasets for summarization task, the most represented are those in the English language and for Croatian language dataset does not exist. Croatian language is presented only as a small part of multilingual datasets, for example, EUR-Lex-Sum [2] or PaLM [3]. EUR-Lex-Sum dataset contains European law documents that are human translated into 24 languages. PaLM is huge multilingual dataset that contains texts in 124 languages, collected through internet, like multilingual Wikipedia and filtered multilingual webpages. Language distribution of collected data shows that English language prevails with 78% of words and Croatian words appeared only in 0.027% of dataset [3].

To obtain Croatian dataset for summarization task, existing CNN/DailyMail dataset is translated into Croatian, using machine translation [4]. Cable News Network (CNN)/DailyMail [5][6] is English-language dataset that is usually used as a benchmark for abstractive summarization task. Dataset contains 300,000 news articles, written by CNN and DailyMail journalists. It is divided into train, test and validation subsets in csv (comma-separated value) format. Dataset is machine-translated (MT) into Croatian language using Google Machine Translation [7]. After analysis of the texts, maximum length of the texts is set to 800 words and summaries to 50 words. Document that are exceeding maximums are filtered out. Also, two vocabularies with most frequent words are extracted per dataset: one vocabulary from the original texts and the other from the summaries.

Average number of words and vocabulary size are presented in the Table 1.

CNN/DailyMail datasets	Avg. num. of words in the document		Vocabulary size	
	text	summary	text	summary
English	659	49.9	136,927	30,963
Croatian MT	579.8	45.7	305,163	64,445

Table 1. The average number of words and size of vocabulary in the text and summary in CNN/DailyMail in English and machine-translated Croatian datasets.

Both datasets (English and Croatian MT version) are trained on 2 models: LSTM [8] and BiLSTM [9] sequence-to-sequence model with attention mechanism [10] [11], and with the same hyperparameters. Results are evaluated with ROUGE 1, 2, L [12] and BERTScore [13] metrics. ROUGE-1, 2 calculates unigram or bigram overlap between the machine-generated and reference summaries. ROUGE-L calculates the longest common subsequence (LCS) between the generated and reference summary. BERTScore calculates cosine similarity score between tokens. Results of training are compared and presented in the Table 2.

Dataset and model	Rouge 1 (F1)	Rouge 2 (F1)	Rouge L (F1)	BERTScore (F1)
EN-LSTM	20.29%	3.41%	15.10%	82.42%
HR-LSTM	16.91%	2.75%	12.58%	64.94%
HR - Bi-LSTM	18.71%	3.17%	13.22%	66.17%

Table 2. Evaluation using ROUGE and BERTScore metrics.

According to results from Table 2, models do not achieve very good results, whereas on English dataset results are slightly better. Looking into summary in Croatian MT language, model correctly chose the topic, but facts are not correct. It is also worth to notice that machine translated dataset is not perfectly translated and for further usage it would need additional correction by human proof readers.

Although training the model on machine translated dataset can be convenient way to get the result, quality of data still needs to be improved. So, obtain the Croatian dataset for summarization task is the next step of the research.

**Keywords – MT Croatian dataset, abstractive summarization, sequence-to-sequence**

## References

- [1] Turc, I., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). Well-read students learn better: On the importance of pre-training compact models. arXiv preprint arXiv:1908.08962.
- [2] Aumiller et al. in EUR-Lex-Sum: A Multi- and Cross-lingual Dataset for Long-form Summarization in the Legal Domain, 2022
- [3] Chowdhery et al., PaLM: Scaling Language Modeling with Pathways, 2022, <https://browse.arxiv.org/pdf/2204.02311.pdf>
- [4] Davidović, V., Martinčić-Ipšić, S., Towards Sequence-to-Sequence Neural Model for Croatian Abstractive Summarization, CECIS 2023, Proceedings, str. 309-315.
- [5] Hermann, K. M., Kocisky, T., Grefenstette, E., Espeholt, L., Kay, W., Suleyman, M., & Blunsom, P. (2015). Teaching machines to read and comprehend. Advances in neural information processing systems, 28.
- [6] Nallapati, R., Zhou, B., dos Santos, C., Gulcehre, C., & Xiang, B. (2016). Abstractive text summarization using sequence-to-sequence rnns and beyond. In CoNLL-16 - 20th SIGNLL Conference on Computational Natural Language Learning, pp 280–290. <https://doi.org/10.18653/v1/k16-1028>
- [7] Google Cloud Translation. (n.d.). <https://cloud.google.com/translate>
- [8] Sutskever, I., Vinyals, O., & Le, Q. V. (2014). Sequence to sequence learning with neural networks. In Advances in neural information processing systems, 27. pp 3104-3112. arXiv preprint arXiv:1409.3215
- [9] Liu, G., Guo, J., Bidirectional LSTM with attention mechanism and convolutional layer for text classification, Neurocomputing, Volume 337, 2019, Pages 325-338, ISSN 0925-2312, <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.01.078>.
- [10] Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. Neural computation, 9(8), pp 1735-1780, November 1997, doi: 10.1162/neco.1997.9.8.1735.
- [11] Cheng, J., Dong, L., & Lapata, M. (2016). Long short-term memory-networks for machine reading. In 2016 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, pp. 551–561, Las Vegas, NV, USA.
- [12] Lin, C. Y., & Och, F. J. (2004). Looking for a few good metrics: ROUGE and its evaluation. In 4th Ntcir Workshops. 2004, pp. 1-8.
- [13] Zhang, T., Kishore, V., Wu, F., Weinberger, K. Q., & Artzi, Y. (2020). BERTScore: Evaluating text generation with BERT. In International Conference on Learning Representations. arXiv preprint arXiv:1904.09675.

**Boris Gašparović**

Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Rijeka, Hrvatska  
bgasparovic@riteh.hr

## Inspekcija podvodnih cjevovoda korištenjem umjetne inteligencije

Podvodno okruženje predstavlja specifičan izazov za razvoj sustava za detekciju objekata, jer se često suočava s niskom vidljivošću, varijacijama svjetlosnih uvjeta te prisutnošću podvodne flore i faune. Podvodna inspekcija cijevi je ključna komponenta održavanja i nadzora infrastrukture jer cijevi igraju važnu ulogu u različitim industrijskim sektorima, kao što su naftna i plinska industrija, vodovod i kanalizacija, te energetika [1]. Održavanje i inspekcija tih cijevi je od vitalnog značaja za sprječavanje curenja, onečišćenja i očuvanje okoliša. Primjena naprednih algoritama za detekciju objekata, kao što su YOLO grupa algoritama, može značajno poboljšati učinkovitost inspekcije cijevi [2] [3]. Ovi algoritmi omogućuju automatsko prepoznavanje različitih elemenata i stanja cijevi, kao što su pukotine, korozija, propuštanja ili strani predmeti. Integracija YOLO algoritama s podvodnim sustavima za inspekciju omogućuje brzu i preciznu identifikaciju problema, čime se olakšava održavanje i popravak cijevi.

Izvorni rad [4] koji predstavlja implementaciju YOLOv4[5] algoritma ostvario je zadovoljavajuće rezultate točnosti detekcije podvodnih komponenata cijevi (mAP > 90%). Navedeni detektor objekata u našem istraživanju nazivamo bazni jer sve sljedeće modele uspoređujemo s istim. Cilj nam je bio utvrditi jesu li novije verzije YOLO algoritama nadmoćnije u odnosu na starije verzije i koliko, u smislu performansi detekcije objekata za naš skup podataka u podvodnom okruženju. Korištene nove verzije su YOLOv5 [6], YOLOv6 [7], YOLOv7 [8], YOLOv8 [9], iako navedeno svaka od njih pokazuje određenu razinu napretka nad starijom verzijom, ovaj eksperiment se fokusira na podvodno okruženje za koje ove verzije nisu specijalizirane. Koristeći skup podataka prikupljenih pomoću daljinski upravljane podmornice (ROV), izvršena je evaluacija performansi YOLOv5, YOLOv6, YOLOv7 i YOLOv8 u detekciji objekata u izazovnim podvodnim okruženjima [10]. Detektor objekata YOLOv5 u usporedbi s baznim detektorom pruža veću brzinu detekcije te koristi skaliranu detekciju uz omeđujuće kvadrate kako u cilju bolje detekcije manjih objekata na velikim slikama. Verzija YOLOv6 je nastala na temelju prethodne verzije, ali uz drugačiju okosnicu koja se bazira RepVGG neuronskoj mreži. Verzija YOLOv7 nastala je od istih autora kao i bazni detektor te je u trenutku objave predstavljao *state-of-the-art* rezultat za detekciju objekata. Sadrži promjene koje uključuju pomoćnu okosnicu detekcije, bolju normalizaciju serija (eng. *batch normalization*). Najnoviji model verzije osam predstavljen u 2023. godini pruža pristup detekciji objekata koji ne sadrži omeđujuće kvadrate bez mozaik augmentacije za zadnje epohe.

Prema rezultatima, YOLOv5 je postigao najvišu srednju prosječnu preciznost (mAP), slijedili su ga verzije YOLOv7 i YOLOv6. Analizom krivulja preciznosti i odziva uočene su visoke vrijednosti preciznosti za YOLOv5 i visoke vrijednosti odziva za YOLOv7. Usporedba s rezultatima prethodnog rada koji je koristio YOLOv4 pokazuje značajna poboljšanja u performansama svake verzije YOLO detektora.

Evaluirali smo performanse četiri varijante YOLO algoritma za detekciju objekata u podvodnim okruženjima. Zanimljivo, iako novije verzije tvrde bolje performanse, otkrili smo da našem skupu podvodnih podataka stariji model YOLOv5 ima bolje rezultate od novijih modela YOLOv6, YOLOv7 i YOLOv8. Što se tiče budućeg rada, performanse YOLO algoritma u zahtjevnim podvodnim uvjetima imaju potencijala za napredak. Jedno područje naglaska

moglo bi biti prikupljanje raznolikijih i opsežnijih skupova podataka za treniranje modela, što bi moglo rezultirati poboljšanom preciznošću detekcije. Osim toga, istraživanje dodatnih algoritama za detekciju objekata i njihova usporedba s YOLO algoritmom mogli bi pružiti dragocjen uvid u optimalan pristup za ovu specifičnu primjenu. Druga grana istraživanja se fokusira na cjevovode u zahtjevnom okruženju, ali na kopnu.

**Ključne riječi – object detection, YOLO, underwater, pipeline inspection**

## Literatura

- [1] Schettini, R., & Corchs, S. (2010). Underwater image processing: state of the art of restoration and image enhancement methods. *EURASIP journal on advances in signal processing*, 2010, 1-14.
- [2] Xu, W., & Matzner, S. (2018, December). Underwater fish detection using deep learning for water power applications. In *2018 International conference on computational science and computational intelligence (CSCI)* (pp. 313-318). IEEE.
- [3] Chen, L., Zheng, M., Duan, S., Luo, W., & Yao, L. (2021). Underwater target recognition based on improved YOLOv4 neural network. *Electronics*, 10(14), 1634.
- [4] Gašparović, B., Lerga, J., Mauša, G., & Ivašić-Kos, M. (2022). Deep Learning Approach for Objects Detection in Underwater Pipeline Images. *Applied Artificial Intelligence*, 36(1), 2146853. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
- [5] Bochkovskiy, A., Wang, C. Y., & Liao, H. Y. M. (2020). Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection. *arXiv preprint arXiv:2004.10934*.
- [6] Glenn Jocher, Ayush Chaurasia, Alex Stoken, Jirka Borovec, NanoCode012, Yonghye Kwon, Kalen Michael, TaoXie, Jiacong Fang, imyhxy, Lorna, 曾逸夫(Zeng Yifu), Colin Wong, Abhiram V, Diego Montes, Zhiqiang Wang, Cristi Fati, Jebastin Nadar, Laughing, ... Mrinal Jain. (2022). *ultralytics/yolov5: v7.0 - YOLOv5 SOTA Realtime Instance Segmentation (v7.0)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7347926>
- [7] Li, C., Li, L., Jiang, H., Weng, K., Geng, Y., Li, L., ... & Wei, X. (2022). YOLOv6: A single-stage object detection framework for industrial applications. *arXiv preprint arXiv:2209.02976*.
- [8] Wang, C. Y., Bochkovskiy, A., & Liao, H. Y. M. (2023). YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 7464-7475).
- [9] Jocher, G., Chaurasia, A. and Qiu, J. (2023) YOLO by Ultralytics. <https://github.com/ultralytics/ultralytics>
- [10] Gašparović, B., Mauša, G., Rukavina, J., & Lerga, J. (2023, June). Evaluating YOLOV5, YOLOV6, YOLOV7, and YOLOV8 in Underwater Environment: Is There Real Improvement?. In *2023 8th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech)* (pp. 1-4). IEEE.

**Kristina Host**

*Sveučilište u Rijeci, Fakultet informatike i digitalnih tehnologija, Rijeka, Hrvatska  
kristina.host@inf.uniri.hr*

## **Utjecaj veličine baze podataka na raspoznavanje akcija u rukometu**

U današnje vrijeme, bavljenje sportom postaje sve uobičajenije zbog promocije zdravog načina života, no ne može se zanemariti da kako tehnologija napreduje, raste i potreba da je ljudi ukomponiraju u svaki aspekt svojih dnevnih aktivnosti, tako uključujući i same sportove.

Kao rezultat toga, postoji potreba za automatskim raspoznavanjem akcija i aktivnosti na terenu kako bi se omogućila analiza sportskih događaja s visokom preciznošću. Treneri, sportski analitičari i igrači mogu koristiti ove informacije kako bi bolje razumjeli tijek igre, identificirali obrasce i nedostatke te donosili strategijske odluke. Razvitkom takvog proizvoda namijenjenog rukometu moglo bi se pomoći prvenstveno rukometnim trenerima i igračima da poboljšaju svoju izvedbu. Analiza akcija igrača omogućava ocjenu njihove izvedbe u stvarnom vremenu, stoga treneri mogu koristiti dobivene podatke kako bi prilagodili taktiku, poboljšali tehniku i pomogli igračima da postignu svoj maksimalni potencijal [1].

S obzirom na to da rukomet nije značajno zastupljen u istraživanjima [2], nema gotovih baza podataka koje se mogu koristiti u tu svrhu. Glavni cilj ovog rada je predstaviti dvije verzije kreirane baze podataka za raspoznavanje akcija i aktivnosti u rukometu.

Dobro pripremljeni podaci su važni za prepoznavanje akcija jer utječu na točnost i pouzdanost modela strojnog učenja. Podaci moraju biti prethodno obrađeni, očišćeni i označeni ispravno kako bi se osiguralo da model može učiti iz podataka i točno klasificirati na novim i neviđenim podacima. Postupak dobivanja finalnog proizvoda, kratkih video segmenata u kojima igrači izvode akciju ili aktivnost u rukometu, nije jednostavan te uključuje nekoliko koraka: prikupljanje podataka, detekciju i praćenje igrača [3, 4], vremensku anotaciju rukometnih akcija i aktivnosti, spajanje označenih igrača sa označenim akcijama i na kraju validaciju video segmenata pomoću eksperta u području [5]. Stvorene su dvije verzije skupa podataka koje su dalje analizirane, manji i nebalansiran koji sadrži 10 rukometnih akcija ili aktivnosti, te veći, balansiran skup podataka s 9 rukometnih akcija ili aktivnosti u kojem je svaki video segment djelomično anotiran od strane stručnjaka iz područja rukometa.

U prvoj verziji dobiveno je 2991 video segmenata koji sadrže sljedeće rukometne akcije: bacanje, hvatanje, dodavanje, dvostruko dodavanje, obrana, šut, skok-šut, križanje, vođenje, trčanje, te pozadina (eng. Background) u kojem se ne izvode rukometne akcije već sadrži dijelove rukometnog terena ili igrača koji nisu aktivni. Ova verzija baze podataka je dosta nebalansirana, stoga npr. za hvatanje i skok-šut možemo pronaći oko tristotinjak uzoraka, dok za vođenje i trčanje 4 puta manje uzoraka, a za dvostruko dodavanje samo 46 uzoraka.

U drugoj verziji, u kojoj je provedeno dodatno označavanje klasa koje imaju manje uzoraka te validacija video segmenata od strane eksperta, izbačena je klasa dvostruko dodavanje zbog malene količine dostupnih pojavljivanja na prikupljenim videosnimkama. Dobiveno je ukupno 5389 video segmenata gdje svaka klasa sadrži oko petstotinjak uzoraka.

Na dobivenim verzijama baze podataka provedeni su eksperimenti s višeslojnim perceptronom, nakon što su značajke izlučene sa InceptionV3 [6] konvolucijskom mrežom,

kako bi se vidjelo koliki je utjecaj količine podataka i same uravnoteženosti na rezultate, te kako bi se ustanovilo koliko kadrova je dovoljno da bi se predvidjelo koja će akcija ili aktivnost uslijediti.

Sa prvom verzijom, točnost na validacijskim podacima povećava se sve do dostignutih 60 okvira (otprilike prosječno trajanje video okvira uključujući sve klase), gdje se postiže najviša točnost od 73,98%, nakon čega opet pada. Samo s 10 okvira, točnost MLP modela pada za otprilike 10% na 62,89%. Do najveće konfuzije prilikom testiranja dolazi između klasa bacanja, hvatanja i dodavanja. Glavni problem je što je dodavanje zajednička aktivnost koja se sastoji od dvije akcije, a to su bacanje i hvatanje (radnje dodavanja i bacanja započinju na isti način). Također, bacanje i hvatanje su obje interakcije s loptom i vrlo su slične jer uključuju igrača koji podiže ruku/ruke za bacanje ili hvatanje lopte.

Sa drugom verzijom, najviša točnost od 83,20% na validacijskom skupu postiže se s 60 okvira kao u prethodnom slučaju. I ovdje, povećanje broja okvira u ulaznom slijedu iznad ovog prosječnog broja nije dalje poboljšalo rezultate. Sa 40 okvira od početka videozapisa model treniran na drugoj verziji baze podataka može predvidjeti na testnom skupu s točnošću od 79,22% koja se rukometna akcija izvodi.

Većina netočnih klasifikacija koje su se dogodile pri testiranju prve verzije skupa podataka prevladane su upotrebom većeg i uravnoteženijeg skupa podataka koji je pregledan od strane stručnjaka. Iako su pogreške i dalje prisutne, dodatni uzorci i veća ravnoteža poboljšali su sve rezultate dobivene prvom verzijom skupa podataka.

S daljnjim istraživanjem različitih metoda i strategija za odabir ulaznih okvira, trebala bi se postići još veća točnost, što bi omogućilo razvoj aplikacije koja mogla pomoći trenerima i rukometašima u poboljšanju njihove izvedbe.

***Ključne riječi - automatsko raspoznavanje akcija, HAR, rukomet, baza podataka, MLP***

## **Literatura**

- [1] K. Host, M. Ivasic-Kos, and M. Pobar, "Action Recognition in Handball Scenes," *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 283, pp. 645–656, 2022, doi: 10.1007/978-3-030-80119-9\_41.
- [2] K. Host and M. Ivašić-Kos, "An overview of Human Action Recognition in sports based on Computer Vision," *Heliyon*, vol. 8, no. 6, p. e09633, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.HELIYON.2022.E09633.
- [3] K. Host, M. Ivašić-Kos, and M. Pobar, "Tracking handball players with the DeepSORT algorithm," in *ICPRAM 2020 - Proceedings of the 9th International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods*, SciTePress, 2020, pp. 593–599. doi: 10.5220/0009177605930599.
- [4] M. Ivasic-Kos, K. Host, and M. Pobar, "Application of Deep Learning Methods for Detection and Tracking of Players," in *Artificial Neural Networks and Deep Learning - Applications and Perspective [Working Title]*, IntechOpen, 2021. doi: 10.5772/intechopen.96308.
- [5] K. Host, M. Pobar, and M. Ivasic-Kos, "Analysis of Movement and Activities of Handball Players Using Deep Neural Networks," *Journal of Imaging* 2023, Vol. 9, Page 80, vol. 9, no. 4, p. 80, Apr. 2023, doi: 10.3390/JIMAGING9040080.
- [6] C. Szegedy, V. Vanhoucke, S. Ioffe, J. Shlens, and Z. Wojna, "Rethinking the Inception Architecture for Computer Vision," in *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, IEEE Computer Society, Dec. 2016, pp. 2818–2826. doi: 10.1109/CVPR.2016.308.



**Anna Maria Mihel**

Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Rijeka, Hrvatska  
amihel@riteh.hr

## **Primjena hibridnog CNN-LSTM modela u svrhu predviđanja simuliranog protoka priobalne rijeke**

Posljednjih 22 km rijeke Neretve na području Republike Hrvatske može se okarakterizirati kao područje priobalne rijeke [1], odnosno područje čija se dinamika razine vodostaja i protoka značajno mijenja pod utjecajem čimbenika poput podizanja razine mora kao posljedice sve izraženijih klimatskih promjena te također uzvodnih čimbenika poput utjecaja hidroelektrana, izgrađenih brana i nasipa, odnosno utjecaja ljudskog faktora. Uvid u dinamiku toka priobalne rijeke pružaju dva najvažnija hidrološka parametra, konkretno razina vodostaja i protok. Međutim, problem koji se javlja zbog utjecaja plime i oseke kod priobalnih rijeka je nelinearan odnos između navedena dva parametra što rezultira nemogućnošću uspostavljanja protočne krivulje, gdje je na temelju razine vodostaja moguće jednoznačno odrediti vrijednost protoka [2]. Nažalost, uređaji koji služe za procjenu protoka ne mogu se potpunosti smatrati pouzdanim, osobito u slučaju ekstremnih vremenskih uvjeta, a također i dostupnim s obzirom na cjenovni rang [3]. Zbog navedenih i brojnih drugih izazova, potrebno je primijeniti drugačiji pristup za procjenu protoka.

U hidrologiji najpoznatiji pristup za ovaj problem čine nestacionarni numerički modeli, gdje osim podataka o protoku i razini vodostaja, u obzir se uzimaju i ostali hidrološki parametri, a također i topologija rijeke, kao i njene fizičke karakteristike [3]. Ipak, unatoč tome što je ovakav pristup primjeren za rješavanje nelinearnih odnosa u dinamici toka priobalnih rijeka, brojna ograničenja značajno otežavaju korištenje ovakvih modela [2]. Stoga je predložen drugačiji smjer istraživanja kao zamjena i mogućnost poboljšanja nestacionarnih numeričkih modela, a to je korištenje metoda strojnog učenja [4]. Metode strojnog učenja, za razliku od numeričkih modela, ne zahtijevaju provođenje učestalih kalibracija parametara, kao i dostupnost svih prethodno navedenih podataka o rijeci (topološke i fizičke karakteristike). Pristup koji koristi metode strojnog učenja u slučaju priobalnih rijeka ograničen je na nekoliko dosad provedenih studija, sveukupno pet koliko smo pronašli u literaturi.

U ovom radu razmatrana je primjena metoda strojnog učenja na simuliranih podacima razine vodostaja četiri odabrane lokacije na rijeci Neretvi, od kojih samo jedna stanica sadrži podatke o vrijednostima protoka, za period od četiri godine, počevši od 2016. pa sve do 2019. godine. Simulacija navedenih podataka toka priobalnog dijela rijeke Neretve je izvršena koristeći *Hydrologic Engineering Center-River Analysis System (HEC-RAS 6.2)* programski alat za hidrauličko modeliranje čija je primarna svrha izrada jednodimenzionalnog nestacionarnog riječnog toka [5], gdje su parametri temperature i saliniteta pojednostavljeno smatrani jednolikim za potrebe ovog istraživanja. Osim vremenskih serija podataka, kao ulaz za modele korišteni su i spektrogrami gdje su simulirane vremenske serije pretvorene u vremensko-frekvencijsku reprezentaciju signala. Testirana su tri različita pristupa, prvi gdje su korištene samo vremenske serije, drugi gdje su korišteni spektrogrami vremenskih serija, te treći pristup gdje su vremenske serije i spektrogrami korišteni zajedno kao ulaz u modele.

Navedena tri skupa podataka korištena su kao ulaz za hibridni model konvolucijske neuronske mreže (engl. *Convolutional Neural Network*) i mreže s dugom kratkoročnom

memorijom (engl. *Long Short-Term Memory*) [6]. Razlog odabira navedenog hibridnog modela leži u njegovoj mogućnosti obrade multidimenzionalnih podataka, a također i sposobnosti izdvajanja prostornih ponavljajućih obrazaca putem spektrograma što se tiče konvolucijske neuronske mreže, te vremenskih ponavljajućih obrazaca ili trendova, što se tiče modela duge kratkoročne memorije. Hibridni model sačinjen je od sveukupno pet slojeva, dva konvolucijska, *max-pooling* sloja, sloja duge kratkoročne memorije, sloja isključenja te potpune povezanosti. Prije izrade modela, izvršeno je nekoliko koraka vezano za predprocesiranje vremenskih serija podataka, što je uključivalo podjelu podataka, normalizaciju i primjenu metode pomičnog prozora, gdje je izabran period od prethodnih 24 sata (podataka o razini vodostaja i protoka) za kratkoročno prognožiranje protoka do 12 sati unaprijed. Osim vremenskih serija korišteni su i spektrogrami, kreirani koristeći Fourierovu transformaciju na kratkim vremenskim intervalima uz Hammingov prozor, koji uz vremensku domenu sadrže i frekvencijske karakteristike svake korištene ulazne varijable modela za definiranu veličinu pomičnog prozora. Optimizacija hiperparametara hibridnog modela provedena uz pomoć metode peterostruke unakrsne validacije.

Performanse modela na tri različita scenarija ulaznih podataka su ocijenjene uz pomoć tri evaluacijske metrike: korijena srednje kvadratne pogreške, srednja apsolutna postotna pogreške i Nash-Sutcliffe koeficijenta efikasnosti, kao i korištenjem dijagnostičkog grafa usporedbe predviđenih naspram stvarnih vrijednosti. Na temelju evaluacijskih metrika za predviđanje jednog sata unaprijed, najbolje rezultate su pružili modeli s ulazima redom, spektrogram, kombinacija spektrograma i vremenske serije, pri čemu najlošije rezultate je dao pristup vremenske serije podataka. Za predviđanje do 12 sati unaprijed isti rezultati su opaženi, međutim, značajno se smanjila razlika između vrijednosti evaluacijskih metrika u odnosu na predviđanje jednog sata unaprijed te su rezultati, očekivano, lošiji. Dijagnostički graf usporedbe predviđenih naspram stvarnih vrijednosti potvrdio je isto što je utvrđeno evaluacijskim metrikama, tako što se, primjerice, za jedan sat vrijednosti nalaze usko raspršene oko najbolje linije, dok za 12 sati ta razlika se značajno povećala. Zaključno, korištenje spektrograma i kombinacije spektrograma i vremenske serije podataka pokazalo se učinkovitijim pristupima za poboljšanje rezultata modela prilikom procjene protoka priobalne rijeke, u odnosu na korištenje samo vremenske serije podataka.

***Ključne riječi – priobalna rijeka, protok, strojno učenje, vremenska serija, spektrogram***

## **Literatura**

- [1] N. Krvavica, H. Gotovac, G. Lončar, "Salt-wedge dynamics in microtidal Neretva River estuary," *Regional Studies in Marine Science*, vol. 43, pp. 101713, March 2021. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101713>
- [2] N. Krvavica, G. Lončar, D. Oskoruš, I. Ružić, "A contribution to improving the system of transitional waters' hydrological measuramenets: Hydraulic and spectral analyses of the Neretva River flow rate," *Hrvatske vode*, vol. 29, pp. 255-274, 2021. <https://hrcak.srce.hr/274289>
- [3] M. Zounemat-Kermani, E. Matta, A. Cominola, X. Xia, Q. Zhang, Q. Liang, i R. Hinkelmann, "Neurocomputing in surface water hydrology and hydraulics: A review of two decades retrospective, current status and future prospects," *Journal of Hydrology*, vol. 588, pp. 125085, September 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125085>

- [4] H. Hidayat, A.J.F. Hoitink, M.G. Sassi, i P.J.J.F. Torfs, "Prediction of Discharge in a Tidal River Using Artificial Neural Networks," *Journal of Hydrologic Engineering*, svez. 19, p. 04014006, August 2014. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000970](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000970)
- [5] M. K. Zainalfikry, A. Ab Ghani, N. A. Zakaria, N.W.Chan, "HEC-RAS One-Dimensional hydrodynamic modelling for recent major flood events in pahang river," *AWAM International Conference on Civil Engineering*. Cham: Springer International Publishing, November 2019. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-32816-0\\_83](https://doi.org/10.1007/978-3-030-32816-0_83)
- [6] A. M. Mihel, K. Lenac, N. Krvavica, J. Lerga, "Discharge Forecasting in Coastal Rivers Using CNN-LSTM Hybrid Approach" *2023 International Symposium ELMAR*, IEEE, 2023. <https://doi.org/10.1109/ELMAR59410.2023.10253933>

**Goran Paulin**

Sveučilište u Rijeci, Fakultet informatike i digitalnih tehnologija, Rijeka, Hrvatska  
Kreativni odjel d.o.o., Rijeka, Hrvatska  
gp@kreativni.hr

## **DCC+SD metoda za generiranje sintsetova namijenjenih treniranju modela za detekciju osoba i objekata na vodi**

U slučaju prirodne katastrofe ili nestanka osobe u prirodi, provode se akcije traganja i spašavanja (eng. *Search and Rescue*, SAR) s ciljem što bržeg dolaska do unesrećene osobe i njezinog zbrinjavanja. Brzina pronalaska osobe je ključna jer se s protokom vremena šanse za preživljavanje smanjuju, a povećavaju se opasnosti po život, ali i područje pretrage koje zahtjeva sve veći angažman ljudskih posada. Zato se razvijaju automatizirani sustavi nadzora, bazirani na korištenju dronova i umjetnoj inteligenciji, poput SAR-DAG [1].

Iako se većina SAR misija provodi na kopnu (u Hrvatskoj čak 97%, prema podacima HGSS-a za 2022. godinu [2]), broj unesrećenih na moru nije zanemariv. U periodu između 2015. i 2022. godine, samo na mediteranskim i zapadnoafričkim rutama spašene su iz mora 586.562 osobe. Na žalost, 23.933 (4%) ih je poginulo [3].

Prilagodba postojećih automatiziranih sustava nadzora traganju na vodi suočava se s dva primarna problema: manjak odgovarajućih skupova podataka za treniranje modela za automatsku detekciju osoba i objekata na vodi, te specifične optičke karakteristike vodenih površina (transparentija, refleksija, refrakcija) koje otežavaju rad postojećim modelima detekcije [4].

Dok je simulirane podatke osoba unesrećenih na kopnu relativno jednostavno i sigurno za prikupiti (zahtijevaju pozicioniranje simulirano unesrećenih osoba u različite biome, njihovo fotografiranje i potom manualno anotiranje takvih fotografija), voda, pogotovo otvoreno more s visokim valovima, u različitim vremenskim uvjetima i tijekom različitih doba dana, predstavlja ozbiljan sigurnosni rizik prilikom izrade namjenskih skupova podataka za treniranje neuronskih mreža.

Sintetički podaci mogu riješiti ovaj problem, ali preduvjet tome je eliminiranje jaza domene [5] realizmom koji postavlja visoke tehničke izazove prilikom generiranja takvih podataka [6]. Prema [7], za ispoštovati zahtjeve realizama nameću se dvije opcije: korištenje alata za generiranje digitalnog sadržaja (eng. *Digital Content Creation*, DCC) i generativne suparničke mreže (eng. *Generative Adversarial Network*, GAN). Prednost DCC alata je upravljivost rezultatom (sintsetom, u smislu generiranja parova slika i anotacija) i stupnjem realizma, a nedostatak je velika količina potrebnog vremena operatera za generiranje željenih scena, ali i računalnih resursa potrebnih za njihovo sjenčanje. GAN-ovi imaju suprotan problem: brzi su, ali teško upravljivi.

Kako bismo pomirili prednosti ova dva koncepta za potrebe generiranja sintseta namijenjenog treniranju modela za detekciju osoba i objekata na vodi, razvili smo višefaznu DCC+SD metodu u kojoj se DCC alat koristi za automatizirano proceduralno generiranje 3D scena i finalnih anotacija, a umjesto GAN-a koristimo *Stable Diffusion* (SD), model latentne difuzije [8], za brzo i realistično generiranje finalnih slika. Pritom SD ne koristimo kao "sirovi" tekst-u-sliku (eng. *text-to-image*) model već upravljamo pozicijom željenih elemenata na slici do nivoa piksela, koristeći dubinske mape (eng. *depth maps*) generirane u DCC aplikaciji u realnom vremenu. Takav postupak omogućava nam

savršeno točne anotacije, što je jedna od ključnih prednosti primjene sintsetova za treniranje modela detekcije.

S obzirom da učinkovitost primjene ove metode ovisi o sposobnosti operatera da proceduralno "opiše" raspon varijacija željenih 3D scena, u sklopu istraživanja proveli smo eksperiment tijekom kojega smo 16 sudionika osposobili za generiranje dostatno detaljne 3D geometrije koja služi kao input metodi. Sudionicima je ovo bio prvi susret s proceduralnim generiranjem 3D geometrije, a potrebno znanje usvojili su za prosječno 20 sati.

DCC+SD metodu, nakon istraživanja učinkovitosti tako generiranih sintsetova u stvarnim uvjetima, planiramo koristiti za unaprijediti SAR-DAG sustav modulom za traganje na vodi.

***Ključne riječi – traganje i spašavanje, detekcija osoba i objekata na vodi, sintetički podaci, Stable Diffusion***

## Literatura

- [1] G. Paulin, S. Sambolek, i M. Ivasic-Kos, „Application of raycast method for person geolocalization and distance determination using UAV images in Real-World land search and rescue scenarios“, *Expert Syst Appl*, sv. 237, str. 121495, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121495>.
- [2] Komisija za informiranje i analitiku, „HGSS – presjek i statistika akcija“. Pristupljeno: 09. listopad 2023. [Na internetu]. Dostupno na: <https://www.hgss.hr/hgss-presjek-i-statistika-akcija/>
- [3] A. Orav, „Search and rescue efforts for Mediterranean migrants“, lis. 2022. Pristupljeno: 09. listopad 2023. [Na internetu]. Dostupno na: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733712/EPRS\\_BRI\(2022\)733712\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733712/EPRS_BRI(2022)733712_EN.pdf)
- [4] S. Xu, H. Tang, J. Li, L. Wang, X. Zhang, i H. Gao, „A YOLOV4 Algorithm of Water-Crossing Object Detection“, *Applied Sciences*, sv. 13, izd. 15, 2023, doi: 10.3390/app13158890.
- [5] J. Tremblay i ostali, „Training deep networks with synthetic data: Bridging the reality gap by domain randomization“, *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*, sv. 2018-June, str. 1082–1090, 2018, doi: 10.1109/CVPRW.2018.00143.
- [6] A. Tsirikoglou, J. Kronander, M. Wrenninge, i J. Unger, „Procedural Modeling and Physically Based Rendering for Synthetic Data Generation in Automotive Applications“, 2017, doi: 10.48550/arXiv.1710.06270.
- [7] G. Paulin i M. Ivasic-Kos, „Review and analysis of synthetic dataset generation methods and techniques for application in computer vision“, *Artif Intell Rev*, sv. 56, izd. 9, str. 9221–9265, ruj. 2023, doi: 10.1007/s10462-022-10358-3.
- [8] R. Rombach, A. Blattmann, D. Lorenz, P. Esser, i B. Ommer, „High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models“, u *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2022. [Na internetu]. Dostupno na: <https://github.com/CompVis/latent-diffusionhttps://arxiv.org/abs/2112.10752>

**Milan Petrović**

University of Rijeka, Faculty of Informatics and Digital Technologies, Rijeka, Croatia  
*milan.petrovic@inf.uniri.hr*

## **Data Processing Pipeline for Measuring Social Activity of *Drosophila melanogaster* Using Complex Networks**

The main goal of this research was to develop a robust and comprehensive methodology for the analysis of social interactions at individual, middle, and group levels within *D. melanogaster* explained in [1]. This analytical approach includes both static and temporal aspects of network analysis, and provides an understanding of how social interactions evolve and change over time. In addition, the methodology should be used across different strains and treatments of *D. melanogaster* to identify variations in social activity. This approach has previously proven useful in detecting of changes that occur due to changes in genes [2] and the influence of the environment, i.e. isolation [3]. Although the method proved to be useful in previous examples, it needs to be improved in order to achieve a more detailed insight into the social phenomena occurring among *D. melanogaster*.

A wide range of methods and techniques were used to achieve the research objectives. The study utilized a static and temporal network analysis to examine social interactions over time, allowing a more comprehensive understanding of social dynamics and global structure over time.

Data collection in this research involved the observation of social interactions between fruit flies placed in a circular arena. Video recordings were made of the activities of these flies. Each video is further processed where each individual trajectory was determined with [4]. A crucial step in data collection process included manual verification to ensure the accuracy of individual fly identities. This verification process was important to ensure that flies did not mix up their identities.

A data processing pipeline was implemented to gather and process data from *D. melanogaster* movement trajectories. The data pipeline included several steps that consist data transformation and analysis. The trajectory data of the flies were transformed. During this transformation, distances and facing angles between all flies within the arena were calculated. Based on the calculated facing angles, Euclidean distances, and the interaction time calculated with algorithm from [5], it is determined whether two flies had engaged in social interaction, and the size of *D. melanogaster* group in the arena is calculated by [6]. This stage played a major role in identifying and characterizing social interactions among the fruit flies.

Directed social interaction networks were created using the interaction data. These networks provided a structured representation of the social relationships among the flies and indicated who interacted with whom. One aspect of this research is the temporal analysis of the social interaction networks. Since the start and end times of each interaction were known temporal analysis could be performed. Snapshots of the networks were taken at different time points, providing insights into the evolving social dynamics of fruit flies over time.

This research is in the broader context of the study of *D. melanogaster* as a model organism for behaviors related to addiction, including alcohol, nicotine, and cocaine [7]. While understanding addiction-related behaviors in isolated individuals has advanced, the study of social interactions within larger groups of these flies has been limited. This study

addresses this gap by providing insights into the group-level behavior of *D. melanogaster*, thereby contributing novel methodologies and findings to the field of addiction research.

The research provides preliminary results, published in [8], including the observation that flies treated with cocaine displayed increased social activity. This discovery suggests a possible link between cocaine treatment and altered social behavior in *D. melanogaster*.

**Keywords – *Drosophila melanogaster*, Social interaction networks, Data processing pipeline, Behavioral dynamics, Temporal network analysis**

## References

- [1] J. A. Jezovit, N. Alwash, and J. D. Levine, “Using Flies to Understand Social Networks,” *Front. Neural Circuits*, vol. 15, p. 755093, Dec. 2021, doi: 10.3389/fncir.2021.755093.
- [2] N. Alwash, “The role of the foraging gene (*for*) on Social Interaction Networks of *Drosophila melanogaster*”.
- [3] G. Liu et al., “A simple computer vision pipeline reveals the effects of isolation on social interaction dynamics in *Drosophila*,” *PLOS Comput. Biol.*, vol. 14, no. 8, p. e1006410, Aug. 2018, doi: 10.1371/journal.pcbi.1006410.
- [4] E. Eyjolfssdottir et al., “Detecting Social Actions of Fruit Flies,” in *Computer Vision – ECCV 2014*, vol. 8690, D. Fleet, T. Pajdla, B. Schiele, and T. Tuytelaars, Eds., in *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 8690. , Cham: Springer International Publishing, 2014, pp. 772–787. doi: 10.1007/978-3-319-10605-2\_50.
- [5] J. Schneider and J. D. Levine, “Automated identification of social interaction criteria in *Drosophila melanogaster*,” *Biol. Lett.*, vol. 10, no. 10, p. 20140749, Oct. 2014, doi: 10.1098/rsbl.2014.0749.
- [6] R. Rooke, A. Rasool, J. Schneider, and J. D. Levine, “*Drosophila melanogaster* behaviour changes in different social environments based on group size and density,” *Commun. Biol.*, vol. 3, no. 1, Art. no. 1, Jun. 2020, doi: 10.1038/s42003-020-1024-z.
- [7] F. Rigo, A. Filošević, M. Petrović, K. Jović, and R. Andretić Waldowski, “Locomotor sensitization modulates voluntary self-administration of methamphetamine in *Drosophila melanogaster*,” *Addict. Biol.*, vol. 26, no. 3, p. e12963, 2021.
- [8] M. Petrović, A. Meštrović, R. Andretić Waldowski, and A. Filošević Vujnović, “A network-based analysis detects cocaine-induced changes in social interactions in *Drosophila melanogaster*,” *PLOS ONE*, vol. 18, no. 3, p. e0275795, Mar. 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0275795.

**Andrija Poleksić**

Sveučilište u Rijeci, Fakultet informatike i digitalnih tehnologija, Rijeka, Hrvatska  
andrija.poleksic@uniri.hr

## Ekstrakcija relacija za automatsku konstrukciju graf znanja

Kao rezultat tehnološkog napretka (softvera i hardvera), količina podataka koja protječe, te je prisutna na računalima poprima količine koje je nemoguće obraditi. Podaci velikog obujma kriju potencijalno korisne informacije koje je potrebno locirati i izlučiti. Područje unutar obrade prirodnog jezika (eng. natural language processing) koje za cilj ima automatsko prepoznavanje i ekstrahiranje informacija iz tekstova naziva se izlučivanje informacija (eng. information extraction). Izlučivanje informacija kao područje ima svoje specifične zadatke (korake) koji omogućuju automatsku obradu, kao što su prepoznavanje imenovanih entiteta (eng. named entity recognition), razrješavanje koreference (eng. coreference resolution) te ekstrakcija relacija (eng. relation extraction). Ekstrakcija relacija za cilj ima automatsko prepoznavanje relacija između dva ili više entiteta na razini rečenice, više rečenica ili dokumenta. Pritom entitet označava ne samo biće, već i ono što postoji u stvarnosti ili u svijesti; predmet promatran kao pojava s materijalnim jedinstvom kojemu se objektivno postojanje temelji samo na odnosima [1].

Ekstrakcija relacija omogućuje prepoznavanje tripleta oblika (entitet, relacija, entitet) na danom tekstu, ovaj zapis moguće je obogatiti dodatnim atributima te reprezentirati/pohraniti u obliku grafa znanja. Strukture nalik grafu moguće je dodatno analizirati različitim tehnikama, kao što su mjere centralnosti te detekcija zajednica [2]. Grafovi znanja, kao semantički bogat zapis također omogućuju primjenu logike i ograničenja koji osiguravaju činjeničnu točnost pohranjenog znanja. Daljnjom analizom grafa znanja moguće je otkriti nove činjenice primjenom tehnike predviđanja poveznica (eng. link prediction).

Ideja znanstvenog istraživanja na temu ekstrakcije relacija za automatsku konstrukciju grafa znanja u ovom kontekstu provodi se za specifičnu znanstvenu domenu istraživanja klimatskih promjena (eng. climate research). Istraživanje u navedenom području moguće je potpomognuti grafom znanja kao centralnom bazom kojom bi se smanjilo vrijeme potrebno za pronalazak ključnih informacija. Za realizaciju grafa znanja prethodno je potrebno prikupiti javno dostupne radove, knjige i časopise kao izvore informacija (znanja) te pripremiti skup podataka. U nastavku je nužno odrediti specifične domenske relacije na kojima će se graf znanja graditi te prema istima prilagoditi model za izlučivanje relacija iz teksta. Najsuvremeniji modeli za izlučivanje relacija oslanjaju se na mehanizme pažnje (eng. attention mechanism) te su realizirani u obliku jezičnih modela temeljenih na enkoder-dekoder, enkoder ili dekoder arhitekturi izvedenih prema radu „Attention is all you need”, A. Vaswani et al. [3]. U istraživačkom radu [4] prikazana je primjena dva modela, BERT [5] te SciBERT [6] modela temeljenih na identičnoj arhitekturi. Rezultati istraživanja pokazuju važnost korpusa na kojima se vrši predtreniranje (eng. pretraining) modela, odnosno, bolje performanse na zadatku izlučivanja relacija iz znanstvene domene uočene su upravo kod modela predtreniranog na korpusu iz znanstvene domene, SciBERT modelu. S dobivenim rezultatima sužen je izbor za daljnju provedbu istraživanja.

Modeli za izlučivanje relacija najčešće podrazumijevaju označene entitete unutar danog teksta. U nastavku je dakle odabrani model potrebno prilagoditi za prepoznavanje (imenovanih) entiteta (eng. named entity recognition) te tako upotpuniti postupak izlučivanja relacija. Navedenim korakom se ostvaruje automatizirano izlučivanje relacija iz neobrađenog teksta. Na temelju rezultata (tripleta) izlučivanja relacija na cjelokupnom



korpusu (istraživački radovi, knjige te znanstveni časopisi) je u nastavku planirana izgradnja grafa znanja.

**Keywords – grafovi znanja, izlučivanje relacija, prepoznavanje imenovanih entiteta**

## Literatura

- [1] Babić, K., Martinčić-Ipšić, S., & Meštrović, A. (2020a). Survey of neural text representation models. *Information*, 11(11), 511.
- [2] Agirre, E., Alfonseca, E., Hall, K., Kravalova, J., Pasca, M., & Soroa, A. (2009). A study on similarity and relatedness using distributional and wordnet-based approaches.
- [3] Asaadi, S., Mohammad, S., & Kiritchenko, S. (2019, June). Big BiRD: A large, fine-grained, bigram relatedness dataset for examining semantic composition. In *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long and Short Papers)* (pp. 505-516).
- [4] Wahle, J. P., Ruas, T., Foltýnek, T., Meuschke, N., & Gipp, B. (2022, February). Identifying machine-paraphrased plagiarism. In *International Conference on Information* (pp. 393-413). Springer, Cham.
- [5] Bojanowski, P., Grave, E., Joulin, A., & Mikolov, T. (2017). Enriching word vectors with subword information. *Transactions of the association for computational linguistics*, 5, 135-146.

**Saša Sambolek**

Sveučilište u Rijeci, Fakultet informatike i digitalnih tehnologija, Rijeka, Hrvatska  
sasa.sambolek@gmail.com

## **Detekcija i geolokalizacija osoba u akcijama traganja i spašavanja na neurbanom području**

U slučaju potrage za nestalom osobom, od velike je važnosti pronaći osobu u što kraćem vremenu, jer se time povećava vjerojatnost preživljavanja. Posljednjih godina u akcije traganja i spašavanja uz postojeće resurse kao što su psi tragači, ljudstvo, helikopteri uključene su i bespilotne letjelice (dronovi). Tijekom leta drona, operater mora istovremeno upravljati letjelicom i tragati za nestalom osobom, koja je zbog udaljenosti u pravilu malih dimenzija, vrlo često u ležećem ili čučućem položaju, na nepristupačnom terenu, zaklonjena vegetacijom, što dodatno otežava otkrivanje nestalih osoba. Kopnene snage mogu dobro provjeriti teren, ali napreduju vrlo sporo i imaju malo vidno polje, pogotovo u slučaju guste vegetacije, pa je neophodna pomoć drugih resursa. Idealan sustav potrage i spašavanja bio bi onaj koji bi uključivao letjelice koje bi mogle samostalno letjeti i detektirati objekte od interesa u realnom vremenu, a zatim alarmirati kopnene timove i proslijediti im geolokaciju i sliku detektirane osobe. Leteći na većim visinama skenira se veće područje pretraživanja, ali se smanjuje broj piksela koje osoba zauzima na slici/zaslону. Iz tog razloga moguće je da tražena osoba neće biti detektirana tijekom leta drona od strane udaljenog pilota i programske podrške za detekciju osobe u stvarnom vremenu. Zato je uputno naknadno ponoviti pretragu/detekciju osoba na snimljenom materijalu, offline, uz pomoć algoritma za detekciju osoba koji može koristiti računalo veće snage, jer mu je cilj preciznost otkrivanja, a ne brzina izvršenja. Snimke dronom danas analiziraju videoanalitičari. Ispostavilo se da je analitičaru trebalo oko 25 sekundi da detektira žrtvu na snimci dronom, fokusirajući se na mali dio slike koji je, prema dosadašnjim iskustvima, najvjerojatnije osoba za kojom se traga [1]. Za taj zadatak potrebna je visoka koncentracija, a pomoć automatiziranog detektora može biti od velike koristi.

Svrha ovog istraživanja je razviti sustav temeljen da dubokim neuronskim mrežama za detekciju osoba na neurbanim područjima koji bi pomogao u akcijama traganja i spašavanja. Ukoliko je osoba detektirana u offline načinu rada, dodatno se iz meta podataka slike određuje geolokacija osobe.

YOLOv8 [2] algoritam korišten je za obuku modela korištenjem skupa podataka SARD [3], koji se sastoji od RGB slika nestalih ili ozlijeđenih osoba. Eksperimentalni rezultati pokazuju da modeli algoritama YOLOv8 pokazuju različite prednosti u različitim veličinama modela. Konkretno, model YOLOv8x postigao je najveću srednju prosječnu preciznost (mAP@0,5:0,95) od 64,2%, dok je model YOLOv8n postigao vrijeme zaključivanja od 5,8 ms po slici. Osim otkrivanja, procijenjena je i točnost tri algoritma [4] u stvarnim uvjetima za geolokalizaciju tijekom operacija potrage i spašavanja. Za slučaj kada je nestala osoba otkrivena na više slika i miruje, algoritam mjerenja presjeka za određivanje geolokacije daje najbolji rezultat sa srednjom pogreškom od 5 metara. U slučaju da se nestala osoba giba, sustav određuje smjer i brzinu kretanja te predlaže novo potražno područje voditelju potrage.

U konačnici cilj je korištenjem umjetne inteligencije u akcijama traganja i spašavanja ubrzati vrijeme pronalaska nestalih osoba i time povećati šanse za spašavanje ljudskih života.

***Ključne riječi – traganje i spašavanje, detekcija i geolokalizacija osoba na neurbanom području***

**Literatura**

- [1] K. Yun et al., “Small target detection for search and rescue operations using distributed deep learning and synthetic data generation,” 2019, doi: 10.1117/12.2520250.
- [2] “YOLOv8 GitHub - ultralytics/ultralytics: NEW - YOLOv8 in PyTorch > ONNX > OpenVINO > CoreML > TFLite.” <https://github.com/ultralytics/ultralytics> (Online Sep. 15, 2023).
- [3] S. Sambolek and M. Ivasic-Kos, “Automatic person detection in search and rescue operations using deep CNN detectors,” IEEE Access, vol. 9, pp. 37905–37922, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3063681.
- [4] Y. Cai, Y. Zhou, H. Zhang, Y. Xia, P. Qiao, and J. Zhao, “Review of Target Geo-Location Algorithms for Aerial Remote Sensing Cameras without Control Points,” Applied Sciences (Switzerland), vol. 12, no. 24. 2022, doi: 10.3390/app122412689.

**Arian Skoki**

University of Rijeka, Faculty of Engineering, Rijeka, Croatia  
askoki@riteh.hr

## **Injury prediction in Soccer: Will it ever happen?**

In the extended summary, the intensity of a soccer game is influenced by various factors, including the quality of the opposition, game status, and playing positions. Analyzing player performance and physical demands during specific parts of the game becomes essential to gain deeper insights into how these factors impact the players' efforts. Previous studies have focused on wearable-derived metrics but lacked a detailed analysis of more granular changes in physical demands [1–3, 5, 6].

Clustering, as a powerful technique, allows us to group similar game situations together and analyze workload intensity on a minute-by-minute basis. Unlike using fixed thresholds, clustering provides a contextually relevant view of player efforts, enabling a more accurate understanding of player dynamics during different phases of the game. By overcoming the challenges of varying GPS provider thresholds and considering the dynamic nature of soccer matches, this approach paves the way for optimized player performance, better team planning, and ultimately, an enhanced gaming experience.

While using threshold-based analysis provides an overall image of player performance, it falls short in capturing the nuanced variations in intensity that occur throughout a game. Clustering, on the other hand, offers a more refined perspective, shedding light on how players adapt to changing game contexts and demands. It allows coaches and analysts to identify critical moments and tailor their strategies accordingly. Furthermore, by examining player efforts within specific game situations, teams can make informed decisions about player substitutions, training regimens, and tactical adjustments. Clustering specific parts of the game offers valuable insights that go beyond simple averages, providing a deeper understanding of the complex interactions between players, opponents, and the game environment.

To overcome these limitations, this study proposes an energy expenditure approach to evaluate workload intensity in real-time and examine individual player efforts within the game context. By tracking energy expenditure on a minute-by-minute basis, new framework is created which provides valuable insights into game demands, player substitution strategies, and fitness evaluation throughout the season [4]. This comprehensive model offers a more holistic understanding of player performance and physical demands in soccer.

Prior to each game, players would wear the GPexe pro2 device, which was embedded in a wearable vest. The device allowed for extracting various metrics in a 5-minute sampling window (GM-5MIN) as well as metabolic power events (MPEs) throughout a session. To ensure consistent results and minimize discrepancies arising from different thresholds, only energy-based metrics and total distance (TD) were utilized for the analysis. This included total time played (min), distance covered (m), average metabolic power (W/kg), energy expenditure (J/kg), anaerobic energy (J/kg), MPE count, MPE average recovery time (s), MPE average recovery power (W/kg), walk distance (m), running distance (m), walk energy (J/kg), and running energy (J/kg).

Firstly, dimensionality reduction through principal component analysis (PCA) is applied, followed by min-max normalization. Given that this was a novel approach and the labels were not known in advance, an unsupervised clustering algorithm, specifically K-means,

was utilized. The primary objective was to determine the number of intensity zones present within the dataset. The optimal number of clusters was determined using the elbow method on within-cluster sum of squares (WCSS) values. Ultimately, K-means categorizes the data points into three distinct intensity zones: low, middle, and high intensity. After a training session or a match, K-means can be individually applied to each player's data. Through visual representations, such as Figure 1, we gain valuable insights into the distribution and dynamics of intensity zones throughout the game. These visualizations provide a comprehensive overview of the temporal patterns of intensity, enabling coaches, trainers, and performance analysts to make data-driven decisions to enhance player fitness and game strategies.

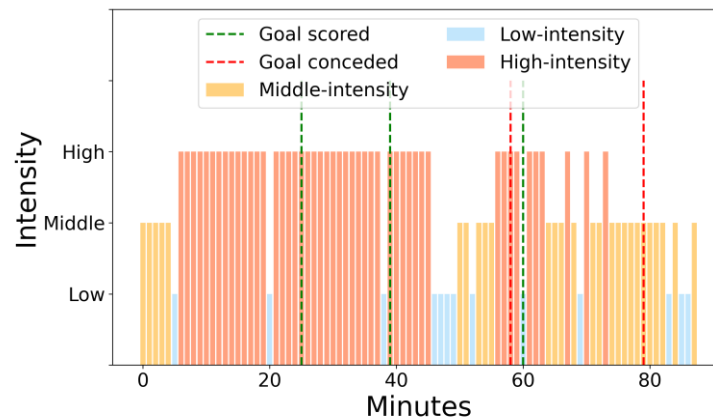


Figure 1: Intensity clusters across a 90-minute period with the score-change timestamps for a single player in a particular game. High intensity is represented with brown–red, middle with yellow–orange, and low intensity with blue. Vertical discontinued red lines are goals conceded, and green ones are goals scored.

This study presents a comprehensive analytical approach for analyzing game intensity in soccer. By examining player performance on a minute-by-minute basis, it provides valuable insights into the unique nature of each game and the effects of fatigue. The framework allows for detailed inspection of intensity zones and opens avenues for further analysis of game context. The findings contribute to a better understanding of energy expenditure and can inform personalized training strategies and game tactics.

**Keywords – *game intensity, clustering, machine learning, fatigue, fitness tracking***

## References

- [1] J. Trewin, C. Meylan, M. C. Varley, and J. Cronin, ‘The influence of situational and environmental factors on match-running in soccer: a systematic review’, *Science and Medicine in Football*, vol. 1, no. 2, pp. 183–194, 2017, doi: 10.1080/24733938.2017.1329589.
- [2] J. García-Unanue et al., ‘Influence of contextual variables and the pressure to keep category on physical match performance in soccer players’, *PLOS ONE*, vol. 13, no. 9, p. e0204256, 2018, doi: 10.1371/journal.pone.0204256.
- [3] A. J. Redwood-Brown, P. G. O’Donoghue, A. M. Nevill, C. Seward, N. Dyer, and C. Sunderland, ‘Effects of situational variables on the physical activity profiles of elite soccer players in different score line states’, *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, vol. 28, no. 12, pp. 2515–2526, 2018, doi: 10.1111/sms.13271.
- [4] R. Aquino et al., ‘Influence of Situational Variables, Team Formation, and Playing Position on Match Running Performance and Social Network Analysis in Brazilian Professional Soccer

- Players', *The Journal of Strength & Conditioning Research*, vol. 34, no. 3, pp. 808–817, 2020, doi: 10.1519/JSC.0000000000002725.
- [5] J. E. Teixeira et al., 'Effects of Match Location, Quality of Opposition and Match Outcome on Match Running Performance in a Portuguese Professional Football Team', *Entropy*, vol. 23, no. 8, p. 973, 2021, doi: 10.3390/e23080973.
- [6] A. Skoki, A. Rossi, P. Cintia, L. Pappalardo, and I. Štajduhar, 'Extended Energy-Expenditure Model in Soccer: Evaluating Player Performance in the Context of the Game', *Sensors*, vol. 22, no. 24, 2022, doi: 10.3390/s22249842.

**Ivan Tudor**

Sveučilište u Rijeci, Fakultet informatike i digitalnih tehnologija, Rijeka, Hrvatska  
ivan.tudor@uniri.hr

## **Primjena persona kod računalom potpomognutog učenja – pregled dosadašnjih istraživanja**

U suvremenom obrazovanju, pristup učenju više nije ograničen na jednake metode učenja za sve učenike nego se prilagođava njihovim specifičnim potrebama i sposobnostima [1]. Kako bi se uspješno prilagodilo procese učenja i poučavanja novim generacijama, potrebno je koristiti inovativne pristupe i tehnologije. U tom kontekstu, koncept "persone" ima važnu ulogu. Iako se primarno koriste kod UX (*user experience*) dizajna [2], persone sve češće susrećemo u području obrazovanja gdje predstavljaju duboko razumijevanje identiteta svakog učenika, uključujući karakteristike, preferencije i potrebe. Dok persone u obrazovanju čine apstraktne okvire primijenjene na skupinu učenika kako bi se personaliziralo i optimiziralo obrazovno iskustvo, modeli korisnika (učenika, studenata) usredotočuju se na pojedinačne učenike [3].

Persone predstavljaju vrijedan alat za instruktorske dizajnere kod računalom potpomognutog obrazovanja za približavanje ciljnim skupinama, te time potiču empatiju među potencijalnim korisnicima [4]. Također je važno za napomenuti da bi se persone trebale upotrebljavati isključivo unutar specifičnog konteksta za koje su stvorene [5]. Osim u obrazovanju (na različitim razinama obrazovanja od osnovnih i srednjih škola do sveučilišta te programa cjeloživotnog učenja) mogu se koristiti u različitim područjima kao što je zdravstvo, marketing, videoigrama i sl. [6]. U ovisnosti o području, za razvoj persone se koriste različiti podatci. Tako na primjer, persona za područje tehnologijom potpomognutog učenja može uključivati preferirani stil učenja, razinu znanja, kompetencija ili obrazovanja, ciljeve, te probleme i izazove s kojima se mogu susresti.

Prema Cooperu i Reimannu [7] persone služe kao kompilacija stvarnih reprezentativnih informacija koje mogu uključivati i fiktivne detalje s ciljem preciznijeg opisa likova. Sastavljanje persona se može raditi iz kombinacije stvarnih, imaginarnih, demografskih i biografskih karakteristika osobnosti koja se modelira. Personama se mogu dodijeliti imena slična stvarnim osobama, te ih se može vizualno predstaviti putem slika ili fotografija zbog autentičnosti. Cooper je prvotno nazivao persone stereotipima, ali kasnije dolazi do zaključka da stereotipi često proizlaze iz unaprijed oblikovanih mišljenja i predstavljaju prenaplašene, standardizirane slike ili ideje. Da bi se bolje uskladio s konceptom, danas je prikladniji izraz koji se koristi "arhetip", što označava tipičan, idealan ili klasičan primjer nečega što služi kao model ili uzorak za druge entitete iste vrste.

U ovom radu daje se pregled postojećih istraživanja o korištenju persona u području računalom potpomognutog učenja. Željelo se istražiti koliko je prisutan pojam persona u ovom području i koliki utjecaj ima na poboljšanje rezultata učenja kod učenika (studenata). Istraživanjem se utvrdilo da postoji veliki potencijal primjene persona kako bi se podržalo učenje. U postojećim istraživanjima su izrađene persone koje su omogućile pozitivne utjecaje na učenje. Tako su Baaki i suradnici [8] opisali interaktivne procese stvaranja autentičnih persona odraslih učenika, koristeći različite izvore i vrste podataka kako bi potaknuli empatiju i pomogli dizajnerima obrazovnih sadržaja stvoriti masovni online tečaj za njih. U tečaju iz područja računalnih znanosti su Lilley i suradnici [9] stvorili pet persona na temelju intervjua fokusiranih na motivaciju, izazove, preferencije i očekivanja studenata u vezi s online učenjem. Te su persone smatrane korisnima pri odabiru pedagoških

strategija i tehnoloških alata za učenje na daljinu. Persone se također mogu primijeniti kod implementacije virtualnih likova [10] i *chat-botova* [11] u procese učenja i poučavanja. U interakciji s *chat-botom* studenti mogu uz pravilne upite brzo doći do odgovora i objašnjenja vezanih uz sadržaj za učenje ili proces učenja. Pritom se odgovori, preporuke i povratne informacije *chat-bota* mogu prilagoditi personi studenta, čime se interakcija personalizira. Primjena virtualnih likova koji se temelje na personama omogućuje osmišljavanje zanimljivih aktivnosti za studente koje uključuju personaliziranu interakciju sa suvremenim i povijesnim ličnostima ili fiktivnim likovima u virtualnom okruženju. Pritom virtualni likovi mogu biti u ulozi nastavnika ili kolega te pozitivno utjecati na motivaciju i angažman studenata kao i na ostvarivanje ishoda učenja.

U okviru budućih istraživanja provest će se sustavni pregled literature o primjeni persona u obrazovanju, te postupcima za njihovu izradu. Dobiveni rezultati bit će iskorišteni za razvoj persona za korištenje kod računalom potpomognutog učenja matematike u visokom obrazovanju na studijima na kojima je matematika jedan od općih predmeta. Istraživanjem se želi pružiti podrška nastavnicima kako bi efikasnije integrirali inovativne pristupe i tehnologije u svoju nastavnu praksu.

**Keywords** – *persone u obrazovanju, personalizirani pristup učenju, računalom potpomognuto učenje*

## Literatura

- [1] OECD (2012), Equity and Quality in Education: Supporting Disadvantaged Students and Schools, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264130852-en>
- [2] Minichiello, A.; Hood, J.; Harkness, D. Bringing User Experience Design to Bear on STEM Education: A Narrative Literature Review. *J. STEM Educ. Res.* 2018, 1, 7–33.
- [3] P. Brusilovsky, A. Kobsa, and W. Nejdl (Eds.): *The Adaptive Web*, LNCS 4321, pp. 3 – 53, 2007. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007
- [4] Sundt, A.; Davis, E. User personas as a shared lens for library UX. *Weave* 2017, 1.
- [5] Lewis, C.; Contrino, J. Making the Invisible Visible: Personas and Mental Models of Distance Education Library Users. *J. Libr. Inf. Serv. Distance Learn.* 2016, 10, 15–29.
- [6] Joni Salminen, Kathleen W. Guan, Soon-Gyo Jung, and Bernard J. Jansen. 2022. Use Cases for Design Personas: A Systematic Review and New Frontiers. In *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '22)*, April 29–May 05, 2022, New Orleans, LA, USA. ACM, New York, NY, USA, 21 pages. <https://doi.org/10.1145/3491102.3517589>
- [7] Cooper, A. and Reimann, R. M. *About Face 2.0 The Essentials of Interaction Design*. John Wiley & Sons. 2nd edition, 2003.
- [8] John Baaki, Jennifer Maddrell, Eric Stauffer. Designing authentic personas for open education resources designers. *International Journal of Designs for Learning*. 2017. Volume 8, issue 2, pages 110-122.
- [9] Lilley, M., Pyper, A., & Attwood, S. (2012). Understanding the student experience through the use of personas. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*, 11(1), 4–13.
- [10] P. Pataranutaporn et al., “AI-generated characters for supporting personalized learning and well-being,” *Nat. Mach. Intell.*, vol. 3, no. 12, Art. no. 12, Dec. 2021, doi: 10.1038/s42256-021-00417-9
- [11] Y. Xu, V. Vigil, A. S. Bustamante, and M. Warschauer, “Elinor’s Talking to Me! Integrating Conversational AI into Children’s Narrative Science Programming,” in *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, in *CHI '22*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Apr. 2022, pp. 1–16. doi: 10.1145/3491102.3502050.



**Matea Turalija**

Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet u Rijeci, Rijeka, Hrvatska  
*matea.turalija@medri.uniri.hr*

## Proširenje brze višepolne metode za nekockaste simulacijske kutije

Računalne simulacije ključan su alat u istraživanju i predviđanju fenomena, omogućujući nam pristup informacijama koje su nezamislive prije nekoliko desetljeća. Fenomeni koji se mogu proučavati na ovaj način kreću se od najmanjih mjerila duljine, kao što je kvantna mehanika materije na nanoskali, do dinamike svemira na izvangalaktičkim udaljenostima. Slično tome, vremenske skale na kojima se promatrani fenomen odvija kreću se od femtosekundi do nekoliko milijardi godina, a mase se kreću od  $10^{(-27)}$  kilograma za pojedinačne atome do  $10^{40}$  kilograma za cijele galaksije.

Raznolikost opisanih pojava jasno ukazuje na ograničenja eksperimentalnih metoda. U području astrofizike, primjerice, složenost prirode često onemogućuje pronalazak analitičkih rješenja koja bi dovoljno precizno opisala fenomene. Na primjer, uzmemo li kretanje planeta i gravitacijsku silu koja djeluje između planeta prema Newtonovom zakonu, općenito nema analitičkih rješenja za slučaj tri ili više tijela. Ovo također vrijedi za naš planetarni sustav kao i za zvijezde u našoj galaksiji. Tako simulacija omogućuje proučavanje pojava koje su prije bile nedostupne eksperimentu.

Simulacije molekulske dinamike razvijale su se tijekom vremena i igrale ključnu ulogu u razumijevanju mikroskopskih procesa u svijetu atoma i molekula. Ta metoda računalne simulacije omogućuje analizu gibanja atoma i molekula čije se međusobne interakcije pokoravaju poznatim zakonima klasične fizike. Molekulski sustavi općenito se sastoje od velikog broja čestica pa je nemoguće analitički odrediti svojstva tako složenih sustava. Molekulska dinamika nadilazi ovaj problem numeričkim rješavanjem Newtonovih jednadžbi gibanja za skupinu atoma. Metoda se uglavnom koristi u biofizici, kemijskoj fizici i znanosti o materijalima.

Pioniri simulacije molekulske dinamike, John Alder i Aneesur Rahman, ostavili su dubok trag svojim radovima. Proučavanje strukture i dinamike takvih složenih biomolekulskih sustava, poput proteina ili nukleinskih kiselina, dovodi do ogromnih zahtjeva za memorijom i računalnim vremenom. Međutim, brzi razvoj računalne tehnologije nadilazi te poteškoće i danas nam omogućuje izvođenje sve realističnijih simulacija na superračunalima. Stoga su trenutna istraživanja uglavnom usmjerena na razvoj metoda i povezanih algoritama koji omogućuju najbrži mogući izračun problema (višerazinske i višeskalne metode, višepolne metode, Ewaldova mreža čestica, brza Fourierova transformacija itd.), a koji može odrediti približno rješenje sa što manje zauzeća memorije [1].

Važan i računski zahtjevan dio simulacija MD je izračun dugodometnih elektrostatskih interakcija. Danas prevladavajuća metoda za izračunavanje ovih interakcija je Ewaldova mreža čestica. Metoda PME je prilagođena za paralelizaciju na skali superračunala prošle generacije i na njima omogućuje vrlo brzi izračun navedenih interakcija. Međutim, za velike paralelne simulacije s više čvorova, PME postaje usko grlo skaliranja jer zahtijeva komunikaciju između svih čvorova. Kao posljedica toga, broj razmijenjenih poruka kvadratno raste s brojem uključenih čvorova. Kako bi se omogućile učinkovite i skalabilne biomolekulske simulacije na eksaskalarnim superračunalima, jasno je da je potrebna metoda s boljim svojstvom skaliranja. Metoda brzih višepola je takva metoda [2].

Međutim, postojeće ograničenje ove metode je korištenje isključivo kockastih simulacijskih kutija [3]. Naš budući rad na ovu temu uključio bi podršku za druge vrste

simulacijskih kutija, poput rombičkog dodekaedra. Prednost takvih "krnjih" kocaka je smanjenje količine vode koju je potrebno simulirati, čime se poboljšavaju performanse simulacije [4]. Kao prvi korak prema rješavanju tog problema razmatramo uvođenje korekcijskih faktora i/ili sumanada čije vrijednosti ovise o obliku i veličini kutije. Dodatno razmatramo mogućnost nepravilne podjele kvadarskih simulacijskih kutija u podkutije: u slučaju pravilne podjele u svakom se koraku kutija dijeli na 8 podkutija, a podjelu je, u slučajevima kada to odgovara simuliranom sustavu, moguće napraviti i nepravilno tako da od jedne kutije nastane 4 ili 6 podkutija. Na taj način se omogućuje dobivanje podkutija u obliku kvadara koji su dobra aproksimacija kocaka u samo nekoliko koraka.

***Ključne riječi – simulacija molekulske dinamike, paralelizacija izračuna, brza višepolna metoda, vrste simulacijskih kutija***

## **Literatura**

- [1] S. Páll et al., "Heterogeneous parallelization and acceleration of molecular dynamics simulations in GROMACS," *The Journal of Chemical Physics*, vol. 153, no. 13, p. 134110, Oct. 2020, doi: 10.1063/5.0018516.
- [2] B. Kohnke, C. Kutzner, and H. Grubmüller, "A GPU-Accelerated Fast Multipole Method for GROMACS: Performance and Accuracy," *J. Chem. Theory Comput.*, vol. 16, no. 11, pp. 6938–6949, Nov. 2020, doi: 10.1021/acs.jctc.0c00744.
- [3] B. Kohnke et al., "A CUDA fast multipole method with highly efficient M2L far field evaluation," *The International Journal of High Performance Computing Applications*, vol. 35, no. 1, pp. 97–117, Jan. 2021, doi: 10.1177/1094342020964857.
- [4] I. Kabadshow, *Periodic boundary conditions and the error-controlled fast multipole method*. in *Schriften des Forschungszentrums Jülich IAS Series*, no. 11. Jülich: Forschungszentrum Jülich, 2012, ISBN: 9783893367702.

**Tedo Vrbanec**

Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet, Zagreb, Hrvatska  
tedo.vrbanec@ufzg.hr

## Utvrđivanje semantičke sličnosti tekstova

Plagiranje tekstova kao jedan od gorućih i rastućih akademskih problema pojavljuje se u više oblika. Konvencionalnim softverom i pristupom teško je utvrditi prikriveno plagiranje nastalo metodama poput parafraziranja, prevođenja ili korištenja umjetne inteligencije (engl. *Artificial Intelligence*, AI). Istraživanja ukazuju da je na taj način moguće otkriti samo trećinu parafraziranih tekstova [1–3]. Modeli dubokog učenja (engl. *Deep Learning*, DL) [4–10] su modeli za reprezentaciju jezika u obliku vektora ili tzv. ugniježđenja, koji predstavljaju riječi ili cijele tekstove, nastali treniranjem neuronskih mreža s velikim korpusima dokumenata. Ta ugniježđenja (engl. *Embeddings*) odnosno modeli implicitno sadrže semantiku tekstova iz kojih su stvorena i imaju snažan potencijal za otkrivanje prikrivenih plagijata [11].

Prethodna istraživanja pokušala su odgovoriti na neka važna istraživačka pitanja o otkrivanju prikrivenih plagijata, posebno onih u obliku parafraza. U ovom radu izdvojeno je pet autorovih istraživanja koja se bave navedenim problemima. U prvom istraživanju utvrđene su sve vrste pristupa protiv plagiranja [12]. U drugom je istraživanju izvršena potpuna taksonomija akademskog plagiranja i metoda njihova stvaranja [13]. U trećem istraživanju potvrđena je hipoteza da DL modeli mogu učinkovito otkriti semantičku sličnost teksta [11]. U četvrtom istraživanju utvrđena je učinkovitost različitih mjera sličnosti/udaljenosti uparenih s različitim ugniježđenjima DL modela u detekciji semantičke sličnosti teksta [14]. Konačno, peto istraživanje imalo je više ciljeva [15]. Prvi je potvrda hipoteze da neki DL modeli bolje izvode detekciju parafraza od bilo kojih statističkih modela. Drugi je cilj utvrditi rang listu najboljih modela općenito, te s obzirom na duljinu uspoređivanih tekstova. Treći je cilj bio dodatno potvrditi da je kosinusna mjera sličnosti pravi odabir mjere sličnosti koju je potrebno upariti s DL modelima, što je proizlazilo kao zaključak iz rezultata prethodnih istraživanja, ali zbog ograničenja koja su se pojavila tijekom njih nije se moglo s potpunom sigurnošću to i potvrditi. Četvrti je cilj petog istraživanja utvrditi najbolju metodu za otkrivanje parafraza, jer ta informacija bi se trebala koristiti za formalizaciju metodologije nenadziranog otkrivanja parafraza.

Tijekom dosadašnjih istraživanja, utvrđeno je nedostatan broj označenih korpusa parafraziranih tekstova, kao i nedostaci postojećih. Stoga su načinjena tri vlastita korpusa, pri čemu su dva i objavljena u okviru rada [15] te su javno dostupni na <https://vrbanec.com/corpora/>.

Rezultati metoda korištenih u eksperimentima procjenjivani su standardnim mjerama točnosti, preciznosti, odziva, F-mjerom, potvrđenim T-testom i u posljednjem istraživanju Matthewsovim korelacijskim koeficijentom (MMC).

Glavni doprinosi istraživanja sažeti su na sljedeći način:

- Proveden je niz eksperimenata za mjerenje semantičke sličnosti tekstova i uspoređene performanse 60 metoda/modela na pet korpusa parafraziranih tekstova, rangirajući ih prema standardnim mjerama evaluacije. Eksperimentalni rezultati pokazuju da DL modeli nadmašuju statističke metode, a model iz obitelji BERT (nazvan distilberta-base-paraphrase-v1) imao je najbolje performanse.
- Provedena je detaljna analiza četiri DL modela (Word2Vec, Doc2Vec, FastText i GloVe) i njihovih podmodela (ukupno devet) obučenih na pet korpusa, 149 prethodno treniranih jezičnih modela; četiri u prvoj fazi (USE, ELMo, BERT i Laser) i 146 u drugoj fazi

u detekciji parafraza na pet korpusa, identificiran je model jfarray\_Model\_paraphrase-multilingual-mpnet-base-v2\_50\_Epochs s ukupno najboljim performansama.

- Analizirano je pet mjera sličnosti/udaljenosti (kosinusova i meka kosinusova sličnost, Euklidska, Manhattan i Word Mover's udaljenost – „Udaljenost premještanja riječi”) za mjerenje sličnosti teksta u kombinaciji s različitim DL modelima, kako bi se usporedile različite mjere sličnosti/udaljenosti i identificirala najbolja mjera za utvrđivanje sličnosti tekstova.

- Definirana je složenost svih 60 metoda iz prve faze u obliku O notacije te izmjerena i predstavljena vremena koja su bila potrebna za njihovu računalnu obradu.

- Dizajniran je novi korpus parafraza VMEN koji se sastoji od 100 parova sažetaka članaka i ručno stvorenih parafraziranih tekstova temeljenih na originalnim sažecima. Ovaj VMEN korpus postavljen je kao javno dostupan na webu.

U sljedećoj fazi istraživanja koja je u tijeku, dokumenti utvrđeni kao dovoljno slični (detektirani mjerenjem kosinusne sličnosti i jezičnim modelom, uz prethodno utvrđenu graničnu vrijednost), uspoređuju se na razini manjih jezičkih jedinica (rečenica, nekoliko rečenica, odjeljaka), kako bi se otkrile (semantički) slični dijelovi dokumenata, odnosno parafraze. Za to se koriste označeni korpusi, za sada MSRP, PAWS, PIT2015 i Quora, za koje su rezultati već dobiveni (61-84% mjereni F1) za usporedbu rečenica. Predstoji generiranje kompilacije rečenica koristeći bazu rečenica uz praćenje njihova porijekla te uspoređujući rezultate sa stvarnošću (engl. *ground true*), s obzirom da su dosadašnji rezultati na tuđim korpusima dosta raštrkani.

**Ključne riječi – plagiranje, detekcija parafraziranja, modeli dubokog učenja, korpusi tekstova**

## Literatura

- [1] A. Barrón-Cedeño, M. Vila, M. Antònia Martí, i P. Rosso, „Plagiarism Meets Paraphrasing: Insights for the Next Generation in Automatic Plagiarism Detection“, *Computational Linguistics*, sv. 39, izd. 4, str. 917–947, pros. 2013, doi: 10/gcpftx.
- [2] N. Meuschke i B. Gipp, „State-of-the-art in detecting academic plagiarism“, *International Journal for Educational Integrity*, sv. 9, izd. 1, str. 50–71, 2013, doi: 10/gj26t8.
- [3] V. Thompson i C. Bowerman, „Methods for Detecting Paraphrase Plagiarism“, *CoRR*, sv. abs/1712.1, str. 1–21, pros. 2017.
- [4] P. Bojanowski, E. Grave, A. Joulin, i T. Mikolov, „Enriching Word Vectors with Subword Information“, *Computing Research Repository*, srp. 2016, doi: 1511.09249v1.
- [5] Q. V. Le i T. Mikolov, „Distributed Representations of Sentences and Documents.“, u *International Conference on Machine Learning*, 2014, str. 1188–1196.
- [6] R. Lebert i R. Collobert, „The Sum of Its Parts: Joint Learning of Word and Phrase Representations with Autoencoders“, lip. 2015, Pristupljeno: 05. ožujak 2017. [Na internetu]. Dostupno na: <http://arxiv.org/abs/1506.05703>
- [7] T. Mikolov, K. Chen, G. Corrado, i J. Dean, „Efficient estimation of word representations in vector space“, *arXiv preprint arXiv:1301.3781*, 2013, Pristupljeno: 18. veljača 2017. [Na internetu]. Dostupno na: <https://arxiv.org/abs/1301.3781>
- [8] M. Pagliardini, P. Gupta, i M. Jaggi, „Unsupervised Learning of Sentence Embeddings using Compositional n-Gram Features“, *arXiv preprint arXiv:1703.02507*, ožu. 2017, Pristupljeno: 24. veljača 2018. [Na internetu]. Dostupno na: <http://arxiv.org/abs/1703.02507>
- [9] J. Pennington, R. Socher, i C. Manning, „Glove: Global Vectors for Word Representation“, u *Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*, Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics, 2014, str. 1532–1543. doi: 10/gfshwg.

- [10] L. Y. Wu, A. Fisch, S. Chopra, K. Adams, A. Bordes, i J. Weston, „Starspace: Embed all the things!“, u Thirty-Second AAAI Conference on Artificial Intelligence, ruj. 2018, str. 5569–5577. Pristupljeno: 12. ožujak 2018. [Na internetu]. Dostupno na: <http://arxiv.org/abs/1709.03856>
- [11] . Vrbanec i A. Meštrović, „Corpus-Based Paraphrase Detection Experiments and Review“, Information, sv. 11, izd. 5, str. 241, tra. 2020, doi: 10/ghjtff.
- [12] T. Vrbanec i A. Meštrović, „The struggle with academic plagiarism: Approaches based on semantic similarity“, u 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, Opatija, Croatia, 2017, str. 976–981. doi: 10/gj26vx.
- [13] T. Vrbanec i A. Meštrović, „Taxonomy of academic plagiarism methods“, Journal of the Polytechnic of Rijeka, sv. 9, izd. 1, str. 283–300, 2021, doi: 10.31784/zvr.9.1.17.
- [14] T. Vrbanec i A. Meštrović, „Relevance of Similarity Measures Usage for Paraphrase Detection“:, u Proceedings of the 13th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management, Portugal: SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 2021, str. 129–138. doi: 10/gndtr5.
- [15] T. Vrbanec i A. Meštrović, „Comparison study of unsupervised paraphrase detection: Deep learning—The key for semantic similarity detection“, Expert Systems, sv. 40, izd. 9, str. e13386, 2023, doi: 10.1111/exsy.13386.



ISBN 978-953-7720-74-2