

# Lokalizacija i segmentacija registarskih tablica

Dušica Lukić, Miloš Radulović

Mentor: Dr Branimir Reljin

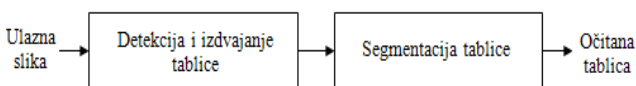
**Sadržaj** — Sistemi za automatsko prepoznavanje registarskih tablica imaju svakodnevnu primenu širom sveta. Od tačnosti i brzine algoritma direktno zavisi i uspešnost čitavog sistema. U ovom radu prikazana je jedna od mogućih realizacija algoritma, napisanog u programskom paketu MATLAB, a koji je namenjen za rad sa vozilima registrovanim od strane MUP Republike Srbije. Imajući u vidu novi pravilnik o registarskim oznakama vozila, treba napomenuti da je uz manje korekcije program primenljiv i za tablice novog izgleda.

**Ključne reči** — detekcija tablice, izdvajanje karaktera, registarska tablica, segmentacija.

## I. UVOD

Prvi sistemi za prepoznavanje registarskih tablica javljaju se 80-tih godina za potrebe identifikacije kola u kontroli saobraćaja, na carinama, naplatnim rampama, u slučaju potrage za ukradenim kolima, da bi 90-tih godina doživeli svoju komercijalnu upotrebu. Danas, širom sveta postoje sistemi za automatsko prepoznavanje registarskih tablica koji se svakodnevno koriste, kao što su: SeeCar u Izraelu, VECON u Hongkongu, LPR u Americi, IMPS u Singapuru, CARINA u Mađarskoj itd. Svaki od navedenih sistema sastoji se od nepokretne kamere (kolor ili *gray scale*), „frame grabber“-a, kompjutera i specijalno dizajniranog softvera za obradu i analizu slike [1]. Sam sistem treba da radi u raznovrsnim uslovima i najčešće se sastoji iz tri dela: lokalizacija tablice, segmentacija karaktera i očitavanje karaktera.

Ovaj rad je posvećen pronalaženju algoritma, koji vrši lokalizaciju i segmentaciju registarskih tablica i kao takav predstavlja deo softvera u sistemima za automatsko prepoznavanje tablica. Realizovani algoritam najbolje se može predstaviti sledećom blok šemom:



Sl. 1. Blok šema realizovanog algoritma

Na početku rada definisana je baza slika sačinjena od 100 fotografija vozila. Pri tome, vodilo se računa da vozilo miruje i da tablica bude u centralnom delu slike horizontalno postavljena u odnosu na podlogu. Sve fotografije načinjene su visokokvalitetnim IXUS 980 IS

fotoaparatom, pri dnevnoj svetlosti i sunčanim vremenskim uslovima.

Kao rezultat opisanog algoritma pojavljuju se pojedinačni karakteri segmentirane tablice, bez naknadnog očitavanja.

Pored uvodnog poglavlja, rad sadrži još pet poglavlja. U drugom poglavlju opisan je postupak lokalizacije registarske tablice, dok se treće poglavlje odnosi na njenu segmentaciju. U četvrtom poglavlju prikazan je krajnji rezultat programa, a u petom je data diskusija o problemima na koje se naišlo prilikom pisanja programa. Na osnovu rezultata dobijenih ovim algoritmom, na kraju rada iznet je zaključak o uspešnosti predstavljenog programa kao i mogućnost njegovog proširenja.

## II. DETEKCIJA I IZDVAJANJE TABLICE

Prvi korak ka uspešno razvijenom sistemu za prepoznavanje tablica predstavlja detekcija tablica. Na izlazu algoritma za detekciju registarske tablice nalazi se najbolji „kandidat“ sa liste nekoliko mogućih „kandidata“ za registarsku tablicu, određenih prethodnom obradom. Ukoliko su kriterijumi za određivanje pravog kandidata ispravni i sistem ne unosi grešku, na kraju prvog koraka dobićemo traženu tablicu koju koristimo kao ulaz algoritma za segmentaciju karaktera.

### A. Predobrada slike

Preprocesiranje ima za zadatak da poboljša sliku i olakša njenu analizu. Od mogućnosti i osobina fotoaparata kojim su načinjene slike zavisi kvalitet dobijenih snimaka. Korišćenjem klasičnog digitalnog fotoaparata, slike koje se dobijaju mogu imati razne mane: odsjaj, senka, itd, pa se stoga u namenskoj upotrebi češće koriste tzv. REG kamere, koje poseduju specijalnu optiku, sočiva, infracrvene senzore i procesore za date namene [2].

U realizovanom programu koji je predstavljen u ovom radu bilo je potrebno smanjiti veličinu ulazne slike, s obzirom na rezoluciju dobijenih snimaka, kako bi se ubrzao sam proces obrade podataka.



Sl. 2. Originalna slika iz baze slika

□ Dušica Lukić, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija; (telefon: +381-63-8481985; e-mail: [dusica.lukic@ikomline.net](mailto:dusica.lukic@ikomline.net)).

Miloš Radulović, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Srbija; (telefon: +381-65-2005302; e-mail: [radulovic13@yahoo.com](mailto:radulovic13@yahoo.com)).

Ulazna slika (Sl. 2.) pretvara se u binarnu sliku što se radi treshold metodom, pri čemu se prag osjetljivosti za svaku sliku bira posebno, analizom histograma intezitetne slike. Zatim se vrši usrednjavanje da bi se uklonio šum iz slike i u tu svrhu primenjuje se medijan filtar. Rezultat prethodno opisanog postupka prikazan je na Sl. 3.



Sl. 3. Slika dobijena prethodno opisanom obradom

Sledeći korak jeste detekcija vertikalnih ivica Sobelovim filtrom, koji će bez većih gubitaka, izdvojiti vertikalne komponente od interesa, a eliminisati većinu horizontalnih komponenti (Sl. 4.).



Sl. 4. Rezultat nakon vertikalne detekcije ivica

#### B. Otvaranje i zatvaranje

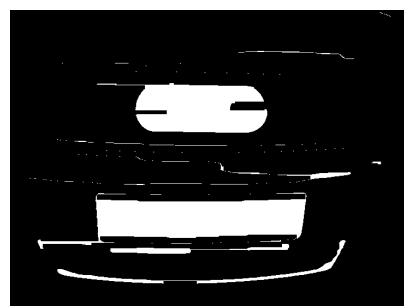
Cilj dalje obrade jeste da se nizom operacija otvaranja (erozija pa dilatacija iste slike sa istim strukturnim elementom) i zatvaranja (dilatacija pa erozija) napravi lista mogućih "kandidata" za registarsku tablicu [3]. Tom prilikom korišćen je pravougaoni strukturni element sa unapred zadatim stranicama u vidu broja piksela.

Najpre se operacija zatvaranja sa horizontalnim strukturnim elementom koji je duži od maksimalnog pretpostavljenog razmaka između karaktera, primenjuje na binarnu sliku sa izdvojenim ivicama. Time se povezuju vertikalne komponente koje je Sobel-ov detektor izdvojio (Sl. 5). Nakon toga vrši se čišćenje okvira slike (Sl. 6), čime će se eliminisati sve komponente koje su povezane sa okvirom slike 5. Sledeći korak jeste odstranjivanje svih komponenti koje međusobno nisu povezane i svojim dimenzijama nisu uporedive sa registarskom tablicom. Zbog toga se u daljoj analizi primenjuje operacija otvaranja sa vertikalnim strukturnim elementom čija se visina određuje kao pretpostavljena minimalna visina karaktera čime će se eliminisati oblasti čija je visina manja od pretpostavljene minimalne visine karaktera. Nakon toga sledi otvaranje sa horizontalnim strukturnim elementom

čija širina treba da bude manja od pretpostavljene minimalne širine registarske tablice. Time ćemo eliminisati sve komponente na slici koje su po širini manje od neke minimalne pretpostavljene širine registarske tablice. Nakon ovog otvaranja, prilikom koga se dobija binarna maska, vrši se binarno množenje date maske sa slikom dobijenom medijan filtriranjem (Sl. 7.) i dobijaju se „kandidati“ za registarsku tablicu.



Sl. 5. Rezultat nakon prve operacije zatvaranja



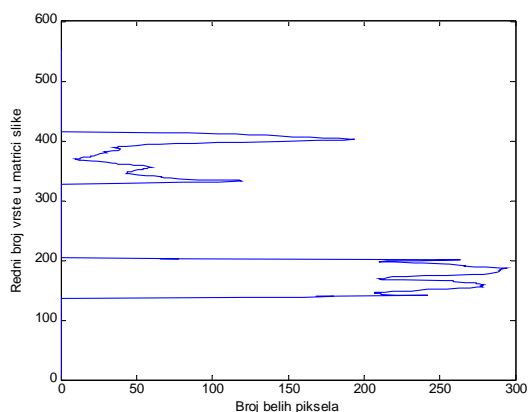
Sl. 6. Rezultat nakon čišćenja okvira



Sl. 7. Izdvojeni „kandidati“

#### C. Pronalaženje najboljeg „kandidata“

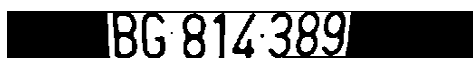
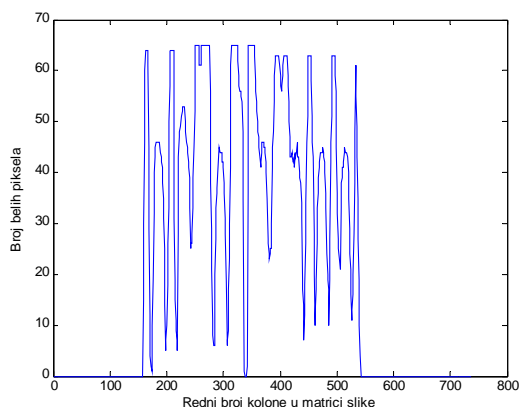
Nakon izdvajanja oblasti od interesa vrši se njihova analiza radi dobijanja pravog regiona koji predstavlja registarsku tablicu. Novi kriterijum koji se može usvojiti radi konačnog odabira pravog regiona jesu dimenzija tablice [4]. Zbog toga se u daljoj obradi primenjuje vertikalna projekcija nad slikom sa oblastima „kandidatima“ (Sl. 8.).



Sl. 8. Grafik vertikalne projekcije mogućih „kandidata“ za tablicu

Na grafiku dobijene projekcije jasno se vide oblasti kandidata, a za oblast tablice uzima se region koji sadrži maksimum dobijene funkcije.

Nakon što su određene vertikalne granice tabličnog regiona prisupa se horizontalnoj projekciji. Horizontalna projekcija vrši se nad dobijenim vertikalnim opsegom čime će se odrediti i horizontalne granice tabličnog regiona i čime će se izvršiti priprema za segmentaciju karaktera tablice.



Sl. 9. Rezultat nakon horizontalne projekcije

### III. SEGMENTACIJA

U predstavljenom programu segmentacija tablice obavlja se procesom nalaženja horizontalnih granica između karaktera [5]. Na Sl. 9. vidi se da pikovi funkcije korespondiraju sa rastojanjima između karaktera. Oblast određenog karaktera prepoznaje se kao prostor između dva uzastopna pika na grafiku horizontalne projekcije tabličnog regiona. Pri ovome se definišu još neki dodatni uslovi koje pretpostavljeni karakter tj. oblast, mora da zadovolji (npr. pretpostavljena minimalna širina i visina karaktera) [1]. Kao rezultat drugog dela algoritma dobijaju se segmentirani karakteri (Sl. 10.).

BG814398

Sl. 10. Segmentirani karakteri

### IV. REZULTATI

Na Sl. 11. prikazan je rezultat napianog programa. Korisniku se putem interfejsa nudi mogućnost prikaza cele tablice ili željenog karaktera.



Sl. 11. Krajnji rezultat programa

### V. DISKUSIJA

Uzimajući u obzir složenost algoritma, problemi prilikom njegove realizacije su neminovni. Sam proces lokalizacije i segmentacije tabličnog regiona u mnogome zavisi od kvaliteta ulazne slike. Prilikom formiranja baze slika, primećeni su određeni slučajevi, u kojima je algoritam davao pogrešno rešenje. Jedna od takvih situacija jeste korišćenje blica prilikom fotografisanja tablica. Kao mogući razlog za ovu pojavu uzima se to da, iako se na slici golim okom ne vide nikakve razlike, upotreba blica unosi znatno pojačan sjaj u centralni region slike, u kome se u ovom slučaju nalazi tablica (Sl. 12.).



Sl. 12. Problem korišćenja blica

Prilikom slikanja registarskih tablica u odsustvu dnevne svetlosti, u većini slučajeva može se lokalizovati tablični region, ali se izdvajanje karaktera vrlo teško može kvalitetno uraditi. Isti je slučaj i kada senka pokriva deo tablice. Ona unosi šum u tu oblast i time otežava njenu detekciju (Sl. 13.).



Sl. 13. Problem senke (gore) i izdvojena tablica (dole)

Takođe, ukoliko je tablični region prljav ili oštećen, to će se manifestovati kao šum koji neće smetati pri samoj lokalizaciji tablice, ali će se zato pri segmentaciji i prepoznavanju karaktera javiti veći broj komponenti prepoznatih kao zasebni karakteri. Na primeru prikazanom na Sl. 14. program je prilikom segmentacije prepoznao čak 16 karaktera, umesto standardnih 8, dok je sama tablica uspešno lokalizovana.



Sl. 14. Oštećena tablica (levo) i rezultat programa (desno)

Treba napomenuti da je realizovano softversko rešenje nailazilo na određene poteškoće prilikom detekcije tablica kod nekih automobila marke „Renault“. Razlog za ovu zanimljivu pojavu verovatno leži u specifičnosti znaka ove marke automobila. Naime, visina znaka odgovara visini tablice, a njegov oblik (romboid) onemogućuje eliminaciju znaka morfološkim operacijama otvaranja i zatvaranja. Često se dešava da između pravog tabličnog regiona i regiona znaka, softver izabere region znaka kao verodostojnijeg kandidata za tablični region (Sl. 15.).



Sl. 15. Analiza automobila marke „Renault“

Treba napomenuti da program daje netačne rezultate i za kola slikana u pokretu. A dopuna celom sistemu bila bi

analiza slika u kojima se donja ivica tablice nalazi pod nekim uglom u odnosu na podlogu. Tada se dodatnom obradom, tablica opet svodi na horizontalni položaj [5].

## VI. ZAKLJUČAK

Postoji više načina za rešavanje problema detekcije i segmentacije registarskih tablica. Program koji je napisan i čiji su rezultati predstavljeni u ovom radu, daje jedno od mogućih rešenja za ovaj problem. Svaki od koraka koji su primenjeni u ovom algoritmu, odgovara problematici i specifičnosti namene samog programa. Logičan sled, nakon detekcije i segmentacije tablice, bilo bi prepoznavanje karaktera na tablici. To je treći i poslednji korak u svim sistemima za automatsko prepoznavanje tablica, tako da se opisani program može koristiti kao deo softvera ovih sistema.

Realizovan algoritam prvenstveno je namenjen za tablice izdate od strane MUP Republike Srbije, ali bi isto tako, uz manje korekcije, davao dobre rezultate i u slučaju tablica drugih zemalja.

U radu su korišćene slike lošijeg kvaliteta od onih koje bi bile načinjene specijalnim kamerama izrađenim posebno u ove svrhe, što bi direktno uticalo na tačnost programa. Realizovani program nije pravljen za slučaj 100% tačnosti, već je cilj bio testirati program u različitim uslovima i izložiti njegove prednosti i mane.

## LITERATURA

- [1] L. Zheng, X. He, Q. Wu, T. Hintz, "Number Plate Recognition Without Segmentation", *Proceedings of Image and Vision Computing New Zealand 2007*, pp. 164–168, Hamilton, New Zealand, December 2007.
- [2] V. Tadić, "Detekcija i očitavanje registarskih tablica", magistarski rad, Fakultet Tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Mart 2008.
- [3] M. Popović, *Digitalna obrada slike*, Akademska misao, Beograd, 2006.
- [4] V. Shapirov, D. Dimov, S. Bonchev, V. Velichkov, G. Gluhchev, "Adaptive License Plate Image Extraction", *International Conference on Computer Systems and Technologies – CompSysTech*, 2003.
- [5] O. Martinsky, "Algorithmic and Mathematical Principles of Automatic Number Plate Recognition Systems", BSc Thesis, Faculty of Information Technology, Dept. of Intelligent Systems, Brno University of Technology, Brno 2007.

## ABSTRACT

This paper is a part of the project which aim is to present one possibility in solving the problem of car plate recognition. The reliability and precision of the algorithm has great importance in practical use. The most important thing is to make the appropriate compromise between accuracy and processing time. Also, the program is suitable for modification and further extensions to practical application.

## LOCALIZATION AND SEGMENTATION OF LICENSE PLATES

Dušica Lukić, Miloš Radulović