**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

**Sveučilišni studij**

**POSTUPCI RAČUNALNOG RASPOZNAVANJA EMOCIJA NA OSNOVU SLIKE LICA**

**Diplomski rad**

**Josip Baketarić**

**Osijek, 2017.**

**Sadržaj**

[1 UVOD 1](#_Toc467957625)

[1.1 Zadatak rada 1](#_Toc467957626)

[2 RAČUNALNO RASPOZNAVANJE EMOCIJA 2](#_Toc467957627)

[2.1 Emocije i afekt 2](#_Toc467957628)

[2.2 Modaliteti podataka 3](#_Toc467957629)

[2.2.1 Slike lica kao izvor informacija 3](#_Toc467957630)

[2.3 Računalni postupci 3](#_Toc467957631)

[2.3.1 Klasifikacijski problem 3](#_Toc467957632)

[2.4 Komercijalna rješenja 4](#_Toc467957633)

[3 RJEŠENJE ZA RASPOZNAVANJE EMOCIJA NA OSNOVI LICA 5](#_Toc467957634)

[3.1 Specifikacije i zahtjevi 5](#_Toc467957635)

[3.2 Korišteni alati i tehnologije 5](#_Toc467957636)

[3.3 Prikaz ključnih elemenata rješenja 5](#_Toc467957637)

[3.4 Prikaz izgleda, rad i uporaba rješenja 5](#_Toc467957638)

[3.5 Analiza ponašanja i performansi 5](#_Toc467957639)

[3.6 Osvrt i mogućnost unaprjeđenja 5](#_Toc467957640)

[4 ZAKLJUČAK 6](#_Toc467957641)

[5 LITERATURA 7](#_Toc467957642)

[6 SAŽETAK 8](#_Toc467957643)

[7 ŽIVOTOPIS 9](#_Toc467957644)

[8 PRILOZI 10](#_Toc467957645)

1. UVOD

„Budućnost leži u projektiranju i prodaji računala za koje ljudi ne shvaćaju da su računala.“ - Adam Osborne.

Prilikom međuljudske komunikacije, a i komunikacije između ostalih živih bića, govor ima jako važnu ulogu. Jednako važnu, ako ne i važniju ulogu prilikom komunikacije imaju emocije koje, bolje od izrečenih riječi, pokazuju trenutno emocionalno stanje osobe koje se naziva afektivno stanje. U svijetu gdje je sve veća komunikacija između računala i čovjeka ne može se zanemariti jedan tako važan aspekt ljudske prirode kao što su emocije. Kao što se sad na temelju pretraživanja sadržaja na tražilicama nude odabrane reklame, tako će se i u budućnosti na temelju afektivnog stanja nuditi određeni sadržaji.

U drugom poglavlju opisani su podatci te računalni postupci na temelju kojih se raspoznavaju emocije. Sljedeće poglavlje sadrži opis i analizu programskog rješenja kao i analizu dobivenih rezultata. Zadnje poglavlje namijenjeno je na osvrt i kratki zaključak implementiranog rješenja.

* 1. Zadatak rada

Cilj rada jest istražiti mogućnosti računalnog raspoznavanja emocija i afektivnih stanja. U teorijskom dijelu rada potrebno je opisati stanje u relevantnoj literaturi u pogledu modaliteta korištenih podataka, računalnih postupaka i dostupnih komercijalnih alata s posebnim naglaskom na uporabu slika lica kao izvora informacija. U praktičnom dijelu rada potrebno je implementirati vlastito rješenje koje omogućuje raspoznavanje emocija uporabom slika lica.

1. RAČUNALNO RASPOZNAVANJE EMOCIJA

Proučavanje emocija postoji već jako puno godina i veliki broj radova je napisano na tu temu. Jedan od temeljnih radova na spomenutu temu je Darwinov rad iz 1872. godine koji povezuje fizičke radnje, kao na primjer podizanje obrva u slučaju iznenađenja ili zbunjenosti, sa stanjem uma [1]. Raspoznavanje emocija je složen proces koji uključuje kontekst, govor tijela, kulturna obilježja, izraze lica te još par stvari [2]. U ovom radu prepoznavanje emocija je bazirano samo na izrazima lica. Računalno prepoznavanje emocija ima raznoliku upotrebu, sve od igara u kojima bi se moglo pomoću detektiranih emocija prepoznati koliko je igra zanimljiva ili dosadna, pa do različitih softvera za učenje i sustava namijenjenih za brigu o zdravlju korisnika (detekcija panike).

* 1. Emocije i afekt

Emocije su nešto što je teško definirati. Mnogo je pokušaja da se definiraju, a jedan od njih glasi da su emocije mentalna stanja [3]. Postoji više mišljenja koliko ima emocija i koje su, ali neka osnovna podjela kaže da postoje šest različitih (osnovnih) emocija. To su: sreća, tuga, ljutnja, iznenađenje, strah i gađenje. U ovom radu će se vršiti detekcija spomenutih šest emocija.

Emocije se izražavaju kroz cijelo ljudsko tijelo. Mogu se prepoznati iz tona, načina pisanja, ponašanja te izraza lica. Sve ove metode će biti spomenute i objašnjene naknadno u tekstu, a posebno metoda pomoću izraza lica na kojoj se bazira rad. Ovisno o nekoliko parametara, na licu se mogu prepoznati osnovne emocije [4]:

1. Ljutnja: Obrve su povučene prema dolje, gornji i donji kapci su povučeni prema gore, usne zategnute i malo povučene prema unutra.
2. Strah: Obrve povučene prema gore i jedna prema drugoj, gornji kapci povučeni prema gore i usta rastegnuta.
3. Gađenje: Obrve su povučene prema dolje, nos je naboran, gornja usna povučena prema gore, usne opuštene.
4. Sreća: Mišići oko očiju su stegnuti, bore oko očiju, obrazi podignuti i krajevi usana podignuti dijagonalno.
5. Tuga: Unutarnji krajevi obrva su podignuti, kapci opušteni i krajevi usana su spušteni prema dolje.
6. Iznenađenje: Obrve podignute prema gore, kapci podignuti prema gore i usta otvorena.
   1. Modaliteti podataka

Emocije su nešto što se odražava na cijelo biće i zbog toga ih je moguće prepoznati na više načina. Obično uz izraz lica dolaze i druge popratne pojave, ako je emocija snažna. Način govora se promjeni u smislu visine tona, brzine pričanja, podrhtavanja glasa i slično. Neke od bitnih značajki se pojavljuju i na pokretima tijela kao što su skupljanje ramena, tapkanje nogama, trešnja ruku i mnoge druge. Emocije se očituju i u načinu pa čak i u brzini pisanja, ali takve značajke često znaju varirati od osobe do osobe.

Slike lica kao izvor informacija

Kako bi bilo moguće prepoznati emociju to jest klasificirati izraz lica, potrebno je imati podatke za testiranje i ocjenu korištenih algoritama. Podatci korišteni u ovom radu su slike lica osoba. Po osobi ima sedam slika ukupno, šest sa prije navedenim emocijama i jedna koja je neutralna (bez emocija).

Slike koje će biti korištene prilikom stvaranja modela za klasifikaciju su slike lica koje se sastoje od 70 individua sad sedam emocija te su slikane iz različitih kutova. U svrhu ovog rada koristiti će se samo frontalne slike. Slike su preuzete sa Karolinska instituta koji se nalazi u Švedskoj [5]. Primjer slika je prikazan na slici 2.1.

|  |
| --- |
|  |
| Sl. 2.1. Primjer korištenih slika u radu, [5] |

* 1. Računalni postupci

Cilj ovog rada je naučiti računalo da prepozna emocije osobe sa slike lica. Da bi se to moglo ostvariti prvo je potrebno prikupiti odgovarajući skup podataka sa kojim će se raditi. Nakon odgovarajuće baze podataka, potrebno je napraviti pred obradu slika, kao što je na primjer promjena veličine, pretvorba slike u sliku sa sivim tonovima i slično. Iz pripremljenih slika treba izdvojiti informacije koje će biti relevantne za prepoznavanje emocija te pomoću kojih će se formirati vektor značajki.

Klasifikacijski problem

Klasifikacija uzoraka je znanstvena disciplina koja ima za zadatak razvrstavanje objekata u klase, prema [6, str.1]. Problem se nalazi u odabiru reprezentativnih značajki. Mali pokreti određenih dijelova lica određuju dali je osoba nasmijana, tužna ili nešto drugo. Ako se prilikom oblikovanja modela, prema kojem se vrši klasifikacija, koriste nepotrebne informacije (značajke dobivene iz regija pomoću kojih nije moguće detektirati emociju) vrlo je vjerojatno da će relevantne informacije biti zagušene i uspješnost klasifikacije će biti manja. Kako bi se utjecaj nebitnih ili manje bitnih regija lica smanjio, prilikom odabira značajki koriste se samo dijelovi lica gdje se nalaze oči, usta, nos i obrve. Iz svake regije potrebno je nekim metodama dobiti dovoljan broj informacija i kreirati vektor značajki koji će služiti prilikom treniranja klasifikatora. Klasifikator je algoritam koji na temelju značajki određuje klasu, ili u ovom slučaju emociju [7, str. 24].

Viola-Jones algoritam

Da bi se mogle raspoznavati emocije na licu prvo je potrebno imati sliku lica. Iako su za ovaj rad korištene slike lica, dodatno se koristi i algoritam koji sa slika detektira samo lica kako bi se izbjegao utjecaj okoline u kojoj je slika nastala. Jedan od najpoznatijih algoritama za detekciju lica na slikama je Viola-Jones algoritam. Algoritam koristi Haarove značajke koje primjenjuje na sliku i na taj način traži odgovarajući objekt, u ovom slučaju lice, usta, oči i nos [8].Haarove značajke su slike ili matrice koje na nekim mjestima imaju tamna, a na nekim mjestima svjetla područaja i svojim oblikom odgovaraju traženom objektu. Primjer se nalazi na slici 2.2.

|  |
| --- |
|  |
| Sl. 2.2. Primjer Haarove značajke, [8] |

Značajke se primjenjuju na cijelu sliku od početka do kraja i pomiče se po jedan piksel nakon primjene. Kada se prođe cijela slika značajka se povećava i sve se opet primjenjuje ponovno. Ovo nije učinkovito raditi jer je jako sporo. Kako bi se ubrzao proces traženja objekata, Viola-Jones koriste nešto što se zove integralna slika. Integralna slika je proces koji omogućuje računanje zbroja piksela unutar bilo kojeg kvadrata samo koristeći referentna polja što je prikazano na slici 2.3. [8]. Vrijednost integralne slike na lokaciji 1 je zbroj piksela u A kvadratu. Vrijednost na lokaciji 2 je A + B, na lokaciji 3 A + C i na lokaciji 4 A + B +C +D. Zbroj piksela unutar polja D se može izračunati na način da se zbroje vrijednosti na glavnoj dijagonali i oduzmu od zbroja vrijednosti na sporednoj dijagonali (1 + 4 - ( 2 + 3) ).

|  |
| --- |
|  |
| Sl. 2.1. Primjer algoritma integralne slike, [8] |

Kako bi se algoritam još ubrzao izbacuju se nepotrebne značajke pomoću Adaboost-a. Adaboost je algoritam koji izdvaja optimalne značajke iz jako velikog skupa. Nakon izdvajanja značajki, dodjeljuje im se težinska vrijednost [9]. Smatra se da je značajka prihvatljiva, ako može detektirati traženi objekt u barem pola slučajeva.

Gaborov valić

Opisati gaborov valić i nabaciti slike.

* 1. Komercijalna rješenja

Prepoznavanje emocija nije ništa novo i postoji dosta gotovih rješenja za privatnu, a i komercijalnu uporabu. Neka od poznatijih rješenja su:

1. Affectiva je jako dobar alat za prepoznavanje emocija u stvarnom vremenu. Besplatna je za osobno korištenje i za tvrtke koje godišnje zarade manje od milijun dolara. Postižu veliku preciznost iz razloga jer imaju ogromnu bazu podataka za treniranje klasifikatora (četiri milijuna lica i konstantno raste). Može se koristiti u razne svrhe, ali glavna ideja je dobivanje povratne informacije od korisnika o nekom proizvodu [8].
2. EmoVu uz prepoznavanje emocija također nudi i prepoznavanje spola, godina, lica, praćenje lica i metrike raspoloženja. Ulazni podatci se šalju pomoću kamere, slike i videa. Pruža se podrška prebacivanja izračuna na grafički procesor kako bi se proces ubrzao [9].
3. Kairos također pruža uslugu prepoznavanja emocija, spola i dobi. Njihovo rješenje se može besplatno isprobati na njihovoj stranici [10].
4. Microsoftov projekt Oksford je popularan alat za prepoznavanje emocija koji radi samo na slikama lica. Prepoznaje sedam emocija i neutralno stanje. Radi na način da se pošalje slika, a kao rezultat dobije se JSON (*JavaScript Object Notation* ) format sa lokacijom lica na slici i postotkom za svaku od pruženih emocija [11].

Predstaviti neka komercijalna rješenja izrađena u ove svrhe kao ono dostupno na Azureu, ali ima ih još poprilično.

1. RJEŠENJE ZA RASPOZNAVANJE EMOCIJA NA OSNOVI LICA

Opisati što je cilj rješenja, što će omogućiti.

* 1. Specifikacije i zahtjevi

Što se očekuje? Konkretni zahtjevi na Vašu aplikaciju, kako ćete to izvesti, dijagrami toka…

* 1. Korišteni alati i tehnologije

Detaljnije o tehnologijama koje ćete koristiti. Ovdje možete opisati MVC i ostale patterne koje mislite rabiti, kao i primjerice OpenCV, biblioteku za klasifikaciju i slično.

* 1. Prikaz ključnih elemenata rješenja

Ovdje možete postaviti ključne elemente koda, algoritme i slične stvari ako je potrebno.

* 1. Prikaz izgleda, rad i uporaba rješenja

Kako izgleda i koristi se Vaša aplikacija.

* 1. Analiza ponašanja i performansi

Ovdje radite ekstenzivno testiranje i analizu. Koristit ćete slike iz neke od baza koje su Vam na raspolaganju, ali i slike koje nisu iz te baze. Cilj je demonstrirati prednosti i mane Vašeg rješenja.

* 1. Osvrt i mogućnost unaprjeđenja

Kao što naslov kaže.

1. ZAKLJUČAK

Zaključiti nešto.

1. LITERATURA

[1] C. Darwin, P. Ekman, i P. Prodger, The expression of the emotions in man and animals, Oxford University Press, USA, 1998.

[2] Y. L. Tian, T. Kanade i J. F. Cohn, Facial expression analysis. In Handbook of face recognition (pp. 247-275). Springer, New York, 2005.

[3] Johnson-Laird, P. Nicholas, and K. Oatley, The language of emotions: An analysis of a semantic field, Cognition and emotion, Vol. 3, No. 2, pp. 81-123, 1989.

[4] <http://www.humintell.com/2010/06/the-seven-basic-emotions-do-you-know-them/>, pristupljeno 26.11.2016.

[5] D. Lundqvist, A. Flykt, & A. Öhman, The Karolinska Directed Emotional Faces - KDEF, CD ROM from Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinska Institutet, ISBN 91-630-7164-9, 1998

[6]S. Theodoridis i K. Koutroumbas, Pattern Recognition (Fourth Edition), Elsevier Inc., SAD, 2009.

[7]M. N. Murty i V. S. Devi, Pattern Recognition An Algorithmic Approach, Springer, SAD, 2011.

[8] P. Viola, M. Jones, Rapid object detection using boosted cascade of simple features, In Computer Vision and Pattern Recognition, Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference, Vol. 1, pp. I-511-I-518, 2001.

[9] Y. Freund & R. E. Schapire, A desicion-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting. In European conference on computational learning theory, pp. 23-37 Springer Berlin Heidelberg, 1995.

[8] <http://www.affectiva.com/>, pristupljeno 26.11.2016.

[9] <http://emovu.com/>, pristupljeno 26.11.2016.

[10] <https://www.kairos.com/>, pristupljeno 26.11.2016.

[11] <https://www.microsoft.com/cognitive-services/>, pristupljeno 26.11.2016.

Članak iz časopisa

[3] Inicijali imena, prezime autora, naslov rada, naziv časopisa, broj časopisa (br./No.), broj sveska (sv./Vol.), str. (pp.) od – do, mjesec i godina izdanja.

1. SAŽETAK

Sažetak rada. Najbitnije.

**Ključne riječi:**

**ABSTRACT**

Sažetak na engleskom

**Key words:**

1. ŽIVOTOPIS

Josip Baketarić, rođen u Požegi 10. kolovoza 1993. Osnovnu školu završio u Pleternici u razdoblju od 2000. do 2008. godine. 2008. godine upisuje srednju tehničku školu u Požegi, smjer tehničar za računalstvo koju završava 2012. godine. Nakon toga upisuje Elektrotehnički fakultet u Osijeku, preddiplomski studij, smjer računarstvo kojega završava 2015. godine. 2016. godine upisuje diplomski studij na prijašnje spomenutom fakultetu, sada Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija, smjer računarstvo, izborni blok programsko inženjerstvo kojega trenutno pohađa.

1. PRILOZI