

# Automatizacija prometnog GIS-a primjenom računalnog vida

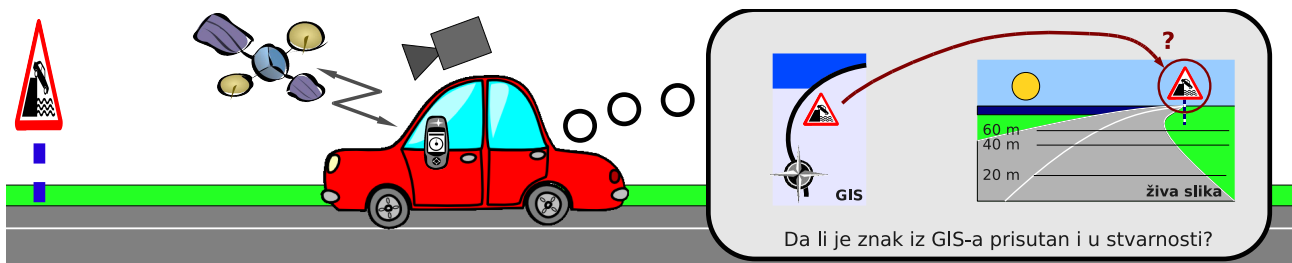
<http://www.zemris.fer.hr/~ssegvic/mastif/hr/>  
sinisa.segvic@fer.hr, budimir@ipv-zg.hr

## Kratki opis

Predstavljamo inovaciju na području geoinformacijskih sustava (GIS) za prikaz elemenata prometne infrastrukture. Glavna motivacija za razvoj prometnog GIS-a je izravan i iscrpan uvid u propisano stanje, te posljedično olakšavanje održavanja prometnica. Jedan od važnijih sadržaja prometnog GIS-a je prometna signalizacija koju čine prometni znakovi i oznake na kolniku. Time se olakšava utvrđivanje anomalija poput razbijenog, zakrivenog ili ukradenog znaka, odnosno izbrisane ili krivo iscrtane oznake na kolniku. Međutim, da bi se potencijal koncepta u potpunosti iskoristio, u praksi je potrebno automatizirati sljedeće zadatke:

1. stvaranje GIS-a kartiranjem početnog stanja prometnice,
2. verifikacija ispravnosti usporedbom trenutnog stanja prometnice s GIS-om.

U okviru inovacije razvili smo prototipe postupaka koji omogućuju automatizaciju rješenja tih zadataka primjenom računalnog vida.



## Sudionici

- Nacionalna zaklada za znanost Republike Hrvatske
- Institut prometa i veza
- FER Zagreb (zavod ZEMRIS)
- TU Graz (institut EMT)
- FPZ Zagreb (zavod ZCP)

## Pokroviteljstvo

Istraživački projekt u okviru kojeg se inovacija razvija zajednički financiraju Nacionalna zaklada za znanost i Institut prometa i veza.

Prometni GIS na kojem se inovacija temelji samostalno razvija Institut prometa i veza.

## Georeferencirani video

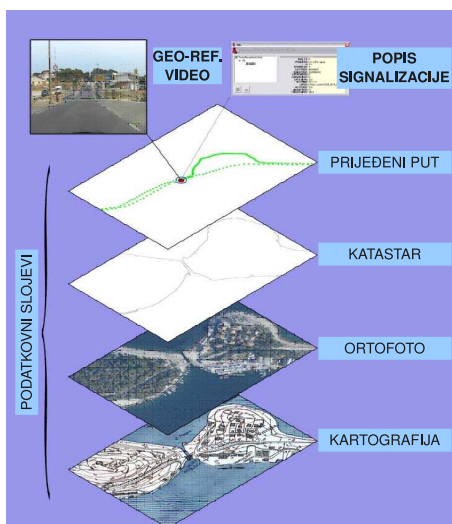
Georeferencirani video se pribavlja iz vozila opremljenog pozicijskim senzori (desno, koristi se GPS u kombinaciji s akcelerometrom i daljinomjerom). Svakoj slici georeferenciranog videa pridružene su globalne koordinate lokacije na kojoj je slika pribavljena. Sinkronizacija senzora je važan činioc za postizanje zadovoljavajuće preciznosti.



## Prometni GIS

Prometni GIS razvijen u tvrtki IPV se potvrdio kao uspješan programski alat za pružanje komercijalnih usluga u održavanju cesta. U usporedbi sa sličnim rješenjima nude se sofisticiranije mogućnosti temeljene na georeferenciranom videu, kao i bolja interoperabilnost s ostalim programskim sustavima poput AutoCAD-a.

Kao što je prikazano **dolje lijevo**, podatci su organizirani u slojevima čija vidljivost se može konfigurirati po volji. Najvažniji slojevi u našem kontekstu su georeferencirani popis prometne signalizacije (traffic inventory) te georeferencirani video. Popis prometne signalizacije sadrži informacije o prometnim znakovima, oznakama na kolniku i rubovima ceste, kao što je prikazano **dolje desno**.



Uvrštavanjem georeferenciranog videa u prometni GIS postižu se kvalitativna poboljšanja usluge u odnosu na klasičnu verifikaciju izlaskom na teren:

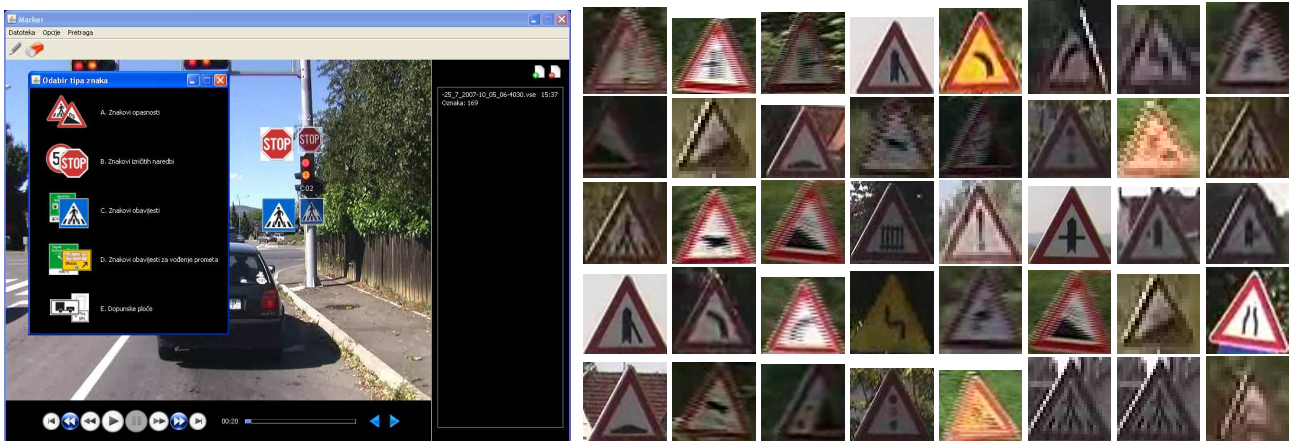
- dodatni oblik vizualizacije kartirane prometnice,
- mogućnost objektivne i odgođene analize stanja signalizacije na prometnici.

## Elementi inovacije

- pronalaženje i prepoznavanje prometnih znakova
- izrada ortofoto pogleda na prometnicu
- pronalaženje horizontalne signalizacije (granice traka, zebre, "otoci")

## Pronalaženje i prepoznavanje prometnih znakova

Za razliku od specifičnih metoda, u novije vrijeme se sve više razvijaju metode temeljene na *strojnom učenju*. Ideja je da se optimalan postupak klasifikacije odredi na temelju velikog broja primjera ručno isječenih slika traženih objekata. U cilju prikupljanja primjera slika znakova razvijen je program za označavanje koji je prikazan **dolje lijevo**. Neki od tako pribavljenih primjera prikazani su **dolje desno**.



U iscrpnim eksperimentima strojno naučeni algoritmi pronalaženja pokazali su zavidne rezultate. Uz skup za učenje od 900 trokutnih znakova, postignuta je preciznost od 95% na ispitnom skupu od 100 znakova. Specifični algoritmi temeljeni na eksplicitnoj detekciji okruglih i trokutnih oblika postižu 80%-90% preciznosti.

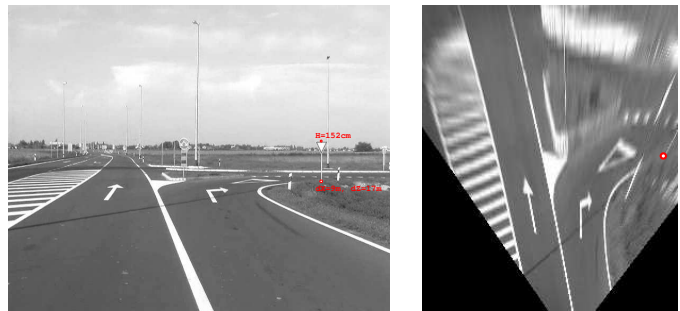
Algoritmi pronalaženja tipično generiraju velik broj lažnih dojava (**desno**), jer moraju provjeriti postojanje objekta na ogromnom broju lokacija i mjerila u slici. Lažne dojave se filtriraju u fazi prepoznavanja odnosno određivanja točnog tipa znaka. Preliminarni rezultati prepoznavanja korištenjem izgleda pokazali su točnost od preko 70%.

Trenutne aktivnosti usmjerene su na razvoj postupaka prepoznavanja znakova koji bi kombinirali indicije poput izgleda, modela oblika, boje, dinamike kretanja itd.



## Izrada ortofoto pogleda na prometnicu

Ortofoto pogled na prometnicu se iz perspektivne slike može dobiti *inverznom perspektivnom transformacijom* (**desno**). Parametri transformacije ovise o visini i orijentaciji kamere, te je razvijena odgovarajuća procedura za njihovo umjeravanje.



Trenutne aktivnosti su usmjerene na spajanje pojedinačnih pogleda u ortofoto kartu cijele prometnice. Takva karta će omogućiti izradu preciznih mjerenja na površini ceste, što je teško postići ostalim metodama.

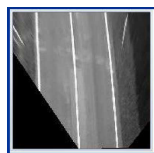
## Pronalaženje horizontalne signalizacije

Ortofoto pogled je posebno prikladan za pronalaženje elemenata horizontalne signalizacije jer tada njihove dimenzije ne ovise o položaju vozila.

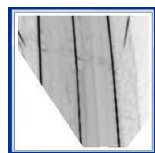
Prometne linije u ortofoto pogledu posvuda imaju jednaku debljinu pa se zato mogu izdvojiti prikladnim *upravljivim filtrom*. Korištenjem odziva upravljivog filtra mogu se odrediti orijentacija ceste, te položaj prometnog traka (**dolje**), uz 90% uspjeha na slijedu od 2500 slika.



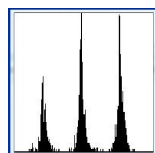
Izvorna slika



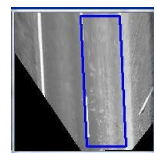
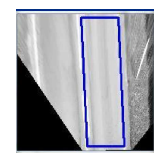
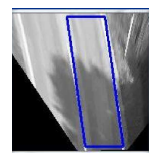
Inv. perspektivna slika



Odziv upravljivog filtra



1D HT parametra p



Robustnost na sjene (lijevo), izbjedjelji (sredina) i prijavi kolnik (desno)

Trenutne aktivnosti su usmjerene na modeliranje geometrije prometnice te dinamike vozila, čime očekujemo poboljšanje navedenih rezultata.

## Zaključak

Očekujemo da će prikazana inovacija omogućiti bržu i jeftiniju verifikaciju kartirane prometnice, manji trošak kartiranja novih prometnica, kao i uvođenje dodatnih usluga u prometni GIS. Završetak razvoja planiran je za proljeće 2011. godine.

## Kontakt

Damir Budimir, dipl.inž.

budimir@ipv-zg.hr

tel: 01/2300 147

Institut prometa i veza

Kušlanova 2, 10000 Zagreb

Siniša Šegvić, doc.dr.sc.

<http://www.zemris.fer.hr/~ssegvic/>

tel: 01/6129 942, 01/6129 935

Fakultet elektrotehnike i računarstva

Unska 3, 10000 Zagreb