

iOS AR APLIKACIJA ZA ASISTENCIJU KORISNIKA SA DALTONIZMOM**iOS AR APPLICATION FOR ASSISTING USERS WITH DALTONISM**Isidora Škulec, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Predstavljanje aplikacije za asistenciju daltonistima u realnom vremenu. Svrha aplikacije jeste brza i jednostavna identifikacija predmeta određene boje gledajući kroz kameru mobilnog telefona. Razmatrano je nekoliko načina sa namerom da bude jednostavno za korišćenje i da efikasno koristi resurse uređaja. Problem je rešen šrafitiranjem regiona odgovarajuće boje.

Ključne reči: *Augmentovana realnost, daltonizam, aplikacija za mobilni telefon, iOS*

Abstract – Presenting a real time application to assist daltonist users. Application purpose is fast and easy identification of certain coloured objects looking through mobile phone camera. Several ways were discussed, with intention being ease of use and efficient phone resource usage. Problem was solved by marking regions of certain colour.

Keywords: *Augmented reality, daltonism, mobile app, iOS*

1. UVOD

Prema definiciji ljudska bića imaju trihromatsku viziju. Ovo znači da se percepcija boja svodi na tri tipa receptora, od kojih je svaki zadužen za određeni opseg talasnih dužina spektra svetlosti. Kombinacijom nadražaja na ove receptore ljudi su u stanju da prepoznaju boje. Međutim, određeni procenat stanovništva ima oslabljenu ili potpuno odsutnu funkcionalnost bar jednog od ova tri tipa receptora, što uzrokuje smanjen opseg boja kojima raspolažu i teže raspoznavanje određenih objekata u okruženju. Crveno-zeleni tip daltonizma javlja se kod 8% muške populacije.

Iako nije velik hendikep, može otežati ljudima neke svakodnevne stvari poput odabira odeće, razlikovanja zrelog od zelenog voća, gledanja na semafor, gledanja sportova, pronalaženja crvenih predmeta u travi i sl.

Neke stvari poput semafora imaju ovaj problem rešen delimično korišćenjem drugog oblika ili redosleda svetala (zeleno će uvek biti iznad crvenog, na pešačkom prelazu će crveno će imati oblik čoveka koji stoji). Međutim, zrelo i nezrelo voće neće imati drugi oblik, privezak za ključeve koji padne u travu biće previše sitan da se raspozna po obliku, prikaz pogođenih i promašenih penala u toku fudbalske utakmice koristeći krugove obojene u crveno i zeleno.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Ivetić, red. prof.

U ovakvim slučajevima posledice za grešku većinom neće biti velike ali bez obzira izazivaju frustraciju.

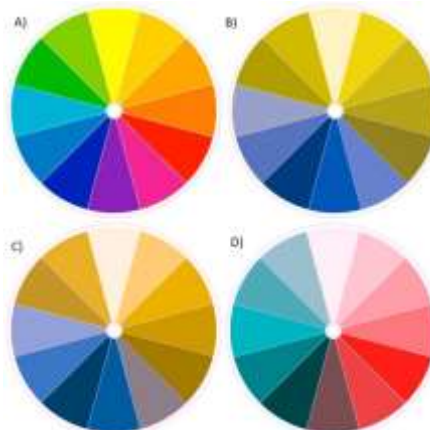
Ovaj rad proučava tipove oslabljene kolor vizije, zatim postojeća rešenja kojima je pokušano da se pomogne osobama sa oslabljenom kolor vizijom. Prikazaće se rešenje problema kroz aplikaciju koja pomoću augmentovane realnosti pokušava da nadomesti oslabljenu kolor viziju, kao i tehničke detalje kreiranja aplikacije sa augmentovanom realnošću na telefonu sa video kamerom.

2. KOLOR VIZIJA

Ljudsko oko sadrži dve vrste ćelija koje omogućavaju vid. Cilindrične ćelije osetljive su na jačinu svetla i zadužene su za monohromatsku viziju, dok su kupaste ćelije zadužene za percepciju boja. Kao što je već pomenuto, ljudska vizija je trihromatska. Ovo znači da ljudsko prepoznavanje boja zavisi od tri tipa kupastih ćelija: S, M i L ćelije zadužene su za, redom: short, middle, long odnosno kratke, srednje i duge talasne dužine svetlosti.

Oslabljena kolor vizija klasifikuje se kao: anomalna trihromatska vizija (gde je osetljivost jednog od tipova kupastih ćelija izmenjena), dihromatska vizija (gde je osetljivost u jednom tipu kupastih ćelija potpuno odsutna) i monohromatska vizija (kada je izgubljena osetljivost u dva ili sva tri tipa kupastih ćelija).

Nedostaci u L, M i S ćelijama redom označavaju se kao protan, deutan i tritan tipovi. Dakle, kod anomalne trihromatske vizije javljaju se protanomaliya, deutanomaliya i tritanomaliya, dok se kod dihromatske javljaju protanopija, deutanopija i tritanopija, kao vrste kolor deficitne vizije (Slika 1.1) [1].



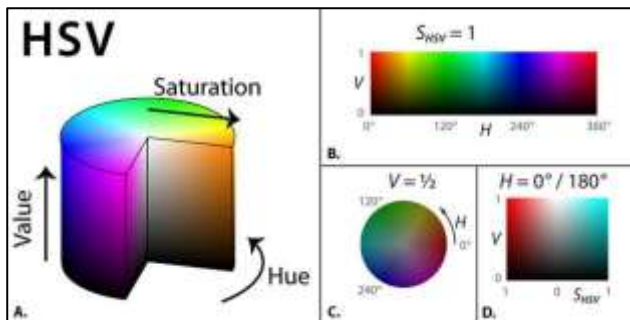
Slika 2.1 Simulacija daltonizma
A) normalan prikaz B) protanopija
C) deuteranopija D) tritanopija

2. AR I SEGMENTACIJA BOJE

Augmentovana realnost predstavlja audio/vizuelni prikaz realnosti iz ugla korisnika kome je dodat računarski generisani prikaz tako da gledacu daje dodatne informacije o relanosti koje on prirodno ne bi percipirao, a njemu su prezentovani na prirodni način. Mobilni telefoni obezbeđuju niz podataka koji se mogu iskoristiti, od GPS antene, akcelerometra i žiroskopa koji daju informacije o položaju, kretanju i brzini kretanja uređaja i njegovog korisnika, do audiovizuelnog sistema koji omogućava prikaz trodimenzionalnih modela u realnom svetu, zahvaljujući sve jačoj procesorskoj moći mobilnih uređaja. Neke od primena AR jesu mape i navigacija (Google Maps) i zabava poput AR igara (Ingress, Pokemon GO) i interaktivnih filtera za fotografije (Snapchat) [2].

Za potrebe AR, površine određene boje mogu se posmatrati kao markeri na koje se postavlja 2D sadržaj koji dopunjava kontekst korisnim informacijama. Zadatak je izolovati regione slike koji su zadate boje. *Color spaces*, odnosno modeli boja, predstavljaju način zapisa vrednosti boja. Potrebno je razmotriti koji modeli boja su dobri kandidati za vršenje segmentacije i odabrati najpogodniji.

HSV model boja (*hue, saturation, value* - nijansa, zasićenost, intenzitet) i njemu sličan HSI su modeli koji se često koriste za analizu digitalne slike zbog jednostavnosti prikaza boje i intuitivnosti modela. H komponenta približno preslikava spektar vidljive svetlosti (slika 2.1-B), čime je veoma olakšano definisanje svake boje (sa slike 2.1-D može se videti da se nijanse tirkizne nalaze u okolini 180°). S komponenta opisuje zasićenost, odnosno raspon od belog do pune boje, dok V komponenta daje intenzitet boje [3].



Slika 2.1 HSV model boja

3. POSTOJEĆA REŠENJA

EnChroma je firma koja proizvodi naočare za ljude sa protanomalijom i deuteranomalijom, ali ne za ljude sa čistom dihromatskom vizijom. Njihove naočare filtriraju spektar svetlosti kako bi izolovali čisto crvene i zelene nijanse i na taj način pojačale kontrast između boja. Međutim, iako pojačavaju saturaciju svetla koje dolazi do oka, ne mogu da nadomeste nedostatke u receptorima, te korisnici i dalje ne mogu da prođu Išihara test koji se koristi za dijagnostikovanje nedostatka kolor vizije, već im boje izgledaju "življe". Nude dva tipa filtera naočara – za monitore i za dnevnu svetlost.

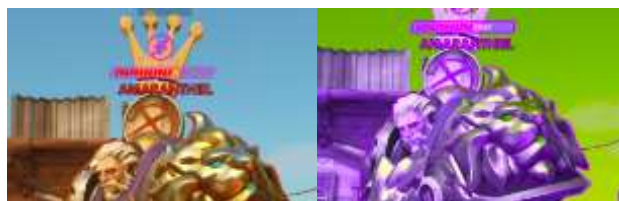
Video igre imaju *color blind* modove kao deo prilagođavanja sadržaja korisnicima, ali često umesto da

dizajniraju sa hendikepima u vidu i definišu ključne delove UI-ja u bojama pogodnim za daltoniste (poput narandžaste i plave, Slika 3.1), neki vid *color shift* filtera se samo doda na kraju razvoja igre (Slika 3.2).

Real time aplikacije za mobilne telefone obrađuju sadržaj koji snima kamera i često takođe koriste filtere za izmenu celog spektra. Bez dodavanja mašinskog učenja i prepoznavanja pojedinačnih predmeta teško je odrediti na koji način bi se promenila boja samo određenih delova slike tako da je najjednostavnije izmeniti kompletnu sliku. Softverska rešenja se uglavnom bave izmenom kompletnog spektra slike u zavisnosti od tipa daltonizma, vodeći se idejom da isključenje problematičnih boja iz slike i zamena tih boja nekim koje su vidljive korisniku olakšava razlikovanje boja na slici. Problem se javlja jer se tada stvara konfuzija kod boja koje su ranije bile vidljive korisniku jer se menjaju i boje koje ne predstavljaju problem.



Slika 3.1 Primer deuteranopija filtera u igri League of Legends



Slika 3.2: Primer tritanopija filtera u igri Overwatch

3. REŠENJE DATE APLIKACIJE

Rešenje koje ovaj rad daje u domenu *real time* aplikacija tvrdi da je promena celog spektra boja nepotrebna jer s veštačkim kreiranjem kontrasta između jednog para delova spektra posledično kreira smanjenje kontrasta između ostalih boja. Potrebno je naći alternativni način za isticanje samo jednog dela spektra, takav koji ne obuhvata manipulisanje bojama. Po uzoru na neke bolje dizajnirane video igre i aplikacije, odlučeno je da se problematični regioni slike obeleže šrafiranjem. Na ovaj način ne menja se prikaz na koji je korisnik navikao, osim u delu koji predstavlja obeležavanje boje koju korisnik ne razlikuje.

3.1. Implementacija

Koristeći se alatima koje obezbeđuju *Apple* i *OpenCV*, napravljena je *real time* AR aplikacija za ajfon koja šrafira površine problematičnih boja za daltoniste. Svaki dostupan frejm prebacivan je iz RGB u YCrCb format radi jednostavne definicije opsega jedne boje.

Eksperimentisanjem sa različitim vrstama osvetljenja i materijala od kojih mogu biti obojeni predmeti definisani su sledeći opsezi: za crvenu boju videti (1), za zelenu (2).

$$\begin{aligned} &(Y, Cr, Cb) \\ &\in [(100, 0, 182), (255, 138, 255)] \quad (1) \\ &\cup [(0, 70, 170), (110, 130, 255)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &(Y, Cr, Cb) \\ &\in [(0, 0, 0), (174, 116, 130)] \quad (2) \\ &\cup [(108, 0, 0), (255, 99, 136)] \end{aligned}$$

Sama segmentacija boje vršena je koristeći YCrCb model boja. Originalna slika je čuvana, a kopija je prebacivana u ovaj model boja i segmentirana u zavisnosti od odabranog filtera. Odabirani su pikseli koji su se nalazili u zadatom opsegu.

Da bi se pokrile varijacije u nijansama korišćena su po dva opsega, a rezultujuće binarne slike su kombinovane u jednu. Nakon dobijanja segmentirane slike, učitavan je uzorak paterna koji se koristio za šrafiranje.

On se multiplicirao dovoljno puta da prekrije celu sliku i zatim bi se odsecao višak.

Ta maska je sabirana sa segmentiranom slikom i time je dobijana binarna slika gde je šrafirano samo deo slike koji nas zanima. Ovo je tada sabirano sa sačuvanom originalnom slikom i tako prikazivano na ekranu.

3.2. Rezultati

Aplikacija je isprobana na dnevnom svetlu – u senci (Slika 3.1) i direktno na suncu (Slika 3.2). Crvene su detektovane bez problema i bez mešanja sa ružičastim bojama. Što se tiče zelenih, u senci su neki od listova prelazili u plave nijanse, a na suncu u žute te nisu u potpunosti detektovani.

Sledeće je testirano kako aplikacija reaguje na slike sa monitora (Slika 3.3).

Testirano je na fotografiji utakmice gde su timovi nosili crvene i zelene dresove te su za daltoniste bili teško razlikovani. Iako je osvetljenje monitora bilo spušteno, slika je i dalje bila svetla na telefonu.

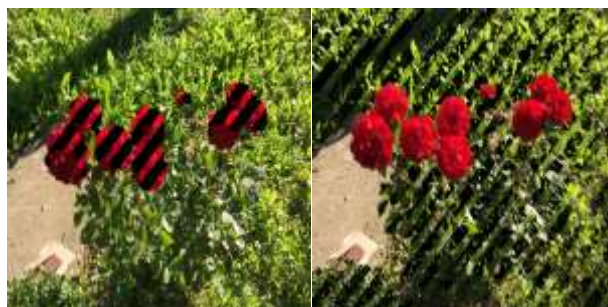
Crvena je detektovana bez problema, ali je zelena samo delimično detektovana. Ovo je delimično zbog osvetljenja, a delimično jer nijanse takođe počinju da prelaze u plavo ili sivo.

Poslednji test izvršen je na veštačkom (žutom) svetlu (Slika 3.4) gde su crvena i dve zelene olovke postavljene na crveni stolnjak.

Pod veštačkim svetlom crvene nijanse postale su bliže ružičastim te su teže detektovane, dok sa zelenim nije bilo problema.



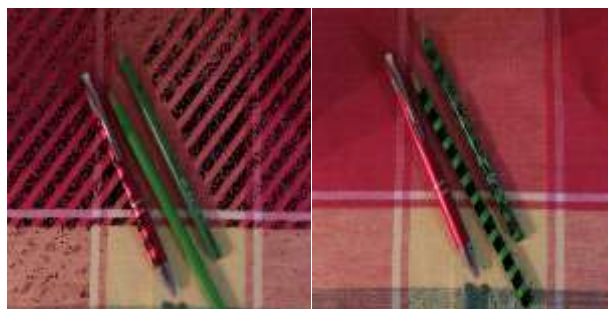
Slika 3.1 Protan i deutan filteri u senci



Slika 3.2 Protan i deutan filteri na suncu



Slika 3.3 Protan i deutan filter na slici sa monitora



Slika 3.4 Protan i deutan filteri na veštačkom svetlu

3. ZAKLJUČAK

Kao motivacija za kreiranje ove aplikacije predstavljene su situacije u kojima zavisnost od informacija koje se prenose bojom može otežati svakodnevne situacije ljudima sa daltonizmom. Pokazano je kako funkcioniše kolor vizija i koji tipovi daltonizma mogu postojati. Zatim je predstavljen koncept augmentovane realnosti i načini njene primene u svakodnevnom životu. Objasnjeno je kako se kolor fotografija formira pomoću digitalne kamere.

Zatim su predstavljena najčešća softverska rešenja koja pokušavaju da prilagode prikaz korisnicima sa daltonizmom i objašnjeno je zašto je odlučeno da se koristi šrafiranje za obeležavanje boja na slici. Ukratko je pokazana tehnologija razvoja iOS aplikacije koja koristi kameru i oradu slike u realnom vremenu. Na kraju je data sama implementacija aplikacije i rezultati upotrebe filtera u nekoliko situacija.

Prvi problem se javio u pogledu razvoja aplikacije za iOS. Postoje obilni resursi i smernice kako jedna aplikacija izgleda. Međutim, kako Apple drži monopol nad alatima za razvijanje (Xcode i macOS), oni nisu na nivou konkurentnih (na primer Guglov Android Studio koji je cross platform i jednostavan za korišćenje, na nivou sa vodećim razvojnim okruženjima).

S te strane, potrebno je uložiti neko vreme da bi se sve podesilo i da bi se savladao programski jezik koji takođe samo oni koriste. S druge strane, OpenCV koji nudi alate

za samu obradu slike odlično uklapa svoju biblioteku u potpunosti sa interfejsom koji mu pruža *AVFoundation framework* te je vreme potrebno za transfer znanja minimalno.

Drugi problem predstavljala je efikasnost operacija koje su izvršavane nad svakim frejmom slike. U pogledu konkretnog rešenja koje je ovim radom predstavljeno, minimizovan je skup operacija potreban da se slika obradi, te su prikazane zadovoljavajuće performanse za prikaz u realnom vremenu. Kako je ideja bila da se predstavi alat koji će se koristiti za brzu identifikaciju objekata neke boje u odnosu sa pozadinu, šrafiranje se pokazalo kao dovoljno. Pored toga, sam uređaj pruža automatsko korigovanje ekspozicije i fokusa pa je prikaz prilično ujednačen.

Najvažniji problem se javlja pri zadavanju opsega samih boja. Za tačnu identifikaciju boja potrebno je analizirati i kontekst u kom se objekat nalazi, a ne samo vrednost piksela. Promena osvetljenja drastično utiče na boju, što ljudski mozak može da interpretira u većini slučajeva.

Za tačniju segmentaciju bilo bi potrebno pratiti i pozadinu na kojoj se objekat nalazi kao i ivice objekta čime bi se dala mogućnost za odstupanje od opsega ukoliko se nalazi u okruženju piksela koju mu odgovaraju. Ovakve analize međutim zahtevale bi napredniju i dužu obradu pojedinačnih frejmova čime bi se smanjila odzivnost prikaza i povećala bi se frustracija korisnika.

Na kraju su odabrani rasponi nijansi u kojima je boja čista i jasna, dok su varijacije u osvetljenju i boji svetla ignorisane, imajući u vidu činjenicu da je korisniku kroz aplikaciju dostupan i blic, odnosno lampa telefona koja se može koristiti da se osvetljenje normalizuje.

Pronalazak boljeg rešenja za varirajuće osvetljenje je najbitniji naredni korak. To bi uključivalo zahtevniju obradu frejmova koja bi mogla kao posledicu imati pad u performansama što bi dovelo do frustracije korisnika.

Osim toga, postoje unapređenja koja bi mogla biti dodata da daju korisniku veću moć nad prikazom: zumiranje slike kako bi aplikacija mogla da se koristi i kao lupa, ručno podešavajne osvetljenosti slike, čuvanje filtrirane fotografije u album sa slikama, zadavanje same šare za šrafiranje, izmena regiona problematične boje kao i zadavanje boje kojom bi problematična boja mogla da se zameni i identifikator boja koji bi na ekran ispisivao ime boje koja je u fokusu.

4. LITERATURA

- [1] *Opsin genes, cone photopigments, color vision, and color blindness*, Lindsay T. Sharpe, Andrew Sockman, Herbert Jägle, Jeremy Nathans (1999)
<http://www.staff.uni-giessen.de/~g61088/colbook/sharpe.pdf>
- [2] *Handheld Augmented Reality*, D.Wagner, dissertation, *Graz University of Technology, Institute for Computer Graphics and Vision* (Oktobar 2007)
http://studierstube.icg.tugraz.at/thesis/Wagner_PhDthesis_final.pdf
- [3] *Digital Image Processing, 2nd Edition*, Rafael Gonzales, Richard Wods, Pearson Education (2002)
http://web.ipac.caltech.edu/staff/fmasci/home/astro_refs/Digital_Image_Processing_2ndEd.pdf

Kratka biografija:



Isidora Škulec rođena je u Novom Sadu 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranila je 2018.god.
kontakt: isika93@gmail.com