



Umjetna inteligencija

Računalni vid u prometu i transportu

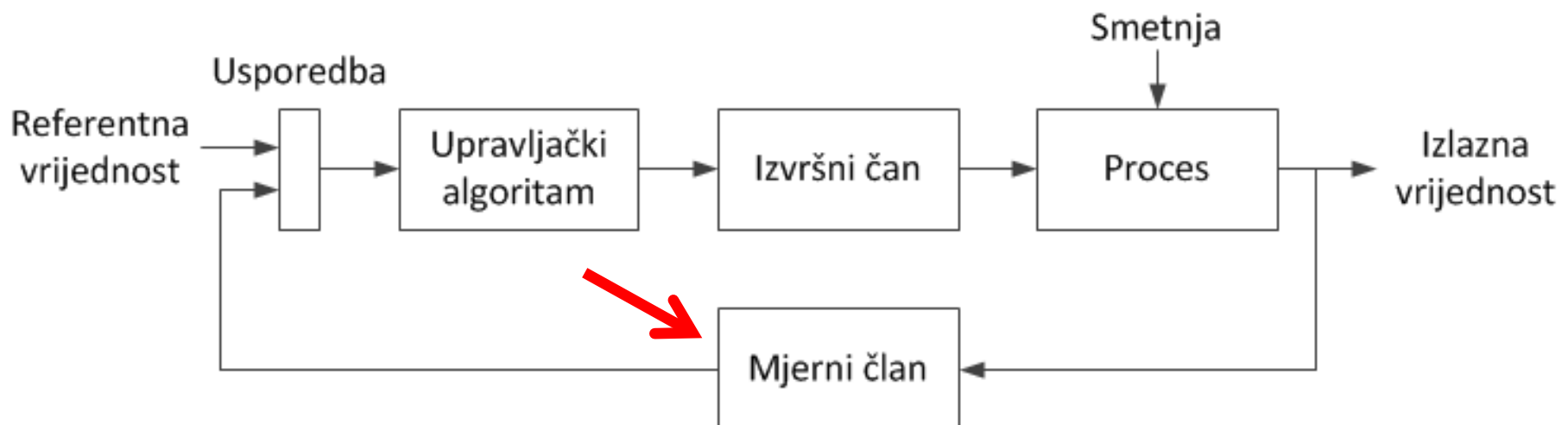
Prof. dr. sc. Hrvoje Gold
Doc. dr. sc. Edouard Ivanjko



- **Sadržaj**

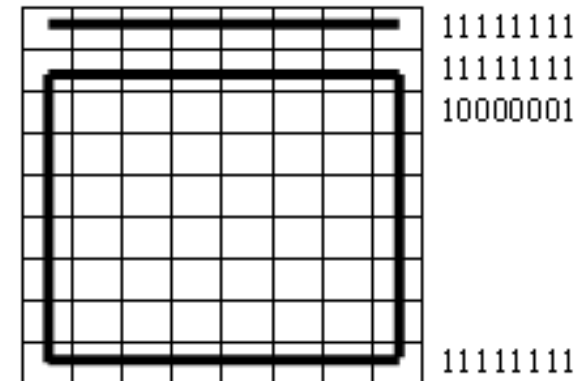
- Uvod
- Obrada slike u računalu
- Prometni parametri
- Incidentne situacije
- Sustavi pomoći vozaču

- Današnji sustavi transporta vrlo složeni
 - Intermodalnost
 - Zahtjevi na brzinu, ekologiju, cijenu
 - Izdvojene brze i spore dostave
 - Dostava u traženom trenutku
 - Praćenje dostave u stvarnom vremenu
- Za napredno upravljanje bitno kvalitetno mjerenje



- Kamera se u zadnjih nekoliko godina pojavljuje kao novi senzor (naročito cestovni promet)
 - Mjerenje većeg broja prometnih parametara jednim senzorom
 - Pojeftinjenje robusnih kamera za sve vremenske uvjete
 - Napredak u računalnoj snazi
 - Mala ugrađena računala specijalne namjene
 - Povećanje propusnosti komunikacijske mreže
 - Novi napredni algoritmi obrade slike
- Potrebni mjerni podaci za nove napredne algoritme za upravljanje prometom

- Slika podijeljena na osnovne elemente
 - 2D prikaz piksel (kvadrat)
 - 3D prikaz voksel (kocka)
- Zapis u memoriji u obliku 2D ili 3D polja
 - Element polja sadrži broj
 - Broj označava nijansu boje
- Vrste slika
 - Crno-bijela (binarna) slika
 - Siva slika
 - Slika u boji



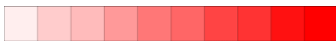
- Formati za prikaz slike u boji

- RGB

- Tri osnovne boje za svaki piksel

- HSV format

- Nijansa (engl. „hue“)
- Zasićenost (engl. „saturation“)

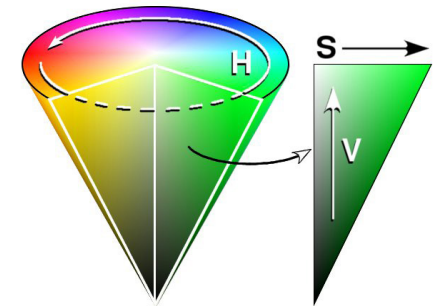


- Svjetlina (engl. „brightness“)

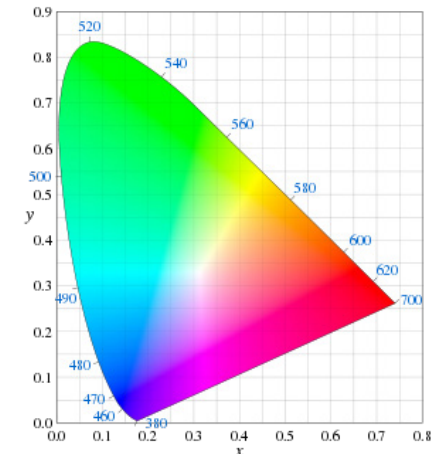


- CIE format

- Mješavina tri osnovne boje
- Različite jakosti čiji je zbroj jednak jedan

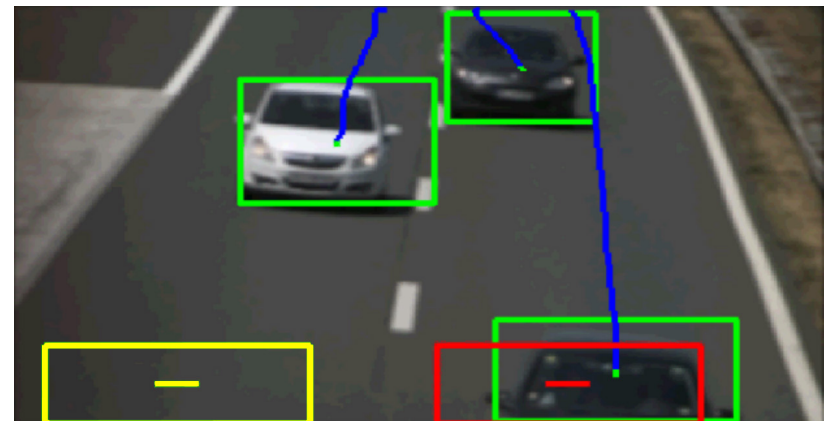


HSV model boja



CIE model boja

- Potrebne značajke iz slike u prometu i transportu
 - Detekcija vozila i pješaka
 - Klasifikacija vozila
 - Određivanje vrste vozila (motocikl, automobil, kamion, ...)
 - Trajektorija vozila
 - Estimacija faktora agresivnosti vozača
 - Detekcija i prepoznavanje
 - Vertikalne signalizacije
 - Prometni znakovi
 - Stanje semafora
 - Horizontalne signalizacije
 - Stanje, širina i zakrivljenost kolnika

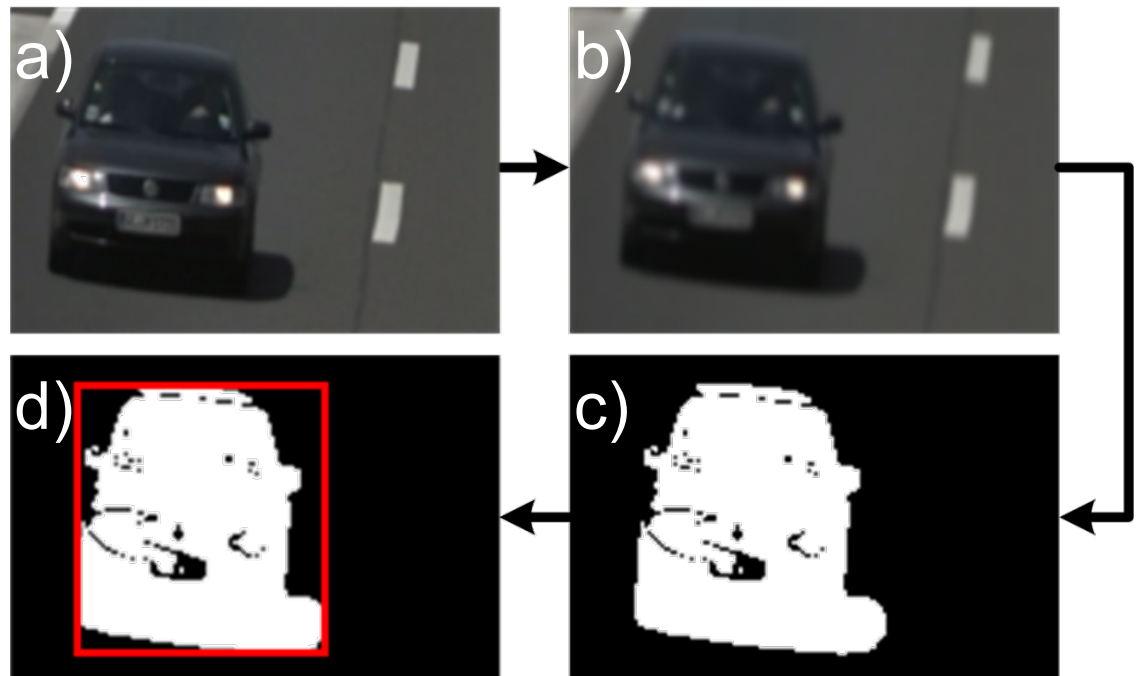




- Faze obrade slike
 - Filtriranje
 - Detekcija jednostavnih značajki
 - Pravci, kružnice, kutovi
 - Detekcija složenijih značajki
 - Geometrijska tijela (kugla, elipsoid, kvadar, kocka)
 - Detekcija složenijih objekata
 - Izdvajanje pozadine slike
 - Izdvajanje pokretnih objekata
 - Klasifikacija pokretnih objekata ili njihovog dijela
 - Vozila, pješaci, prometni znakovi, registarska oznaka

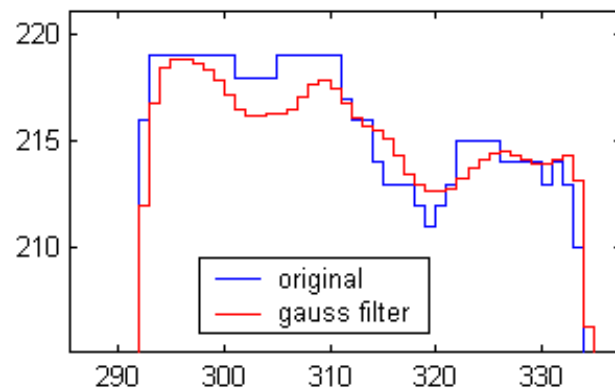
- Faze obrade slike

- Izvorna slika (a)
- Filtriranje slike (b)
- Kreiranje modela pozadine i slike pokretnih piksela (c)
- Grupiranje piksela (d)



- Smanjenje rezolucije slike (engl. „*downsampling*”) – Brže izvršavanje algoritma – Smanjenje šuma
- Zamutnjenje slike (engl. „*Blur*”) – Smanjenje šuma i detalja na slici – Gauss-ov filtar

$$h(x, y) = -\frac{1}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right)$$



BLUR





- Izračun modela pozadine korištenjem KDE (engl. „Kernel Density Estimation”) metode

$$\psi(u) = \begin{cases} 1 & \text{ako je } u \leq 1/2 \\ 0 & \text{ako je } u > 1/2 \end{cases}$$

$$P_t(X) = P_{t-1}(X) + \frac{1}{N \cdot h^d} \cdot \psi\left(\frac{|X - X_{N+1}|}{h}\right) - \frac{1}{N \cdot h^d} \cdot \psi\left(\frac{|X - X_1|}{h}\right)$$

$|x - y|$ – šah udaljenost (engl. "chessboard distance")

- T. Tanaka, A. Shimada, D. Arita i R.I. Taniguchi, A Fast Algorithm for Adaptive Background Model Construction Using Parzen Density Estimation, Proc. in Conf. AVSS 2007.

- Izračun modela pozadine korištenjem modificirane metode srednje vrijednosti n uzastopnih slika

$$BG_t = BG_{t-1} + \left[\frac{\sum_{i=1}^n \text{sgn}(X_i - BG_{t-1})}{n} \right]$$

- Prednosti

- Jednostavnost algoritma (brzina izvršavanja)
- Pogodnost algoritma za izvršavanje na GPU

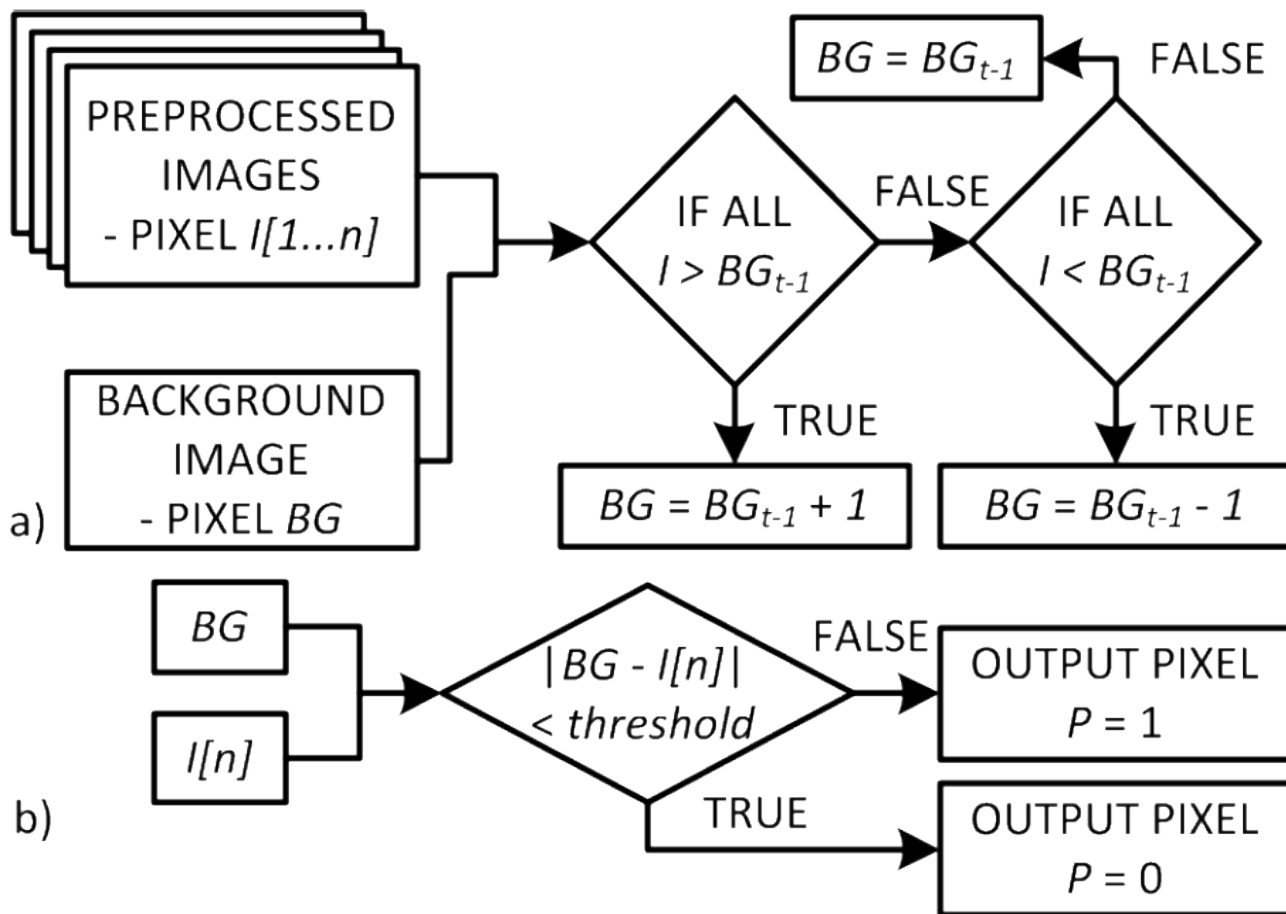
- Nedostaci

- Za izračun potpunog modela pozadine potrebno je $\approx 200-1000$ uzastopnih slika
- Veliki zahtjevi za memorijskim resursima
- $105 \times (800 \times 600 \times 32 \text{ bit}) \approx 1,5 - 1,9 \text{ GB}$

- Dvije faze

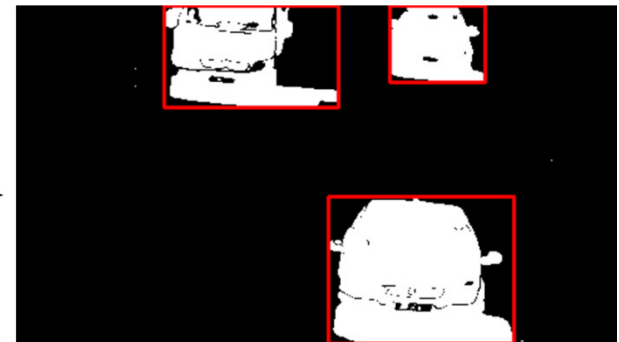
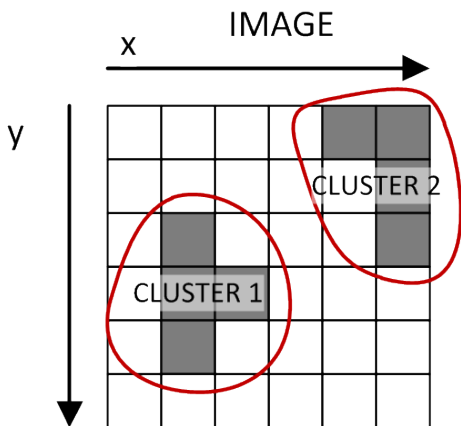
- Izrada modela pozadine (a)

- Odvajanje pozadine i pokretnih objekata (b)



- Pikseli pokretnog objekta (iste vrijednosti) se grupiraju
 - Obrada samo piksela pokretnog objekta
$$X_n = 1$$
 - Grupiranje prema susjednosti pixela
$$d(X_n, X_m) = 1$$
 - Površina grupe (engl. „cluster“) veća ili jednaka minimalnom pragu

$$A \geq \text{prag}$$



Klasterizacija

- Povezivanje grupa iz dvije ili više uzastopnih slika ili okvira (engl. „frame”)
 - Udaljenost d , površina objekta a i površina preklapanja objekata **cover**
 - Više težina

$$W_{dist} = 1 - \frac{d - d_{min}}{d_{max} - d_{min}}$$

$$W_{area} = 1 - \frac{a - a_{min}}{a_{max} - a_{min}}$$

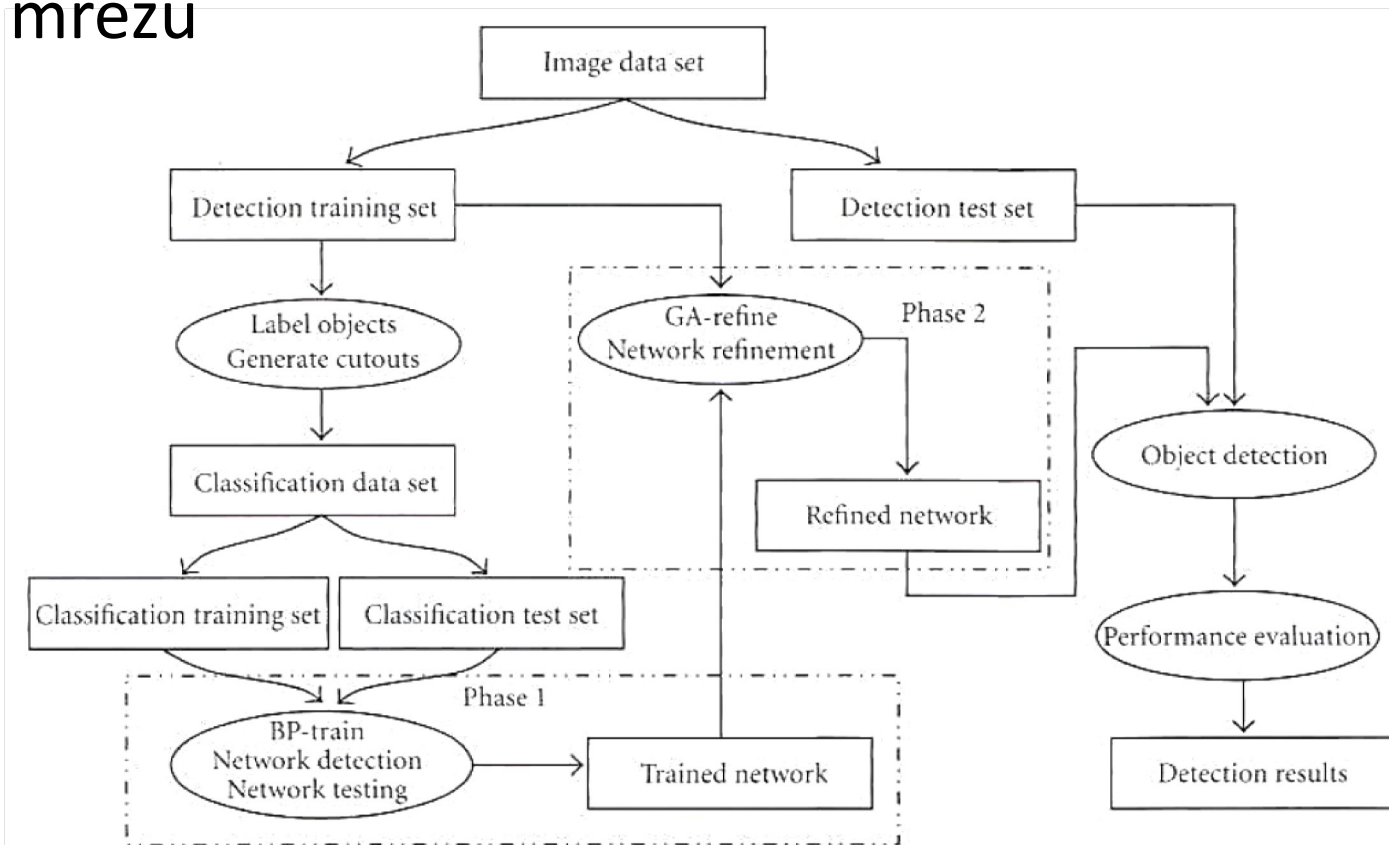
- Ukupna težina

$$W_{cover} = \frac{a_{is}}{\max(a_{obj}, a_{cl})}$$

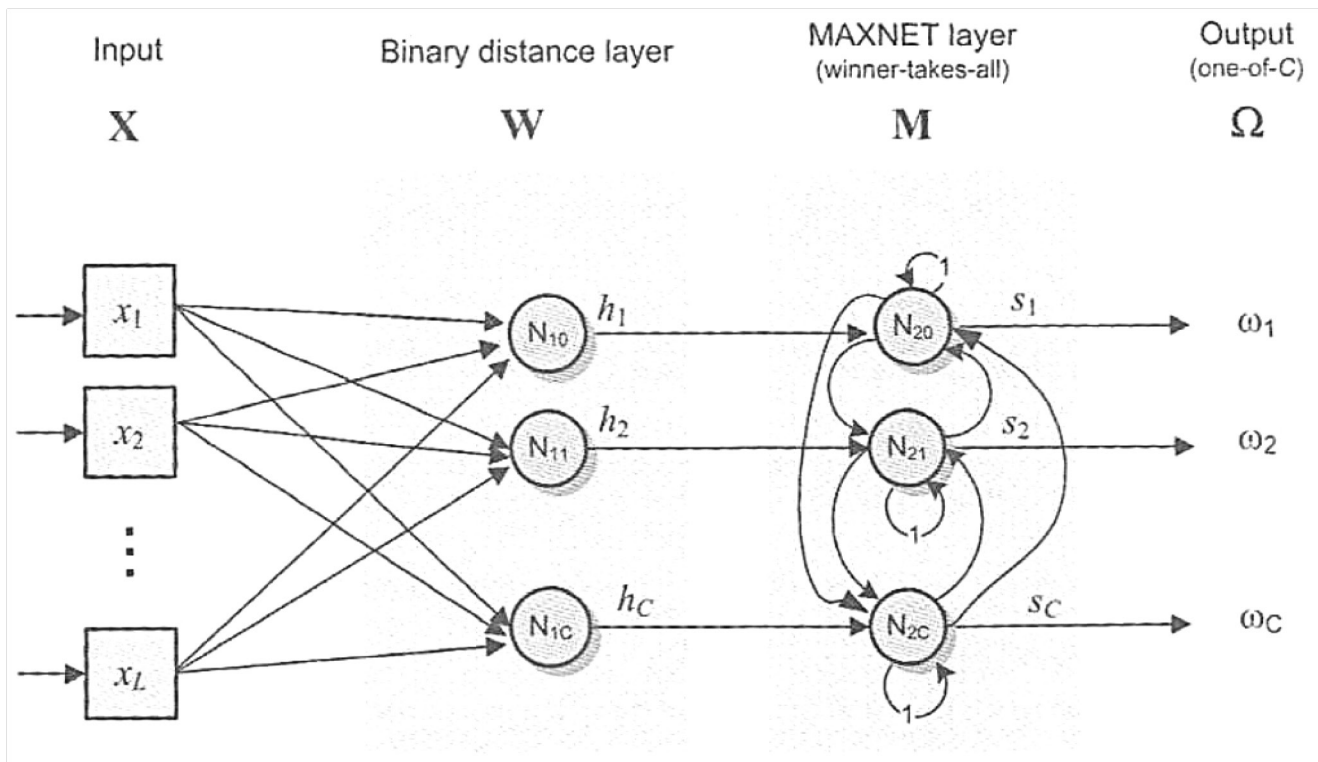
$$W_m = \frac{W_{dist} + W_{area} + W_{cover}}{3}$$

$$\chi_6^2 \approx -2 \cdot [\ln(w_{dist}) + \ln(w_{area}) + \ln(w_{cover})]$$

- Primjena neuronskih mreža i genetskog algoritma u detekciji objekata
 - Genetski algoritam poboljšava naučenu neuronsku mrežu

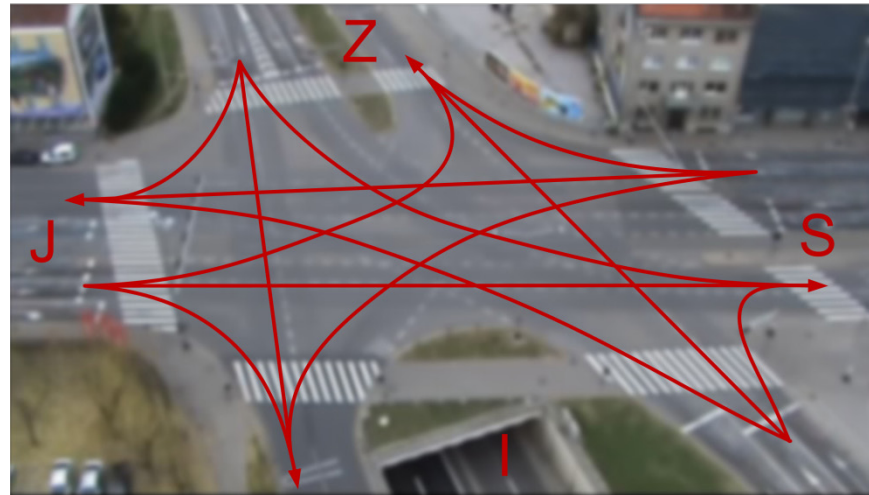


- Primjena neuronskih mreža za klasifikaciju detektiranih pokretnih objekata
 - Asocijativna Hamming-ova neuronska mreža
 - Matrica W sadrži informaciju o naučenom modelu



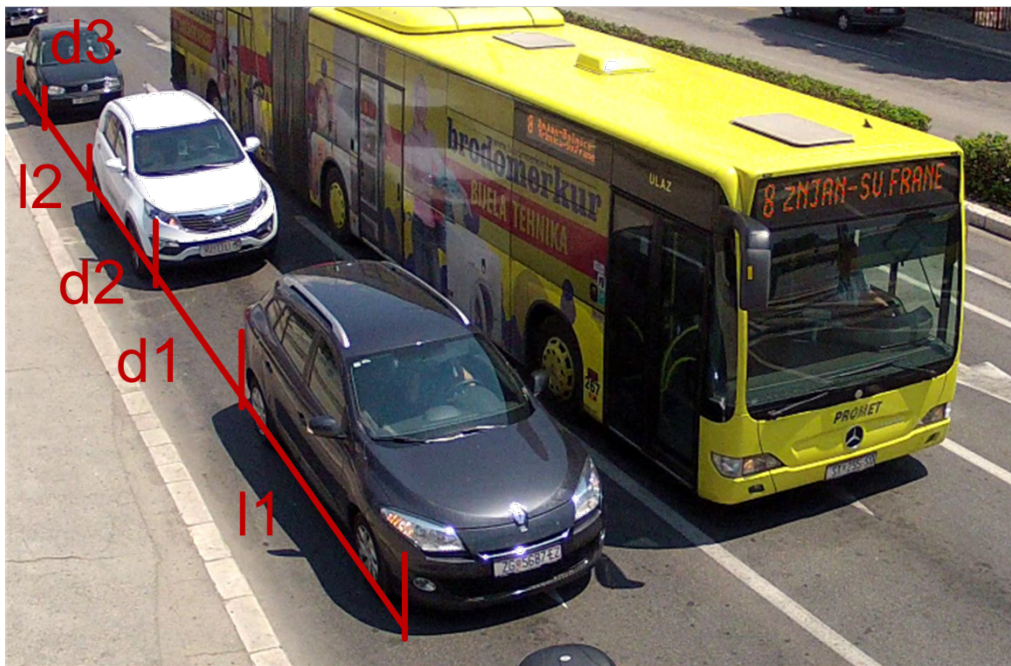
- Prometni tok
 - Broj vozila po jedinici vremena [vozila/h]
 - Osnovni pokazatelj opterećenja prometnice
- Ishodišno-odredišna matrica
 - Broj vozila po jedinici vremena ovisan o mjestu ulaska i izlaska

		ODREDIŠTE				
		ČVOR				
		S	J	Z	I	
ISHODIŠTE	ČVOR	S	3	32	28	26
		J	24	0	14	8
		Z	42	9	0	15
		I	0	20	22	1



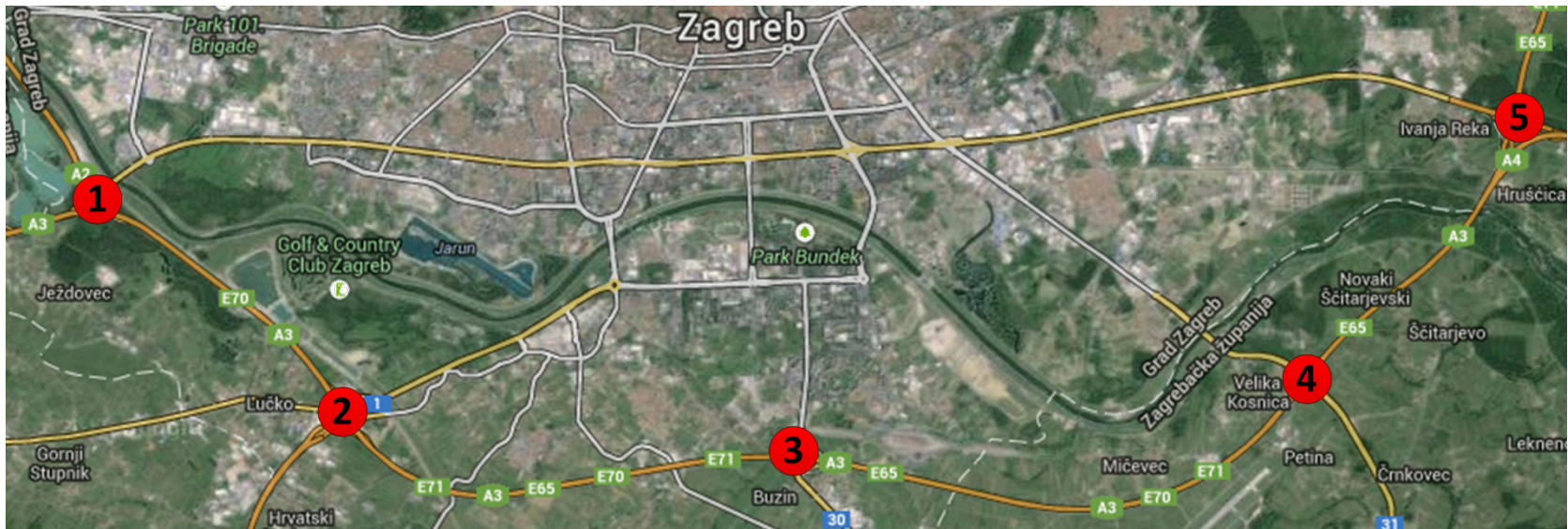
- V. Braut, M. Čuljak, V. Vukotić, S. Šegvić, M. Ševrović, H. Gold, Estimating OD matrices at intersections in airborne video - A pilot study, Proc. of Conf. MIPRO 2012.

- Redovi na raskrižju
- Udaljenost između vozila (l_1, l_2)
- Duljina vozila (d_1, d_2, d_3)



* Peek promet d.o.o. / Imtech
Split, ljeto 2013.

- Nadgledanje i upravljanje prometnom mrežom
 - Izvorišno – odredišne matrice
 - Srednja brzina vozila
 - Vrijeme putovanja između čvorova
- Jednoznačno praćenje vozila prepoznavanjem registarske oznake





- Automatska detekcija incidentnih situacija
 - Požar u tunelu
 - Sudar i rekonstrukcija sudara
- Kreiranje arhive incidentnih događaja
- Prepoznavanje kršenja prometnih pravila
 - Prolazak kroz crveno svjetlo
 - Nedozvoljena skretanja
 - Prekoračenje ograničenja brzine



- Kamera ugrađena u vozilo
 - Kraj vozača za provjeru stanja kolnika ispred vozača
 - U bočna ogledala radi provjere mrtvog kuta
 - U stražnji dio vozila radi pomoći izlaska iz parkirnog mjesta
- U kameri ugrađeno računalo
 - Optimirano za obradu slike
 - Integrirano u upravljački sustav automobila



- Najčešći sustavi

- Vozač transportnog vozila

- Upozorenje o napuštanju prometne trake
 - Detekcija znakova ograničenja brzine
 - Estimacija mentalnog stanja vozača
 - Pomoć pri parkiranju
 - Detekcija svjetala vozila (prednja i stražnja)

- Vozač vozila za održavanje ceste

- Detekcija horizontalne i vertikalne signalizacije
 - Georeferencirani video
 - Detekcija vegetacije uz prometnicu
 - Željeznička pruga i ceste
 - Estimacija stanja kolnika

- Spoj obrade slike i proširene stvarnosti
- Na snimku se dodaju bitne informacije
- Skretanje pažnje na bitan događaj

