

PRIMENA AUTOMATSKE DETEKCije EMOCIJA ZA UNAPREĐENJE PROCESA ONLINE PROCENE ZNANJA

Dorđe Batić¹, Veljko Ilić², Gavriilo Bosakov³, Ilija Popović⁴, Milan Mirković⁵,
Srđan Vukmirović⁶, Dubravko Čulibrk⁷

^{1,2,5,6,7}Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

^{3,4}Cinteraction DOO, Novi Sad, Srbija

¹djordjebatic@gmail.com, ²veljkoilic5@gmail.com, ³gavriilo.bosakov@cinteraction.com,
⁴ilja.popovic@cinteraction.com, ⁵mmirkov@uns.ac.rs, ⁶srđjanvu@uns.ac.rs, ⁷dculibrk@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: U radu je prezentovana inicijalna studija mogućnosti primene softverskih alata baziranih na metodama i tehnikama veštačke inteligencije i računarskog vida, kako bi se unapredio proces sprovođenja procene znanja putem platforme za video konferencije.

U okviru studije je razvijen sistem baziran na dubokoj neuronskoj mreži koji je u stanju da proceni emocionalno stanje studenata na bazi izraza lica. Pristup je zatim primenjen na skup video zapisa snimljenih tokom online procene sposobnosti da implementiraju praktična programska rešenja iz domena mašinskog učenja.

Na bazi automatski detektovanih emocionalnih stanja studenata, sprovedena je eksploratorna studija, sa ciljem da se istraži da li se izlaz razvijenog sistema može iskoristiti kako bi se detektovala ponašanja koja odstupaju od norme, a koja indikuju potencijalne probleme.

Ključne reči: automatska detekcija emocija, online nastava, izrazi lica, duboko učenje, AffectNet

USING AUTOMATIC EMOTION DETECTION TO SUPPORT KNOWLEDGE ASSESSMENT IN ONLINE TEACHING

Abstract: We present an initial study aimed at evaluating the possibility of applying automatic Artificial Intelligence(AI)- and computer vision-based emotion detection approaches to support and facilitate the process of conducting knowledge assessment over a videoconferencing platform.

We developed a deep-neural-network-based system able to estimate the emotional state of students based on facial expressions. The approach was then applied to videos recorded by the Microsoft Teams platform used by the Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, during online assessment of the ability of students to program Python scripts needed to train and deploy machine learning solutions.

Based on the automatically detected emotional states of students, an exploratory data study has been conducted to determine whether the output of the developed automatic emotion detection system can be used to detect outliers in student behavior that would indicate potential problems.

Key Words: Automatic Emotion Detection, Online Teaching, Facial Expressions, Deep Learning, AffectNet

1. UVOD

Sprovođenje praktične provere znanja iz domena računarskih nauka u okviru online nastave predstavlja znatan izazov za predavače. Iako je moguće nadgledati studente na daljinu, platforme retko dozvoljavaju pregled svih studenata koji čine jednu grupu, a čak i kad bi to bio slučaj nastavnika nije u stanju efikasno da prati toliko snimaka u istom trenutku. Snimanje i naknadno gledanje snimka svakog pojedinačnog studenta, takođe nije praktično rešenje.

U poslednjoj deceniji, došlo je do evolucije algoritama za mašinsko učenje i njihova primena se proširila na mnoge sfere ljudskog života. Ove metode se nazivaju metodama „dubokog učenja“ [1]. One se zasnivaju na veštačkim neuronskim mrežama koje pokušavaju da imitiraju procese koji se dešavaju u ljudskom umu i našle su svoju svoju primenu u raznim sferama kao što su: robotika, medicina, obrada prirodnog jezika, sistemi za preporuku i računarski vid.

Duboko učenje otkriva složene relacije i strukture u velikim skupovima podataka koristeći propagaciju signala unazad kao algoritam koji govori modelu kako bi trebao da promeni svoje unutrašnje parametre, koji predstavljaju težine na vezama između slojeva neurona. Pomoću dubokog učenja, najčešće tzv. konvolucionih neuronskih mreža [3], moguće je rešiti niz zadataka iz domena računarskog vida i sagledati razne aspekte ljudskih bića na osnovu slika i videa koji ih prikazuju. Neke od vrlo uspešnih primena dubokih neuronskih mreža su: detekcija lica na slikama, detekcija pola, godina i emocija.

Konvolucione neuronske mreže (eng. *Convolutional Neural Networks - CNN*) predstavljaju klasu dubokih neuronskih mreža koja je korišćena i u okviru ove studije. Naziv „konvoluciona neuronska mreža“ ukazuje na to da mreža koristi matematičku operaciju konvoluciju. Konvolucija je specijalna vrsta linearne operacije nad 2 funkcije koja za rezultat daje treću funkciju koja izražava kako oblik jedne funkcije utiče na oblik druge. Ovaj tip mreža se

sastoji od jednog ili više konvolucionih slojeva sa, opcionalno, dodatkom jednog ili više potpuno povezanih slojeva (eng. *Fully Connected Layers*). Pored CNN, postoje još i samoorganizujuće (eng. *Unsupervised*), rekurentne (eng. *Recurrent*) i rekurzivne (eng. *Recursive*) neuronske mreže.

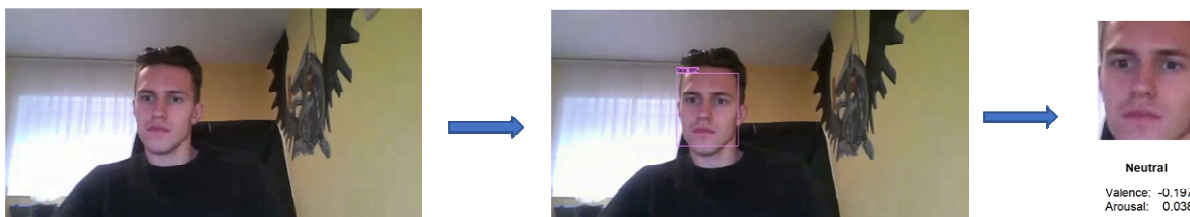
2. AUTOMATSKA DETEKCIJA EMOCIJA NA LICU STUDENATA

U okviru predmetne studije, razvijen je sistem za detekciju emocija na slikama pomoću modela dubokog učenja istreniranog na AffectNet skupu podataka [5]. AffectNet predstavlja skup podataka koji sadrži više od milion obeleženih slika skupljenih u realnim aplikacijama. Svako lice je ručno klasifikovano na osnovu valentnosti i intenziteta emocije. Zatim je definisano 11 različitih kategorija u koje slika može da bude svrstana: neutralno, tužno, srećno, iznenađeno, uplašeno i ljuto lice, izraz gađenja na licu, izraz prezira, nije definisano, slika bez lica, ništa. Ništa predstavlja emociju koja nije mogla biti svrstana ni u jednu od osam osnovnih kategorija, već su to neke podkategorije kao što su umoran, zbunjen, skoncentrisan itd.

Kako bi se razvilo programsko rešenje koje može raditi obradu u realnom vremenu, odlučili smo se za MobileNet v2 arhitekturu[7], koja je razvijena sa namerom da podrži takve primene, čak i na uređajima sa vrlo ograničenim resursima.

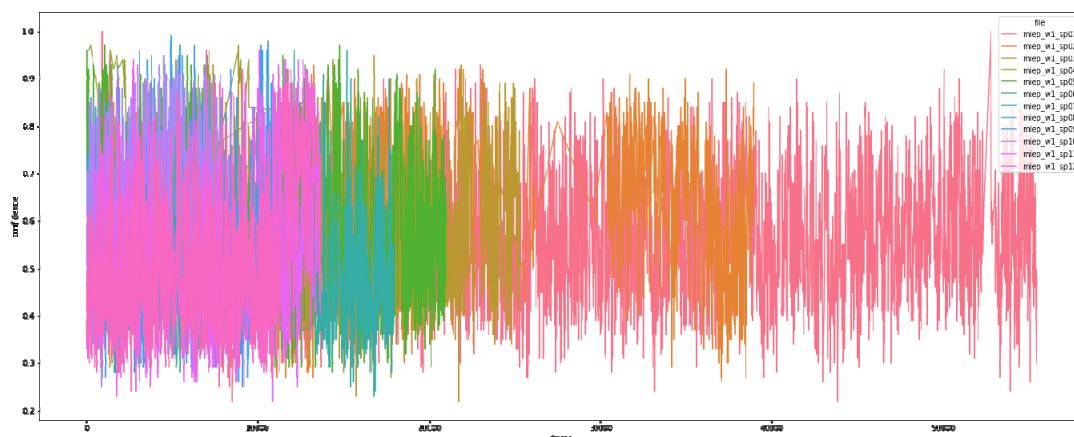
Razvijeni model je iskorišćen za detekciju emocija studenata na snimcima koji su prikupljeni sa Microsoft Teams platforme [6], prilikom praktične provere znanja iz predmeta Metode istraživanja i eksploatacije podataka, koji se izvodi na četvrtoj godini studija Inženjerstva informacionih sistema na Fakultetu tehničkih nauka.

Budući da model za detekciju očekuje sliku koja sadrži samo lice, potrebno je bilo razviti i sistem za detekciju lica na slikama. U našem radu korišćen je sistem za detekciju dostupan u okviru biblioteke za mašinsko učenje Dlib-ml [2]. Slika 1. prikazuje ulaz u naš sistem (kadar videa snimljen kamerom na računaru studenta), izlaz sistema za detekciju lica i konačni izlaz sistema, koji predstavlja detektovanu kategoriju emocije, valentnost i intenzitet emocije.



Slika 1. Ilustracija rada sistema za detekciju emocija. Sleva na desno: ulazna slika, detektovano lice i procenjena emocija (klasa, valentnost i intenzitet).

Nakon obrade skupa podataka, koji uključuje snimke 12 studenata tokom izrade zadatka i preko 200000 okvira, sprovedena je eksploratorna studija sa ciljem identifikacije ponašanja studenata koja odstupaju od norme i indikuju potencijalne probleme u sprovođenju provere znanja, kako bi se potvrdio potencijal ovakvog pristupa kao osnova za razvoj automatskog sistema za nadgledanje studenata i podršku izvođenju nastave. Takav sistem bi mogao skrenuti pažnju nastavnika na eventualne probleme i znatno olakšati njihov rad.



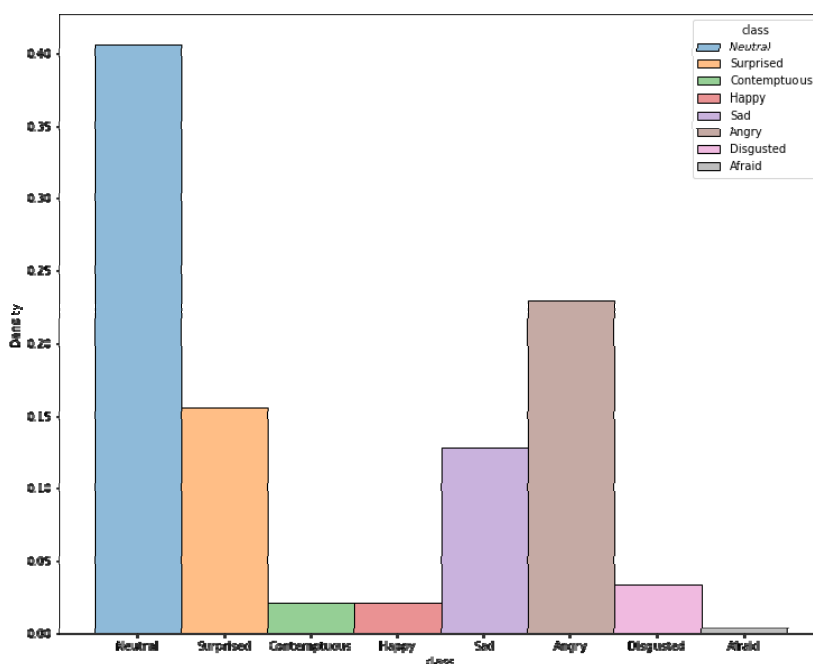
Slika 2. Pouzdanost detekcije emocije na licu studenta (svaki student je oznacen razlicitom bojom)

Na početku su videi sa testa „iseckani“ tako da se u svakom videu nalazi samo jedan student. Nakon toga, svaki od dobijenih videa je zasebno dat kao ulaz modelu, koji je na izlazu davao csv datoteku. Trebalo bi napomenuti da model kao ulaz prima sliku i da nisu svi okviri videa dati modelu, već svaki osmi. U csv fajlu, koji je

dobijen kao izlaz modela, sadržale su se informacije koje su se odnosile na redni broj okvira, klasu kojoj lice na okvira pripada, ocenu pouzdanosti algoritma da lice pripada datoj klasi, valentnost i intenzitet emocije.

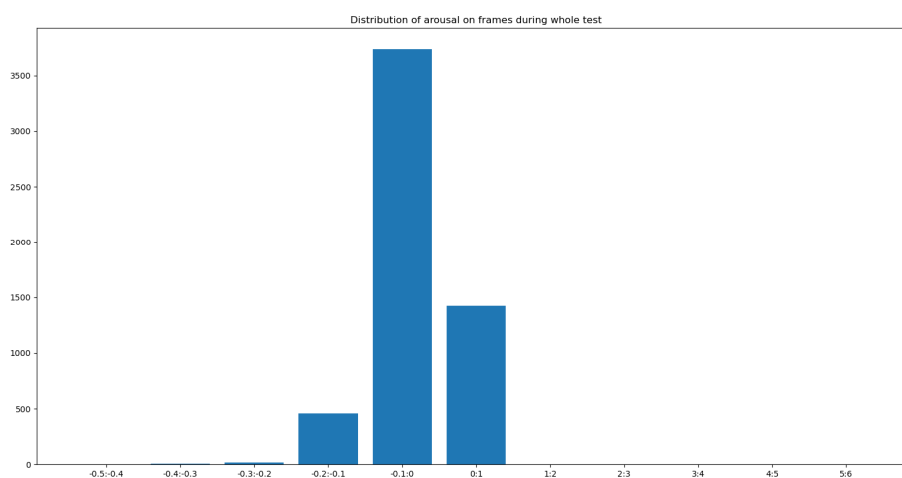
Na slici 2 je prikazana procenjena pouzdanost detekcije odgovarajuće emocije za sve okvire u našem skupu podataka. U daljim analizama se fokusiramo samo na detekcije za koje je pouzdanost 80% ili više, kako bi eliminisali što više pogrešnih detekcija.

Slika 3. prikazuje na kolikom se udelu frejmova prilikom izrade čitavog testa prikazuje koja emocija. Kao što se može videti na slici, najviše je prisutan izraz lica koji bi se mogao opisati kao neutralan. Ovo ima smisla, jer je to izraz lica koji bismo očekivali od svake koncentrisane osobe. Takođe, iako znatno manje prisutni, detektovani su izrazi, besa, iznenađenja i tuge, koje pretpostavljamo da je student pravio kada mu nešto nije bilo jasno ili je „zapeo“ na određenom problemu. Ostale emocije su detektovane u mnogo manjoj meri.

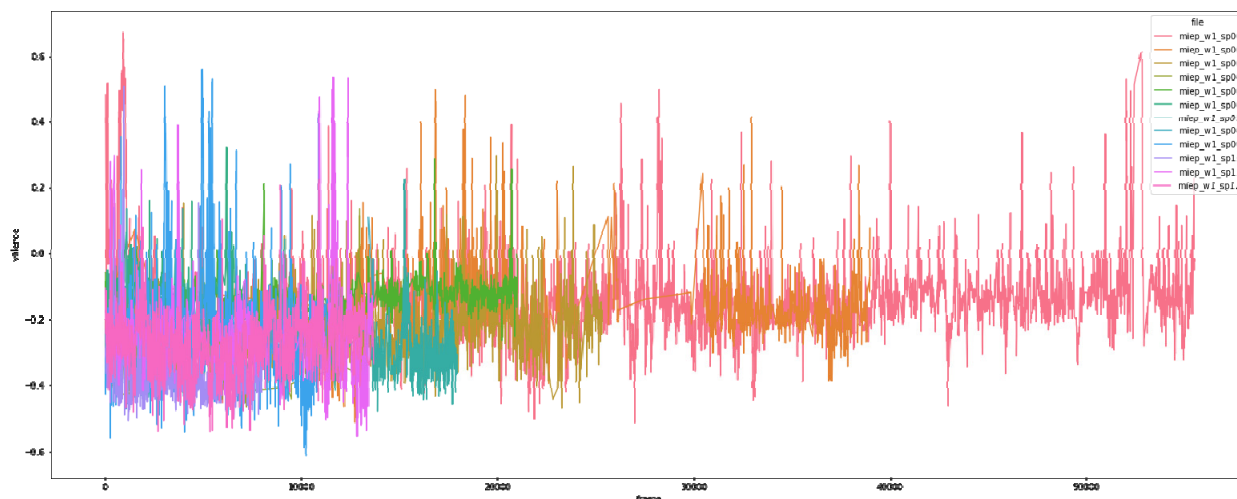


Slika 3. Procentualni udeo pojedinih detektovanih emocija za sve studente

Na Slici 4. je prikazana raspodela intenziteta emocija, ovog puta izražena u broju okvira u kome je detektovana. Opet očekivano, emocije koje su studenti izražavali nisu bili jakog intenziteta, verovatno zbog fokusiranosti i manjka bilo kakvog drugog nadražaja iz okoline sem samog testa, koji bi mogli dovesti do nekih intenzivnijih reakcija.



Slika 4. Distribucija intenziteta emocija kod studenata



Slika 5. Detektovana valentnost emocija kod studenata.

Kada se pogleda valentnost emocija koje su detektovane, prikazana na slici 5, može se zaključiti da su emocije uglavnom neutralne i blago negativne. To odgovara situaciji u kojoj se studenti nalaze, jer se ne očekuje da se tokom izrade zadatka izražavaju previše pozitivnih emocija, te se može zaključiti da model relativno uspešno detektuje ovaj parametar.

3. ZAKLJUČAK

Sprovođenje praktične provere znanja iz domena računarskih nauka u okviru online nastave predstavlja znatan izazov za predavače.

U radu je prezentovana inicijalna studija usmerena na evaluaciju potencijala sistema za automatsku detekciju emocija kao alata za podršku nastavnima. Za potrebe ove studije je razvijen savremeni sistem za detekciju emocija na osnovu izraza lica, zasnovan na savremenim tehnikama veštačke inteligencije, koji je evaluiran na snimcima prikupljenim tokom sprovođenja nastave na Fakultetu tehničkih nauka.

Performanse sistema potvrđuju značajan potencijal predloženog pristupa razvoju sistema za podršku sprovođenju online nastave. Pored prikazanih analiza moguće je, naravno, odraditi još veliki broj analitičkih istraživanja. Na različite načine je moguće predstaviti i interpretirati dobijene podatke u cilju dobijanja što boljih rešenja. Takođe, razvijanje modela koji bi podržavao veći dijapazon emocija i uspevao da ih klasifikuje tačnije i sa većom sigurnošću bi takođe bio vrlo koristan za dalji razvoj ovakvih sistema.

Sa trenutnom situacijom u svetu, možemo da vidimo da online predavanja i konferencije igraju vrlo bitnu ulogu i sistemi predloženog u radu vrlo lako mogu da nađu svoju primenu.

4. LITERATURA

- [1] Goodfellow, Ian, et al. *Deep learning*. Vol. 1. No. 2. Cambridge: MIT press, 2016.
- [2] King, D. E.. *Dlib-ml: A Machine Learning Toolkit*, J. Mach. Learn. Res. 10 (Jul): 1755–1758. 2009.
- [3] Krizhevsky, Alex, Ilya Sutskever, and Geoffrey E. Hinton. *Imagenet classification with deep convolutional neural networks*. Communications of the ACM 60.6, 84-90, 2017.
- [4] Y. LeCun, B. Boser, J. S. Denker, D. Henderson, R. E. Howard, W. Hubbard, and L. D. Jackel. *Backpropagation applied to handwritten zip code recognition*. Neural computation, 1989
- [5] Mollahosseini, Ali, Behzad Hasani, and Mohammad H. Mahoor. *Affectnet: A database for facial expression, valence, and arousal computing in the wild*. IEEE Transactions on Affective Computing 10.1: 18-31, 2017.
- [6] Internet stranica: <https://www.microsoft.com/en/microsoft-teams/group-chat-software>
- [7] Sandler, Mark, Andrew Howard, Menglong Zhu, Andrey Zhmoginov, and Liang-Chieh Chen. *Mobilenetv2: Inverted residuals and linear bottlenecks*. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition: 4510-4520. 2018.