

BIOMETRIJSKE TEHNOLOGIJE U NAPREDNIM SISTEMIMA ZA POMOĆ VOZAČIMA**BIOMETRIC TECHNOLOGIES IN ADVANCED DRIVER ASSISTANCE SYSTEMS**Adrijana Delić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MEHATRONIKA**

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je primena uređaja koji mogu da olakšaju vozačima vožnju posebno u situacijama pospanosti. S obzirom da je vožnja postala sastavni deo svakodnevnog života mnogih ljudi, zahteva njihovu punu pažnju. Prikazan je primer korišćenja „Stay awake“ uređaja, kao i kamere i algoritma koji prate budnost vozača. Na kraju rada opisan je „Eye tracker“ uređaj koji bi takođe mogao da se iskoristi kao uređaj za praćenje pogleda vozača tj njegove pažnje tokom vožnje.

Ključne reči: budnost vozača, „Stay awake“, „Eye tracker“, uređaj za praćenje pogleda vozača

Abstract – This paper shows the application of devices that can make it easier for drivers to drive, especially in situations of drowsiness. Since driving has become an integral part of many people's daily lives, it requires their full attention. An example of using the "Stay awake" device, as well as a camera and an algorithm that monitor the driver's vigilance, is presented. At the end of the paper, the "Eye tracker" device is described, which could also be used as a device for monitoring the driver's gaze, i.e. his attention while driving.

Keywords: driver's vigilance, "Stay awake", "Eye tracker", a device for monitoring the driver's view

1. UVOD

Prema studijama koje su sprovedene 2008. godine oko 20% svih saobraćajnih nesreća uzrokovano je skretanjem pogleda i umorom vozača. Ovaj procenat je zabrinjavajući pa podstiče detaljno proučavanje ovog problema i realizaciju i primenu „Eye tracker“, „Stay awake“ i drugih uređaja. Najnoviji izveštaji o globalnom stanju bezbednosti na putevima ukazuje na to da saobraćajne nezgode godišnje odnesu živote preko 1 350 00 ljudi. Na svake 24 sekunde jedna osoba izgubi život u saobraćajnim nezgodama na putevima. Mnogi vozači koji su zaspali za volanom u toku vožnje, priznaju da to nisu ni osetili.

2. „STAY AWAKE“ UREĐAJ

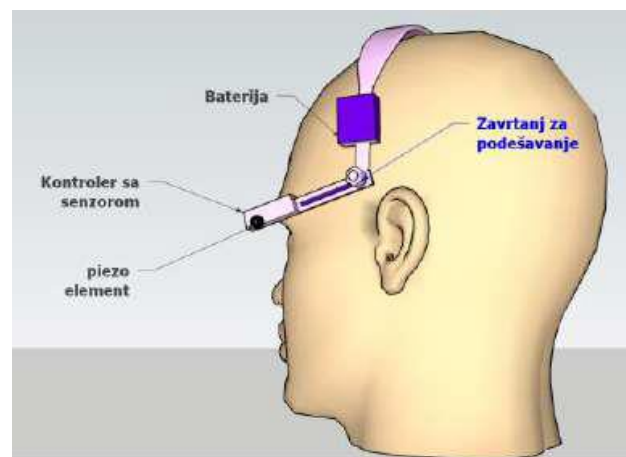
Kao što samo ime uređaja govori „ostani budan“ je uređaj koji će na vreme upozoriti vozača da je umoran i da mu je hitno potreban odmor. Način rada ovog uređaja je da prati očne kapke vozača i primeti i delimičnu zatvorenost oka.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Platon Sovilj, red. prof.

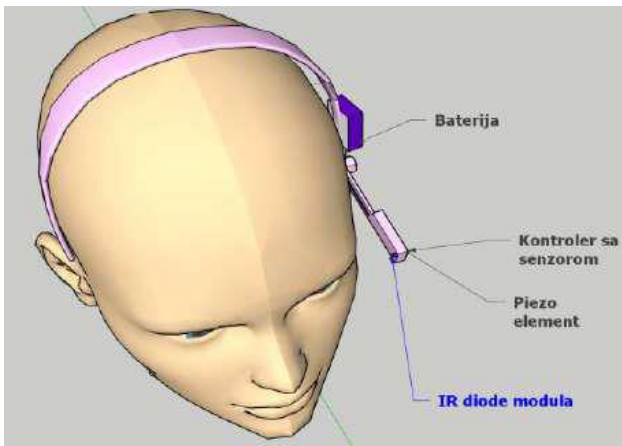
„Stay awake“ uređaj je instaliran na glavi vozača po principu slušalica. Težina uređaja je 78 g, tako da je lagan i ne predstavlja problem kod dugotrajnog nošenja. Senzor je podešen da stoji na samoj ivici oka i svojom pozicijom ne ograničava vidno polje vozača, čak ni kod perifernog vida. Napaja se baterijom od 9 V i koristi se kontroler Arduino NANO Atmega 328P. Ovo je kontroler vrlo malih dimenzija i pogodan je za primenu u ovakvim uslovima gde smo ograničeni gabaritom i težinom uređaja. Senzorski modul prilagodljiv je ambijentalnom svetlu. Ima infracrvene diode koje emituju i primaju svetlost, a ta svetlost nije u vidnom rasponu čoveka, tako da ne ometa vozača. Domet detekcije senzora se može menjati podešavanjem potencijometra od 2 do 30 cm. Pored malih dimenzija i preciznosti u radu, ovaj uređaj je daleko konkurentniji i sa cenom od ostalih uređaja. Njegova cena je manja od 30e.

Kao što je prikazano na slici 2.1 uređaj se može podesiti u odnosu na dimenziju glave korisnika. Ukoliko je potrebno uređaj se može zakačiti i na naočare korisnika.

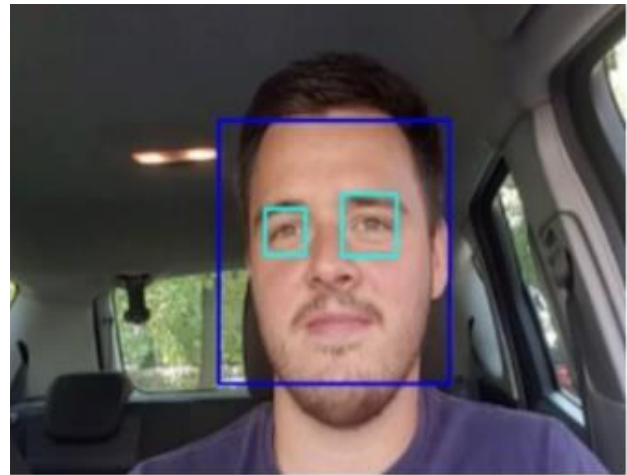


Slika 2.1. „Stay Awake“ sa posebnim nosačem

Uključivanjem uređaja piezo element se oglašava pištanjem u periodu od 1500 ms i time potvrđuje da je uređaj spreman za rad. Pored podešavanja dimenzija nikakva druga podešavanja nisu potrebna. Dioda moraju biti usmerene ka kapku oka. Testiranje uređaja se obavlja tako što se uređaj podesi, a oko je otvoreno. Zaklapanjem kapka u periodu od 1000 ms, piezo element se oglašava pištanjem i tako stavlja do znanja da je uređaj ispravan.



Slika 2.2. Usmeravanje diode



Slika 3.1. Uspešna detekcija lica i očiju

Ukoliko u toku vožnje, vozač zaklopi očne kapke u periodu od 1000 milisekundi piezo element će se oglasiti „pištanjem“ i na taj način upozoriti vozača da treba da stane i odmori se. Prema istraživanjima trajanje treptaja je između 100 i 400 milisekundi, pa je iz tog razloga uzeto 1000 ms kao granica, jer se nakon 1000 ms vodi da je vozač zapao u mikrosnivanje. Zbog individualnosti vozača morala je biti veća granica od 400-500 ms.

Stay Awake uređaj se pokazao kao veoma pouzdan uređaj i u dnevnim i u noćnim uslovima, kao i u obe varijante nošenja. Cena ovog uređaja je veoma pritupačna što dobro utiče na sam status uređaja na tržištu. Pored osnovnog rešenja postoji i dodatak vibro motora na uređaj, kako bi se vozač dodatno razbudio. Vibro motor podiže cenu uređaja, pa je ostavljen izbor kupcu da li želi uređaj sa ili bez vibro motora.

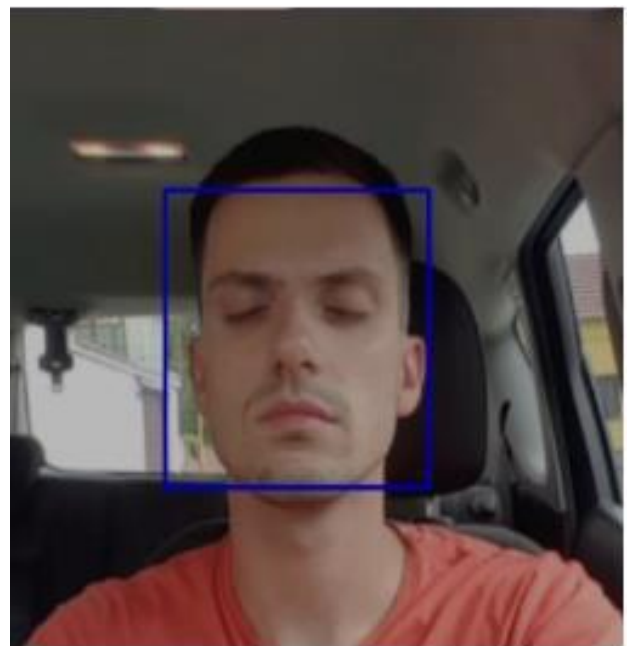
3. PRAĆENJE STANJA VOZAČA POMOĆU KAMERE U VOZILU

Pri izvođenju ovog projekta korišćene su metode za prepoznavanje objekta koji su razvili *Viola i Jones*. Nakon detektovanja objekta, u ovom slučaju lica i očiju, proverava se da li vozač žmuri, gleda u stranu i spušta glavu. *Viola Jones* algoritam zasniva se na mašinskom učenju. Konkretno algoritam za ovaj projekat koristi se Haarovim karakteristikama, integralnom slikom, *AdaBoost*-om i kaskadnim klasifikatorom.

Algoritam se sastoji iz dva dela. Jedan se odnosi na prednju stranu lica, a drugi na profil lica, jer karakteristike profila i prednjeg dela lica nisu iste.

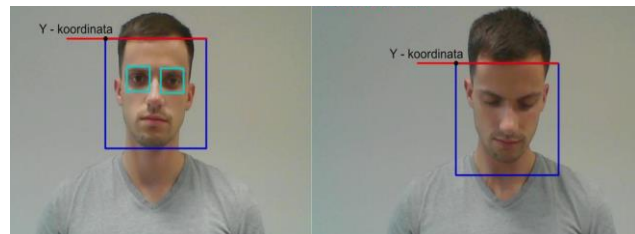
Nakon prvog kadra u kojem se pojavljuje lice, poziva se funkcija koja je zadužena za detekciju lica. Veličina glave se izračunava na osnovu visine i širine pravougaonika koji je označio lice. Taj okvir se kasnije koristi za proveru da li je glava spuštena. Nakon otkrivanja lica, algoritam pokušava da detektuje oči unutar okvira, kao što je prikazano na slici 3.1.

Svaki put kada algoritam detektuje lice, a oči ne, poziva se funkcija koja proverava da li su oči korisnika zatvorene. U algoritmu postoji brojač koji aktivira alarm da su vozaču oči predugo zatvorene tj nedetektovane.



Slika 3.2. Uspešna detekcija lica i očiju kada vozač žmuri

Nakon detektovanja lica i očiju proverava se spuštenost glave. Proverava se y-koordinata okvira detektovanog lica. Poredi se početna y-koordinata gornjeg levog ugla sa trenutnom y-koordinatom gornjeg levog ugla pravougaonika. Kako vozač spušta glavu tako se i y-koordinata menja.



Slika 3.3. Prikaz detekcije prilikom spuštanja glave

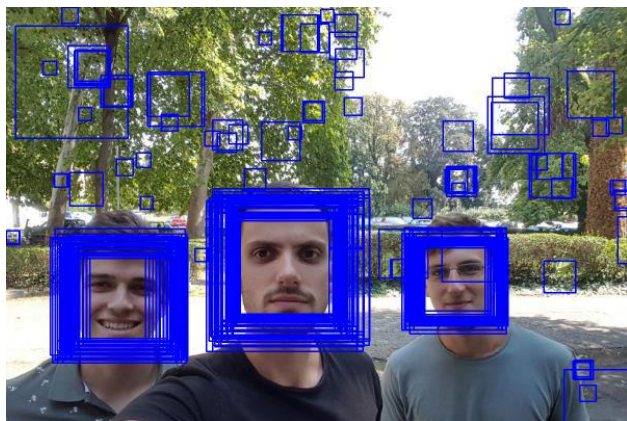
S obzirom da postoji mogućnost da se vozač udalji od ili da se približi kameri tokom vožnje, postoji mogućnost promene y-koordinate. Rešenje ovog problema sprovedeno je računanjem površine označenog okvira.

Algoritam funkcioniše tako da, ukoliko ne može da se otkrije prednji deo lica, pokušava da otkrije profil lica. Ovaj deo funkcioniše tako da ako se detektuje profil lica, uključuje se brojač i meri se koliko dugo vozač skreće pogled. Postoji određeni prag nakon kog se aktivira alarm upozorenja koji obaveštava vozača da vrati pogled napred.

Detektor je određen samo za jednu stranu, pa je upotrebljen efekat ogledala, kako bi mogla da se detektuje i leva i desna strana profila vozača.

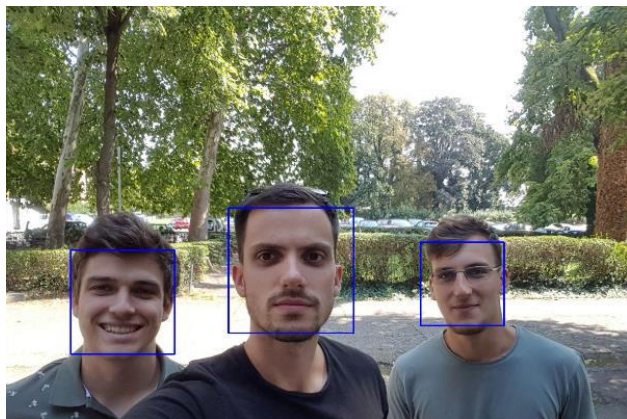
Ovaj algoritam testiran je u automobilu sa kamerom mobilnog telefona. Testovi su se obavili preko dana, jer način rada algoritma nije predviđen za noćne uslove. Nakon testiranja utvrđeno je da je na tačnost rezultata najviše uticala funkcija koja vrši detekciju.

Pored toga jako bitan faktor bio je nivo svetlosti. Svetlost je uticala na samu detekciju. Postoje određeni parametri funkcije koji su posebno uticali na detekciju, poput parametra minimalni broj suseda (eng. *minNeighbors*). Ovaj parametar radi po principu kliznog pod-prozora. Primenom ovog kliznog pod-prozora preko slike, traži se željeni objekat i prolazi kroz sliku. Proces se ponavlja sve dok se veličina prozora više ne može promeniti. Nakon ovog procesa, gde svaka iteracija menja veličinu prozora i ponovo prolazi kroz sliku, detektuje se mnogo lažno-pozitivnih lica, kao što je prikazano na slici 3.4.



Slika 3.4. Detekcija sa parametrom minimalni broj suseda=0

Da bi se lažno-pozitivna lica uklonila primenjuje se kocept minimalni broj suseda. Ako je otkriven objekat u blizini drugih prozora onda je u redu. Ovaj broj određuje koliko je suseda potrebno za detekciju lica.

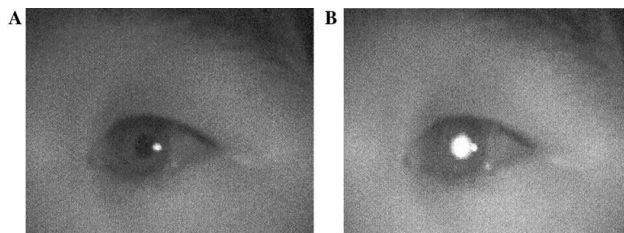


Slika 3.5. Detekcija sa parametrom minimalni broj suseda=3

Broj suseda je dosta veći kada je u pitanju prednja strana lica u odnosu na profil lica. Ovaj pristup daje tačnije rezultate, ali slabiju detekciju u situacijama kada osvetljenje nije idealno. Detekcija stanja zavisi od detekcije oka što zavisi od toga da li je lice otkriveno ili ne. Detektor za traženje očiju obučen je da obeleži samo otvoreno oko. Tokom testiranja uočena je greška da se ponekad detektuju oči i kada su zatvorene. Iz tog razloga je minimalni broj suseda povećan na veću vrednost.

4. EYE TRACKER UREĐAJ

Tehnike praćenja pogleda na osnovu kamere oslanjaju se na neka svojstva odnosno karakteristike oka koje može otkriti i pratiti kameru ili druge opričke ili fotosenzibilne uređaje. Limbus i zenica se koriste za praćenje. Limbus je granica oka gde se iris (obojeni deo oka) i beonjača spajaju. Zenicu je teže otkriti zbog kontrasta između granice zenice i irisa, ali tehnika praćenja zenice imaju bolju tačnost jer nisu prekrivene kapcima (osim za vreme treptanja). Da bi se poboljšao kontrast koriste se infracrveni izvori svetlosti. Pošto infracrvena svetlost nije u vidljivom spektru čoveka ne odvlači pažnju korisnika. Pošto kamera sada „vidi“ svetlo koje je reflektovano sa zadnje strane oka, slično efektu crvenih očiju pri fotografiji pomoću jakog blica, fotoapararat vidi svetlu zenicu kao što se može videti na slici 4.1.



Slika 4.1. Prikaz tamne (a) i svetle (b) zenice

5. ZAKLJUČAK

Kao neko ko svakodnevno provodi dva sata vozeći automobil na posao, mogu da potvrdim koliko umor, pospanost i skretanje pažnje može loše uticati na kvalitet same vožnje. Uređaji koji su prikazani u ovom projektu, zaista mogu da pomognu kako bi statistika saobraćajnih nesreća uzrokovana skretanjem pogleda vozača, bila smanjena. *Stay awake* uređaj pokazuje veliku tačnost i zaista ga je lako prilagoditi samom korisniku. Njegova težina i cena mogu da doprinesu njegovom statusu na tržištu. Što se tiče postavljanja kamere na vetrobran auta da prati pogled vozača, rezultati su nešto lošiji, jer na samu kameru utiču svetlost i udaljenost vozača od kamere.

Ovaj uređaj bi mogao dobro da se iskoristi, ali da se izvrše određene promene i poboljšanja koja bi doprinela tačnosti usled promene svetlosti, promene položaja glave, udaljenosti i sl.

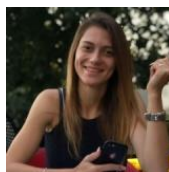
Na samom kraju spominje se *Eye tracker* uređaj kao predlog za praćenje same zenice oka. *Eye tracker* uređaj je zaista koristan u mnogim sferama. Ja sam ga koristila u oblasti sporta, gde se pokazao veoma korisno, pri mnogo

bržim pokretima čitavog tela, pa samim tim i glave i oka, u odnosu na pokrete tokom vožnje. Nisu izvršena testiranja, ali ne sumnjam da bi *Eye tracker* uređaj značajno doprineo poboljšanju pažnje vozača.

6. LITERATURA

- [1] World Health Organization, Global status report on road safety, 2009, dostupno na: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009/en/
- [2] The National Sleep Foundation, Sleep in America™ Poll, 2009, dostupno na: <https://sleepfoundation.org/sites/default/files/2009%20POLLS%20HIGHLIGHTS.pdf>
- [3] Cypress, Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), dostupno na: <http://www.cypress.com/solutions/advanced-driver-assistance-systems-adas>
- [4] Grand View Research, Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) Market Size, Share & Trend Analysis Report By Solution (Adaptive Cruise Control, Blind Spot Detection), By Component, By Vehicle, And Segment Forecasts, 2018 – 2025, dostupno na: <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-advanced-driver-assistance-systems-adas-market>
- [5] Matthew Walker, professor of neuroscience and psychology and the director of the Center for Human Sleep Science at the University of California (2017). "Why We Sleep", dostupno na: <https://www.simonandschuster.com/books/Why-We-Sleep/Matthew-Walker/9781501144325>
- [6] W. Vanlaar, H. M. Simpson, D. Mayhew, and R. Robertson, „Fatigued and drowsy driving: attitudes, concerns and practices of Ontario drivers“, Traffic Injury Research Foundation, 2007, dostupno na: <http://tirf.ca/publications/fatigued-drowsy-driving-attitudes-concerns-practices-ontario-drivers/>
- [7] P. Viola and M. Jones, “Rapid object detection using a boosted cascade of simple features”, In Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2001, dostupno na: www.cs.cmu.edu/~efros/courses/LBMV07/Papers/viola-cvpr-01.pdfhttps://docs.opencv.org/3.4.1/dc/d88/tutorial_train_cascade.html
- [8] NVIDIA, ADVANCED DRIVER ASSISTANCE SYSTEMS (ADAS), dostupno na: <https://www.nvidia.com/en-us/self-driving-cars/adas/>
- [9] BlackBerry QNX, Advanced driver assistance systems, dostupno na: <http://blackberry.qnx.com/en/products/adas/index#benefits>
- [10] Automotive Machine Vision ALPHA reference board, dostupno na: http://www.rt-rk.com/download/rt-rk_ALPHA_ADAS_board.pdf
- [11] R. Kothari, J. Mitchell, Detection of eye locations in unconstrained visual images, in: Proc. of the International Conference on Image Processing, dostupno na: www.pixelmaven.com/jason/articles/Kothari96_DetectionOfEyeLocationsInUnconstrainedVisualImages.pdf
- [12] R. Jacob: What you look at is what you get, dostupno na: <https://ubicomp.net/wp/wp-content/uploads/2017/10/p62-jacob.pdf>
- [13] Y. Ebisawa, S. Satoh, Effectiveness of pupil area detection technique using two light sources and image difference method, in: A. Szeto, R. Rangayan (Eds.), Proc. of the 15th Annual Internat. Conf. of the IEEE Eng. in Medicine and Biology Society, dostupno na: www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/VID95/VID95009FU.pdf

Kratka biografija:



Adrijana Delić rođena je 1996. god u Vrbasu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronika-Robotika i automatizacija, odbranila je 2024.god.
kontakt: delic.adrijana@gmail.com