

Implementacija algoritma za izdvajanje obeležja registarskih tablica u MATLAB programskom okruženju

Hana Stefanović, Ana Miletić
Računarska tehnika
Visoka škola elektrotehnike i računarstva
Beograd, Srbija
stefanovic.hana@yahoo.com, anam@viser.edu.rs,

Dejan Milić, Zorica Nikolić
Telekomunikacije
Elektronski fakultet
Niš, Srbija
dejan.milic@elfak.ni.ac.rs, zorica.nikolic@elfak.ni.ac.rs

Miloš Bandur
Elektronika i telekomunikacije
Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Prištini
Kosovska Mitrovica, Srbija
milos.bandjur@pr.ac.rs

Sadržaj—U ovom radu prikazan je jednostavan i efikasan postupak izdvajanja obeležja registarskih tablica u cilju identifikacije vozila, koji bi se mogao koristiti u okviru sistema za automatsko prepoznavanje registarskih tablica (ANPR – *Automatic Number Plate Recognition*). Algoritam obuhvata lokalizaciju i segmentaciju tablice, kao i izdvajanje očitanih karaktera, a realizovan je u MATLAB programskom okruženju. Algoritam uključuje i predobradu slike, uklanjanje šuma, korekciju senke i odsjaja, kao i korekciju veličine ulazne slike, sa ciljem smanjenja njene veličine zbog optimizacije trajanja procesa obrade podataka. Nakon odgovarajuće predobrade i primene predloženog postupka, sa velikom tačnošću dobijaju se segmentirani karakteri, primenom nekog od standardnih postupaka za optičko prepoznavanje karaktera (OCR – *Optical Character Recognition*).

Ključne reči—Automatsko prepoznavanje registarskih tablica (ANPR—*Automatic Number Plate Recognition*); detektori ivica; lokalizacija tablice; optičko prepoznavanje karaktera (OCR—*Optical Character Recognition*); segmentacija tablice

I. UVOD

Sistemi za automatsko prepoznavanje registarskih tablica (ANPR – *Automatic Number Plate Recognition*) imaju široku oblast primene: u kontroli saobraćaja, na carinama, parkinzima, naplatnim rampama, za kontrolu pristupa privatnim i poslovnim objektima, u policijskom sektoru, kao i u javnoj sigurnosti i transportu [1], [2]. ANPR tehnologija uglavnom koristi visokokvalitetne kamere, kao i odgovarajući softver za prepoznavanje i klasifikaciju registarskih tablica [3], ali i interpretaciju znakova sa tablica i prikaz alfanumeričkog niza koji predstavlja sadržaj tablice (OCR – *Optical Character Recognition*) [4], koji uključuje uglavnom i menadžment baze podataka.

ANPR tehnologija važna i zbog identifikacije ukradenih ili neregistrovanih vozila, zatim u cilju regulisanja kontrole

pristupa obezbeđenim objektima, a ima primenu i u sistemima za praćenje, kontrolu i upravljanje saobraćajem, kao i za nadgledanje korporacijskih vozila, uključujući i kontrolu odvijanja javnog saobraćaja, ali i privatno-komercijalnog saobraćaja kompanija [5].

Nakon detekcije područja registarske tablice, potrebno je izvršiti segmentaciju selektovanog područja, u cilju izdvajanja i prepoznavanja znakova na tablici, gde veliki značaj ima primena algoritama za detekciju ivice u digitalnoj slici [6], [7], [8]. U cilju smanjenja uticaja uslova osvetljenja, kao i uticaja vremenskih uslova na pouzdanost ANPR algoritama, poželjno je koristiti specijalizovane kamere. Neke kamere koriste infracrveni deo spektra da bi se u što većoj meri eliminisao problem osvetljaja i reflektivnosti registarske tablice.

Poboljšanje kontrasta prema reflektivnoj podlozi može se postići upotrebom retroreflektivnih tablica i retroreflektivnih folija, sa ciljem reflektovanja svetlosti u smeru prema izvoru, dok na nekim tablicama samo znakovi na tablicama nisu reflektivni, čime se dodatno povećava stepen kontrasta prema reflektivnoj podlozi. Najčešće je i vodeni žig sadržan u retroreflektivnoj foliji, dok se jedinstveni broj uglavnom nanosi laserskim graviranjem na retroreflektivnu foliju.

Izbor adekvatne kamere je važan faktor za pravilno funkcionisanje kompletnog ANPR sistema, a u okviru ovog rada nisu korišćene profesionalne visokokvalitetne kamere. Ulazne slike na koje je primenjen predloženi algoritam snimljene su u uslovima dnevne svetlosti, kao i noću, pod pretpostavkom da se vozilo ne kreće. Fotografije su snimljene kamerom mobilnog telefona od 13 megapixel, sa Carl Zeiss optikom, dok je u noćnim uslovima korišćen dupli LED blic.

Algoritam prikazan u ovom radu prilagođen je identifikaciji obeležja registarskih tablica sa područja Republike Srbije, koje su dimenzija 520,5×112,9 mm, sa međunarodnom oznakom Republike Srbije - “SRB” u plavom polju na levoj strani, zatim

dvoslovnom latiničnom oznakom registracionog područja, grbom Republike Srbije - crvenim štitom sa četiri ocila, ispod kojeg se nalazi manja ćirilčna oznaka registrarskog područja, nakon čega sledi registrarski broj. Registrarski broj vozila sastoji se od kombinacije tri cifre (od "0" do "9") i kombinacije dva slova između kojih je horizontalna crtica. Slova registrarskog broja su sva slova latiničnog pisma, sa dodatkom slova "X", "Y" i "W". Osim laserski ugraviranog broja i holograma visoke sigurnosti, na tablici se nalazi i folija sa sigurnosnim žigom.

U radu je prikazan jednostavan algoritam izdvajanja obeležja registrarskih tablica u cilju identifikacije vozila. Algoritam obuhvata lokalizaciju i segmentaciju tablice, kao i izdvajanje očitanih karaktera, a realizovan je u MATLAB programskom okruženju. Ulazne slike na koje je primenjen algoritam snimljene su u uslovima dnevne svetlosti, kao i noću, pod pretpostavkom da se vozilo ne kreće.

Nakon odgovarajuće predobrade i obrade slike, dobijeni segmentirani karakteri prikazani su formatu koji bira korisnik, upotrebom besplatnih OCR alata za prepoznavanje teksta sa slike, kao što su Free Image OCR, Free Easy OCR, OnlineOCR, Recognita i drugi [9], [10]. Čuvanje dobijenih rezultata u bazi podataka, kao i upravljanje bazom podataka, nisu obuhvaćeni ovim radom.

II. OPIS I PRIMENA ALGORITMA

Ulazna slika prvo je konvertovana u sivoskaliranu, a uklanjanje šuma izvršeno je primenom Median filtra [11]. Nakon binarizacije slike, izvršena je detekcija ivica Sobelovim detektorom [12], posle čega su primenjene operacije erozije i dilatacije naizmenično, koristeći isti strukturni element [13]. Uticaj izbora vrste detektora ivica analiziran je u [14], [15], dok su različiti postupci segmentacije i izdvajanja regiona ilustrovani u [16], [17].

Postupkom binarizacije dobija se slika čiji pikseli imaju samo dve vrednosti, 0 ili 1. Vrednost praga binarizacije je vrlo bitna za proces izdvajanja regiona tablice, i može se sprovesti sa fiksnom ili promenljivom vrednošću [15].

Operacija zatvaranja sastoji se od primene prvo dilatacije, pa zatim erozije. Efekt koji se postiže zatvaranjem je popunjavanje praznina manjih od strukturnog elementa, čije dimenzije (u broju piksela) zavise od pretpostavljenog razmaka između karaktera na registrarskoj tablici, a korisnik tokom vršenja algoritma može menjati i prilagođavati veličinu strukturnog elementa. Primenom operacije zatvaranja popunjavaju se praznine nastale postupkom binarizacije i izdvajanja ivica, popravljaju se i okvir tablice i izbegavaju mogućnost segmentacije tablice na više manjih delova, što bi svakako otežalo detekciju [13], [18].

Operacija otvaranja sastoji se od primene prvo erozije, pa zatim dilatacije. Efekat koji se postiže otvaranjem je uklanjanje nepotrebnih ili neželjenih delova slike, odnosno brisanje objekata manjih od strukturnog elementa, čije dimenzije korisnik može da menja tokom vršenja algoritma. Primenom operacije otvaranja se takođe uklanja šum sa slike i vrši razdvajanje objekata povezanih tankim linijama [13], [19].

Ulazna slika prikazana na Sl.1. snimljena je u uslovima dnevne svetlosti, pod pretpostavkom da se vozilo ne kreće, a snimljena je kamerom mobilnog telefona od 13 megapixel, sa Carl Zeiss optikom., dok je uticaj izbora praga binarizacije u cilju isticanja važnih delova slike, prikazan na Sl.2. i Sl.3.

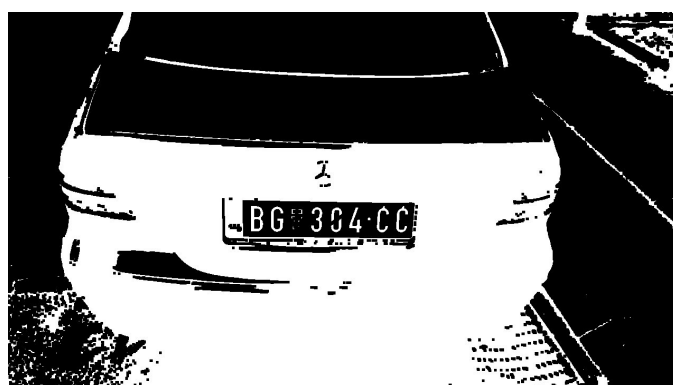
Izdvajanje tabličnog regiona, nakon uklanjanja šuma Median filtrom, prikazano je na Sl.4., a detekcija ivica primenom Sobelovog detektora na Sl.5.



Slika 1. Originalna slika snimljena u uslovima dnevne svetlosti



Slika 2. Binarizacija slike i uticaj izbora praga binarizacije na proces izdvajanja regiona tablice



Slika 3. Značaj izbora praga binarizacije prilikom eliminisanja oznake marke automobila



Slika 4. Rezultat nakon izdvajanja tabličnog regiona i uklanjanja šuma Median filtrom



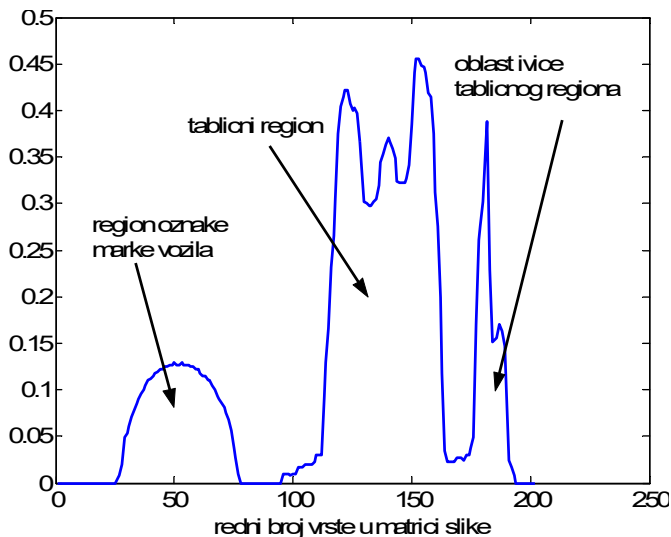
Slika 5. Rezultat primene Soblovog detektora prilikom postupka izdvajanja ivica

Rezultat primene operacije erozije i dilatacije naizmenično, koristeći isti strukturni element oblika diska, čiji se radijus zadaje brojem piksela, ilustrovan je na Sl.6.



Slika 6. Rezultat primene operacije erozije i dilatacije

Pre postupka segmentacije karaktera izvršena je analiza vertikalne i horizontalne projekcije, u cilju jasnijeg definisanja tabličnog regiona i oblasti u kojima se nalaze karakteri. Vertikalna projekcija prikazana na Sl.7, sa jasno izdvojenim regionom tablice.



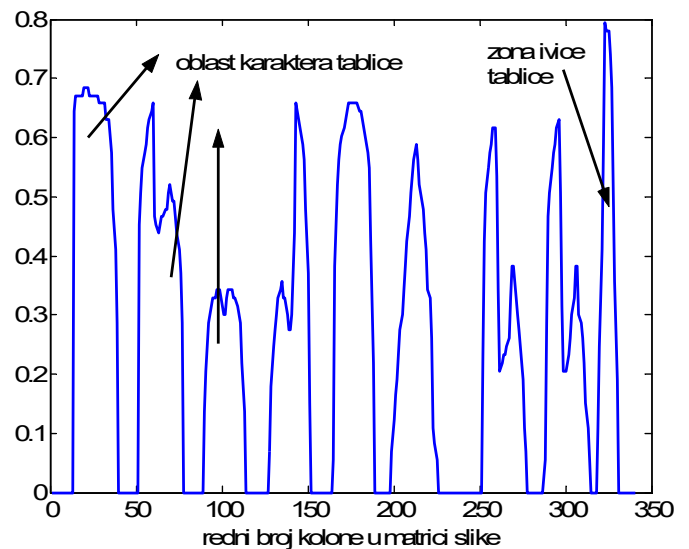
Slika 7. Vertikalna projekcija

Na osnovu analize vertikalne projekcije može se eliminisati oblast regiona oznake marke vozila, što je prikazano na Sl.8.



Slika 8. Eliminacija oblasti regiona oznake marke vozila

Na grafiku horizontalne projekcije se detektuje oblast određeneog karaktera kao prostor između uzastopnih pikova funkcije, čak i ako korisnik nema podatak o minimalnoj širini ili visini karaktera na tablici, kao što je prikazano na Sl.9. Takođe je moguće registrovati i oblast oznake grba sa četiri ocila, ispod kojeg se nalazi manja ćirilična oznaka registarskog područja, što se lako može eliminisati u daljem postupku.

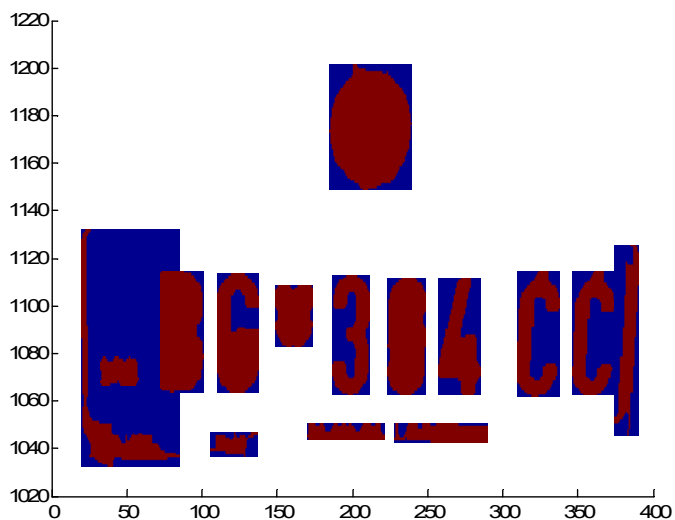


Slika 9. Horizontalna projekcija

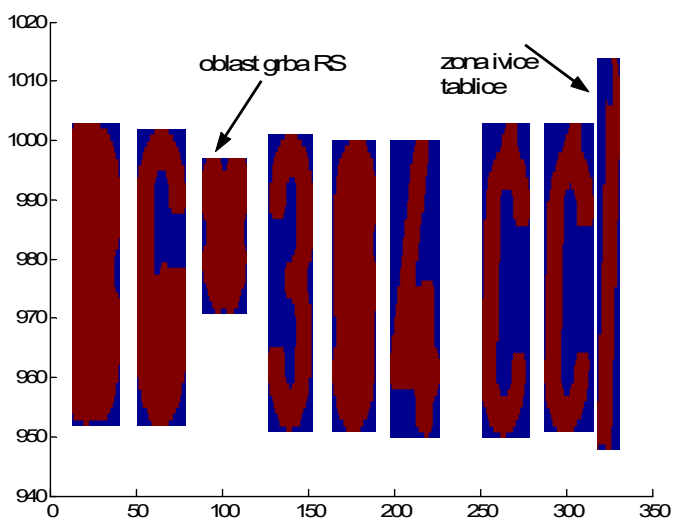
Nakon analize horizontalne projekcije, dobijeni segmentirani karakteri prikazani su na Sl.10, a nakon eliminacije oznake marke vozila, na Sl.11.

Eliminacijom ivičnog regiona tablice, kao i grba Republike Srbije, sa velikom tačnošću dobijaju se segmentirani karakteri, primenom nekog od standardnih postupaka za optičko prepoznavanje karaktera (OCR - *Optical Character Recognition*).

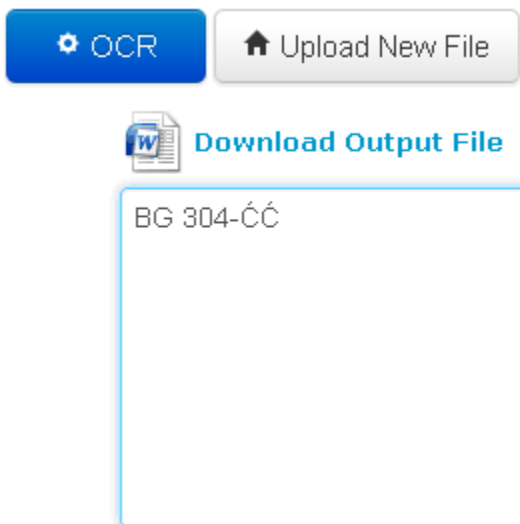
Primenom nekog od dostupnih besplatnih OCR alata za prepoznavanje teksta sa slike, kao što su Free Image OCR, Free Easy OCR, OnlineOCR, Recognita i drugi, što rezultuje ispisivanjem prepoznatih karaktera u formatu koji bira korisnik [9], [10], dobijen je rezultat prikazan na Sl.12.



Slika 10. Prikaz segmentiranih karaktera



Slika 11. Prikaz segmentiranih karaktera nakon eliminacije oblasti oznake marke vozila



Slika 12. Prikaz prepoznatih karaktera upotrebom besplatnih OCR alata

III. PRIMENA ALGORITMA U USLOVIMA NEDOVOLJNOG OSVETLJENJA

Prilikom detekcije i segmentacije tablice u noćnim časovima, uočeno je da primena blica unosi značajno povećanje sjajnosti u centralnom regionu slike, kao što je prikazano na Sl.13, dok su, nakon korekcije ekspozicije, rezultati prikazani su na Sl.14.



Slika 13. Originalna slika snimljena u noćnim časovima



Slika 14. Ilustracija slike pre i nakon korekcije ekspozicije zbog povećane sjajnosti usled upotrebe blica

Efekat uklanjanja šuma Median filtrom, detekcija ivica primenom Sobelovog detektora, kao i rezultat primene operacije erozije i dilatacije koristeći isti strukturni element, prikazani su na Sl.15, Sl.16 i Sl.17.



Slika 15. Postupak uklanjanja šuma Median filtrom

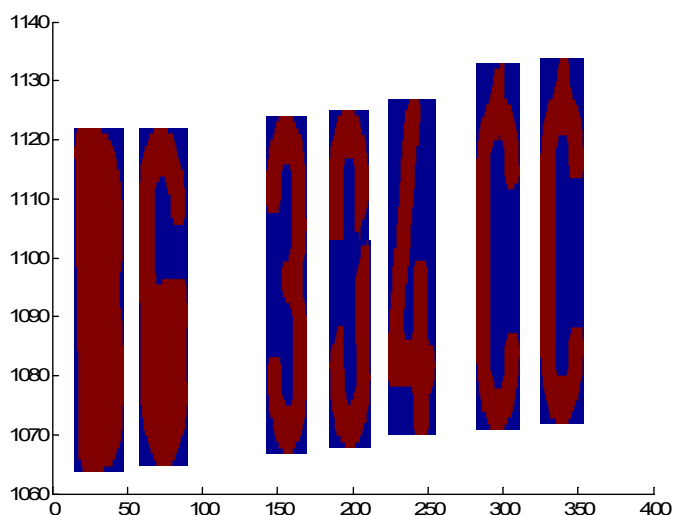


Slika 16. Rezultat primene Sobelovog detektora



Slika 17. Rezultat vršenja operacije erozije i dilatacije

Nakon analize horizontalne i vertikalne projekcije, izdvojeni karakteri prikazani su na Sl.18., uz zaključak da delimična iskošenost i snimanje vozila u noćnim uslovima osvetljenja ne utiču značajno na postupak izdvajanja karaktera.



Slika 18. Prikaz segmentiranih karaktera nakon eliminacije oblasti oznake marke vozila

Otežani uslovi detekcije i segmentacije u smislu pokrivenosti dela tablice senkom, oštećenja ili zaprljanosti dela tablice, velikog stepena iskošenosti tablice i slično, nisu razmotreni u ovom radu. Analiza tablica vozila slikanog u pokretu takode nije razmotrena, dok je primećeno da specifičnosti oznake marke automobila mogu dodatno otežati detekciju.

Konkretno, u slučaju analiziranog vozila marke Mercedes, postoji mogućnost detekcije oznake marke vozila kao karaktera O ili cifre 0, ukoliko se proces izdvajanja tablice ne izvrši korektno. Takođe, algoritam je prilagođen za jednodne tablice, dok bi za slučaj dvorednih tablica bile neophodne neke modifikacije. U slučaju da je slikano vozilo u pokretu, bilo bi neophodno eliminisati zamagljenje usled pokreta, upotrebom Motion Blur filtra [15], ili smanjiti vreme ekspozicije, što u okviru ovog rada nije analizirano.

Moguća poboljšanja algoritma mogla bi se odnositi na primenu Hough-ove transformacije [20], [21] u cilju detekcije karaktera u slučaju iskošenih tablica, kao i primenu adaptivnih metoda prilikom određivanja praga za binarizaciju slike.

Pravci budućih istraživanja svakako će se odnositi na analizu mogućnosti integracije sa algoritmima za prepoznavanje slova, kao i mogućnosti dodavanja nekih sintakasnih pravila, što bi sigurno doprinelo unapređenju opisanog algoritma.

Dodatna analiza problema prepoznavanja i klasifikacije karaktera, uključivala bi svakako i upotrebu metoda veštačke inteligencije, i tehnika korišćenih u postojećim OCR sistemima, što prevazilazi okvire ovog rada. Bez obzira da li bi se implementirani algoritam za prepoznavanje slova oslanjao na poređenje sa šablonom, statističke metode ili identifikaciju granica objekata, odnosno vektorizaciju slike, bila bi neophodna analiza mogućnosti integracije sa algoritmom opisanim u ovom radu, što je svako predmet budućih istraživanja.

ZAKLJUČAK

Algoritmi za identifikaciju i detekciju registarskih tablica imaju primenu u sistemima za elektronsku naplatu putarine, sistemima poziva za hitne slučajeve, na parkinzima i saobraćajnim zonama sa napolatom korišćenja, zatim sistemima za automatsko sankcionisanje prekršaja, kao i sistemima za optimizaciju ruta, nadgledanje stanja na putu i upravljanje saobraćajnom signalizacijom, u okviru Inteligentnih sistema za praćenje tokova sobračaja.

U ovom radu prikazan je dosta jednostavan algoritam izdvajanja obeležja registarskih tablica, koji obuhvata odgovarajuću predobradu slike, lokalizaciju i segmentaciju tablice, kao i izdvajanje očitanih karaktera, a realizovan je u MATLAB programskom okruženju.

LITERATURA

- [1] C.N.E. Anagnostopoulos, I.E. Anagnostopoulos, I.D. Psoroulas, V. Loumos, E. Kayafas, "License Plate Recognition From Still Images and Video Sequences: A Survey", IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 9, no. 3, 2008, pp. 377-391.
- [2] C. Patel, D. Shah, A. Patel, "Automatic Number Plate Recognition System (ANPR): A Survey", International Journal of Computer Applications, vol. 69, no. 9, 2013, pp. 21-33.
- [3] Z. Lihong, H. Xiangjian, B. Samali et al., "Accuracy Enhancement for License Plate Recognition", IEEE Int. Conf. on Computer and Information Techol.-CIT 2010, 2010, pp. 511-516.
- [4] M. Cheriet, N. Kharm, C.L.Liu, S. Suen, Character Recognition Systems: A Guide For Students And Practitioners, Wiley, 2008.
- [5] Y. Wen, Y. Lu, J. Yan, Z. Zhou, K. von Deneen, P. Shi, "An Algorithm for License Plate recognition Applied to Intelligent Transportation System", IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 12, no. 3, 2011, pp. 830-845.
- [6] S. Saha, S. Basu, M. Nasipuri, D.K. Basu, "License Plate localization from vehicle images: An edge based multi-stage approach", Int. J. of Recent Trends in Engineering, vol. 1, issue 1, 2009, pp. 284-288.
- [7] J. Chong, C. Tianhua, J. Linhao, "License Plate Recognition Based on Edge Detection Algorithm", Int. Conf. on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, 2013, pp. 395-398.

- [8] M.A. Lalimi, S. Ghofrani, D. McLernon, "A vehicle license plate detection method using region and edge based methods", *Computers & Electrical Engineering*, vol. 39, no. 3, 2013, pp. 834-845.
- [9] <http://www.onlineocr.net/>
- [10] <http://www.newocr.com/>
- [11] <https://www.mathworks.com/help/images/ref/medfilt2.html>
- [12] W. Wang, "Reach on Sobel Operator for Vehicle Recognition", *International Joint Conf. on Artificial Intelligence*, 2009, pp.448-451.
- [13] M. Popović, *Digitalna obrada slike*, Akademska misao, Beograd, 2006.
- [14] H. Stefanović, S. Štrbac-Savić, D. Milić, "Poređenje performansi različitih metoda detekcije ivice u digitalnoj slici", *Int. Scientific Conf. of IT and Business-Related Research-Synthesis 2015*, 2015, pp. 123-128.
- [15] R.C. Gonzalez, R.E. Woods, S.L. Eddins, *Digital Image Processing Using MATLAB*, Knoxville, TN: Gatesmark Publishing, 2009.
- [16] Y. Yang, X. Gao, G. Yang, "Study the Method of Vehicle License Locating Based on Color Segmentation", *Procedia Engineering*, vol. 15, 2011, pp. 1324- 1329.
- [17] L. Bo, T. Bin, Y. Qingming Yao et al., "A vehicle license plate recognition system based on analysis of maximally stable extremal regions", *IEEE Int. Conf. on Networking Sensing and Control-ICNSC 2012*, 2012, pp. 399-404.
- [18] D. Lukic, M. Radulovic, "Lokalizacija i segmentacija registarskih tablica", *Telekomunikacioni forum-TELFOR 2009*, 2009, pp. 1427-1430.
- [19] X. Zhang, F. Xu, Y. Su, "Research on the Licnese Plate Recognition based on MATLAB", *Procedia Engineering*, vol. 15, 2011, pp. 1330-1334.
- [20] R.O. Duda, P.E. Hart, "Use of the Hough transform to detect lines and curves in pictures", *Commun. Ass. Comput. Mach.*, 1972, vol. 15, pp. 11-15.
- [21] H. Stefanovic, S. Strbac-Savic, D. Milic, "Detection of straight-line segments in digital image using the Hough Transform in MATLAB", *Int. Conf. Science and Higher Education in Function of Sustainable Development-SED 2015*, pp. 2-1–2-6.

ABSTRACT

This paper provides a simple MATLAB-based technique for Automatic Number Plate Recognition (ANPR). Digital image segmentation, after resizing image and removing noise, is applied, while some edge detection algorithms and some morphological techniques are used. Free Optical Character Recognition software is used to output results.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF SIMPLE MATLAB-BASED ALGORITHM FOR NUMBER PLATE RECOGNITION

Hana Stefanovic, Ana Miletic, Dejan Milic,
Zorica Nikolic, Milos Bandjur