

Transporta plūsmas analīze izmantojot video apstrādi

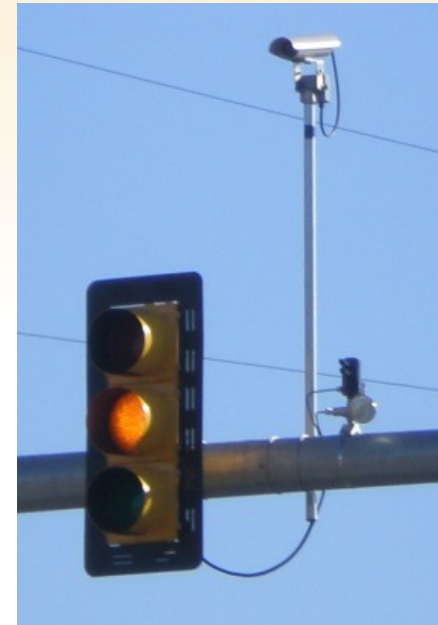
Roberts Kadiķis
Kārlis Freivalds

Projekts
Multifunkcionāla inteligenta transporta sistēmas punkta tehnoloģija
(MITS)

Nr.2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/086

Saturs

- ♦ Motivācija
- ♦ Literatūra
 - ♦ atklāšana, izsekošana, klasificēšana
- ♦ Piedāvātais algoritms – intervāli uz atklāšanas līnijas
 - ♦ Intervālu izveidošana
 - ♦ Fona atņemšana
 - ♦ Papildus parametri
 - ♦ Adaptīvs sliekšnis
 - ♦ Mašīnu skaitīšana
- ♦ Vairāku līniju algoritms
 - ♦ Projekcijas transformācija
 - ♦ Līniju izvietošana
 - ♦ Automašīnu izsekošana
 - ♦ Parametru noteikšana
 - ♦ Klasifikācija, testi
- ♦ Avāriju atklāšana
- ♦ Signāla neievērošanas atklāšana



<http://sideth.com/cameras-set-up-to-navigate-capital%E2%80%99s-traffic-jams/>



Motivācija

- ♦ Kameras ļauj iegūt plašu parametru klāstu par situāciju uz ceļa
 - ♦ Mašīnu atklāšana
 - ♦ Izsekošana
 - ♦ Parametru noteikšana
 - ♦ Klasificēšana
 - ♦ Situācijas analīze
 - ♦ Avāriju atklāšana
 - ♦ Pārkāpumu atklāšana
- ♦ Pētījumi jomā notiek vairāk kā 30 gadus
- ♦ Izaicinājumi ir mainīgie āra apstākļi. ITS noderīgas ir reālā laika sistēmas – jāņem vērā algoritmiem nepieciešamās skaitļošanas jaudas



Literatūra – atklāšana

- ♦ Izplatītas metodes: kustības atklāšana, adaptīva fona atņemšana



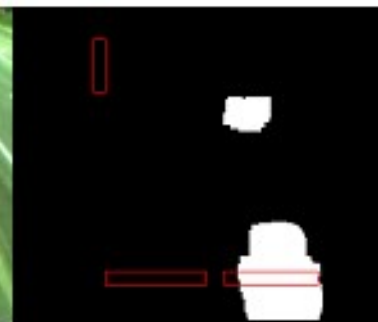
[1]



[2]

- ♦ Dažādu parametru izmantošana – robežas, iezīmes

- ♦ Efektīvi risinājumi – interešu apgabalu izdalīšana



[1]

1. Lei M., Lefloch D., Gouton P. and Madani K.: A video-based real-time vehicle counting system using adaptive background method. IEEE International Conference on Signal Image Technology and Internet Based Systems. 523-528 (2008)

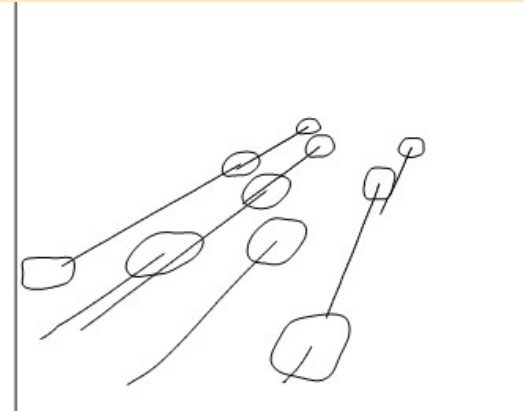
2. Jia Y., Zhang C.: Front-view vehicle detection by Markov chain Monte Carlo method. Pattern Recognition. 42, 313-321 (2009)

Literatūra – izsekošana

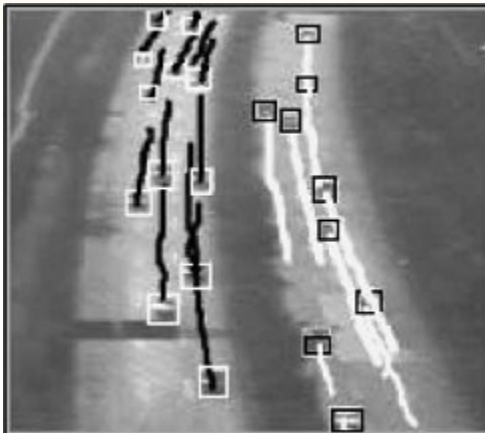
- ♦ Starp kadriem var tikt izsekoti apgabali, kontūri, raksturīgas iezīmes



[3]



[4]



[5]

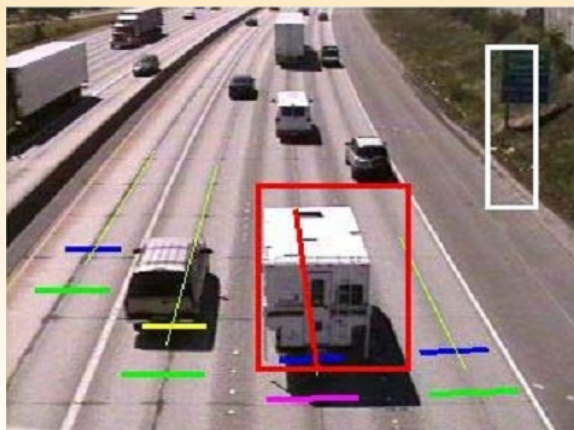
3. Beymer D., McLauchlan P., Coifman B. and Malik J.: A Real-Time Computer Vision System for Measuring Traffic Parameters. Proc. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 495-501 (1997)

4. Koller D., Weber J., Malik J.: Robust Multiple Car Tracking with Occlusion Reasoning. Lecture Notes in Computer Science. 800, 189-196 (1993)

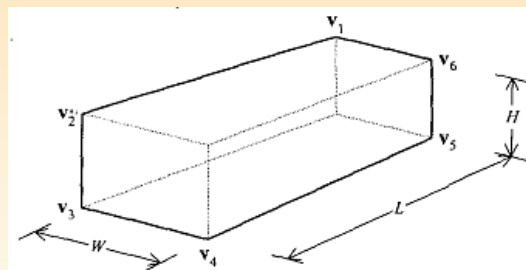
5. Rad R., Jamzad M.: Real time classification and tracking of multiple vehicles in highways. Pattern Recognition Letters. 26, 1597-1607 (2005)

Literatūra - klasifikācija

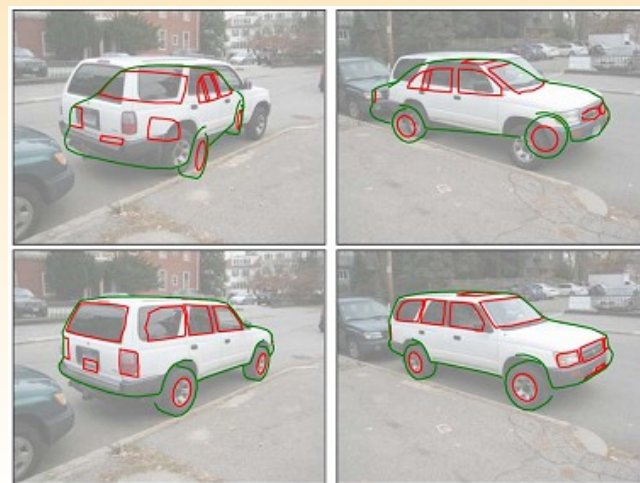
- ◆ Noteiktie mašīnu parametri var tikt izmantoti mašīnu klasifikācijai



[6]



[7]



[8]

6. Zhang J., Wang F-Y., Wang K., Lin W-H., Xu X., Chen C.: Data-Driven Intelligent Transportation Systems: A Survey. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 12(4), 1624-1639 (2011)

7. Lai A. H. S., Fung G. S. K., Yung N. H. C.: Vehicle Type Classification from Visual-Based Dimension Estimation. IEEE Intelligent Transportation Systems Conference Proceedings. 201-206 (2001)

8. Leotta M. J., Mundy J. L.: Vehicle Surveillance with a Generic, Adaptive, 3D vehicle Model. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 33(7), 1457-1469

Automašīnu atklāšana

9. R. Kadiķis and K. Freivalds.: *Efficient video processing method for traffic monitoring combining motion detection and background subtraction. Proc Fourth International Conference on Signal and Image Processing 2012. 131-141, (2013)*

- ♦ Kadrā perpendikulāri ceļam tiek izvietota virtuāla atklāšanas līnija
- ♦ Mašīnas kas šķērso līniju tiek atklātas apvienojot kustības atklāšanu un uzkrātā fona atņemšanu
- ♦ Līnijas apgabalos, kurus šķēso mašīnas, tiek izveidoti intervāli. Mašīnai pametot līniju, atbilstošais intervāls tiek slēgts.
- ♦ Slēdzot intervālu tiek atklāta un saskaitīta automašīna



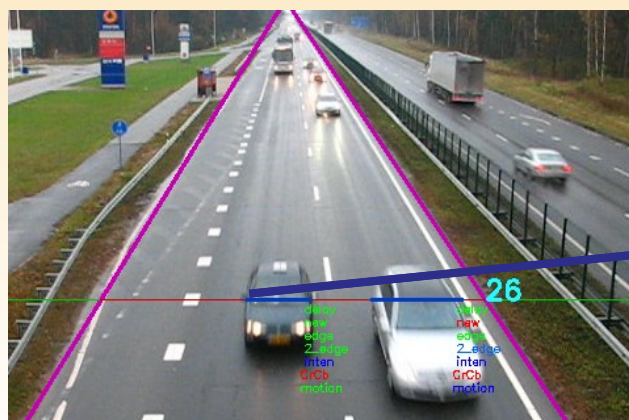
[9]

Atklāšanas līnija Intervāls



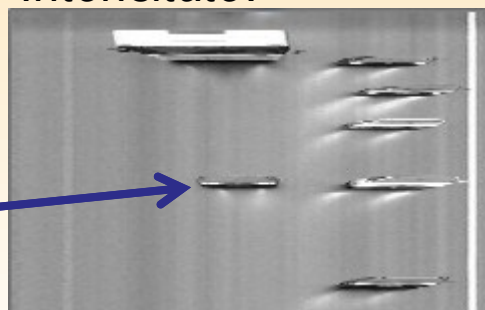
Intervālu izveidošana

- ♦ Kustība tiek atklāta sliekšņojot līnijas pikseļu starpkadru starpību
- ♦ Kustības apgabalā tiek izveidoti intervāli



a)

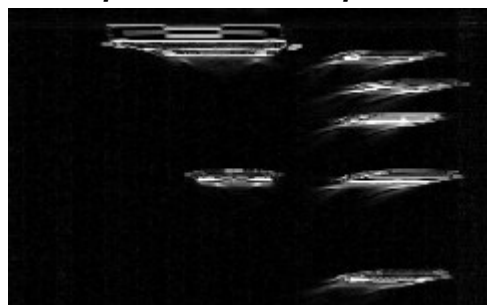
Intensitāte:



b)

t (kadri)

Starpkadru starpība:



c)

Sliekšņošana:



d)

Baltie pikseļi
norāda kustību

Intervāli:

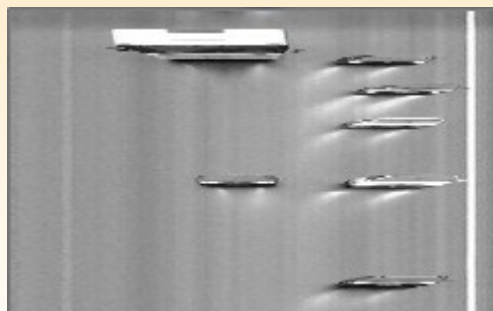


e)

Fona atņemšana - intensitāte

- ♦ Fona atņemšana tiek lietota lai tiktu atklātas arī apstājušās un vinmērīgi krāsotas māšīnas

Intensitāte:



a)

Intensitātes fons:



b)

Fona atņemšana:



c)

- ♦ Fona pielāgošanās:

$$F_k = \alpha \cdot F_{k-1} + (1 - \alpha) \cdot S$$

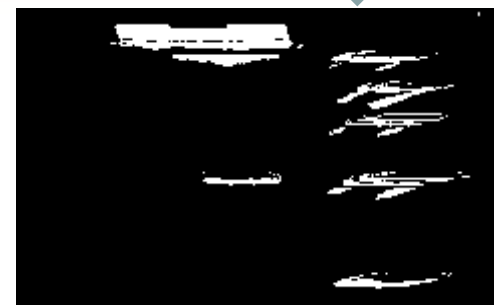
F – fona pikseļa intensitāte

S – pikseļa intensitāte šī brīža kadrā

α – fona pielāgošanās ātrums

k – kadra numurs

Sliekšņošana:

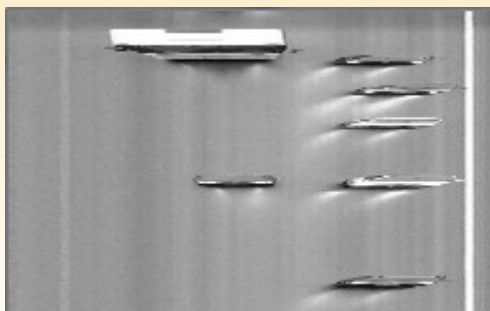


d)

Papildus parametri

- ♦ Līdzās intensitātei tiek lietoti papildus parametri (robežas krāsas), lai atrastu fonam nepiederošus objektus

Intensitāte:



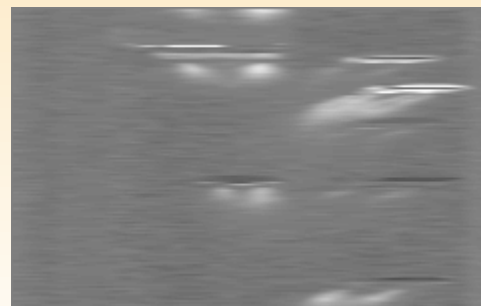
a)

Robežas:

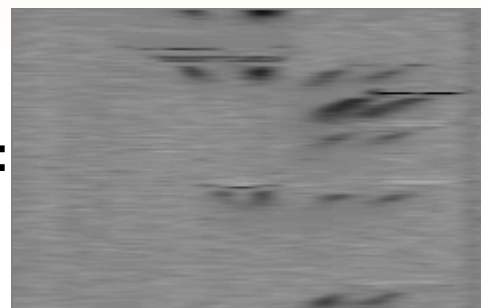


d)

Krāsu komponentes:



b)



c)

- ♦ Visbiežāk zīmīgas robežas ir intervālu galos

Adaptīva sliekšņa iegūšana

- ♦ Tiek lietota Otsu metode, ar kuru atrastais sliekšnis sadala attēla histogrammu tādējādi, ka abu pušu pikseļu dispersiju summa ir minimāla:

$$\sigma_w^2 = W_f \cdot \sigma_f^2 + W_b \cdot \sigma_b^2$$

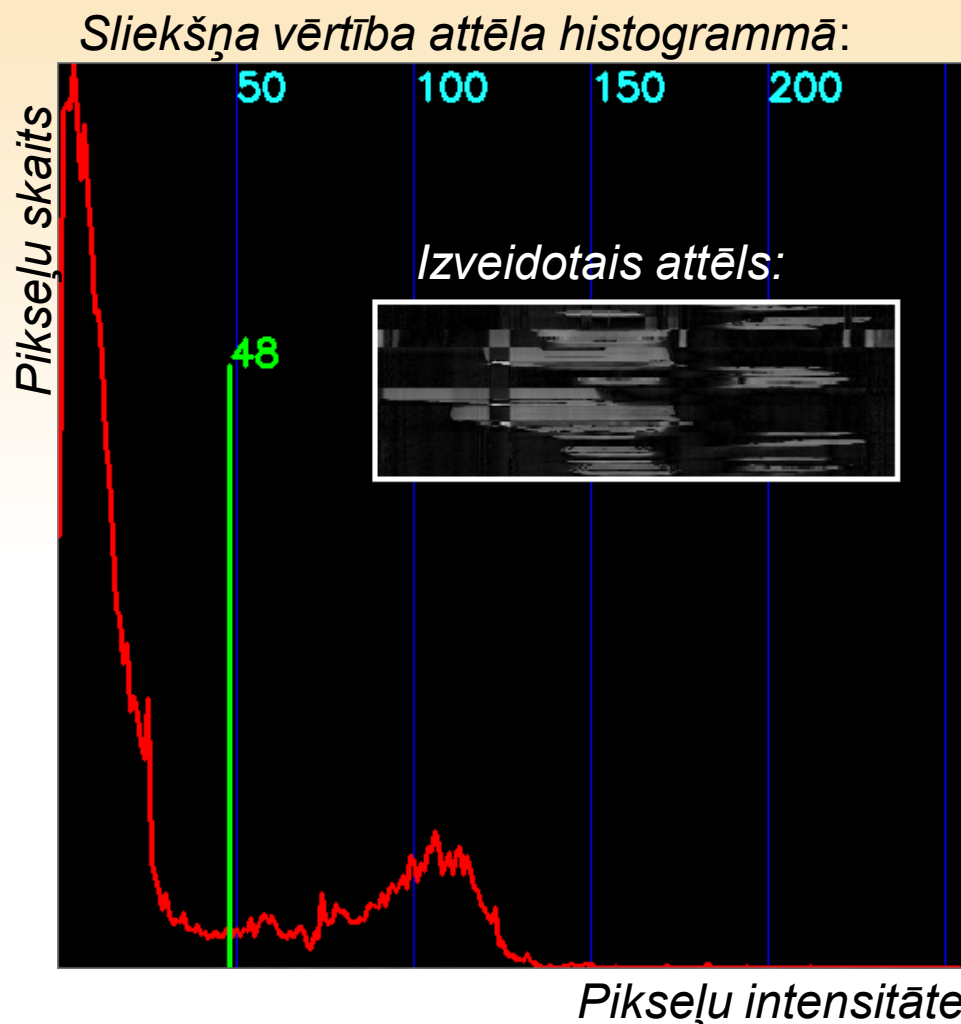
W_f – priekšplāna pikseļu skaits

W_b – fona pikseļu skaits

σ_f^2 – priekšplāna pikseļu dispersija

σ_b^2 – fona pikseļu dispersija

σ_w^2 – svarotu dispersiju summa



Automašīnu skaitīšana

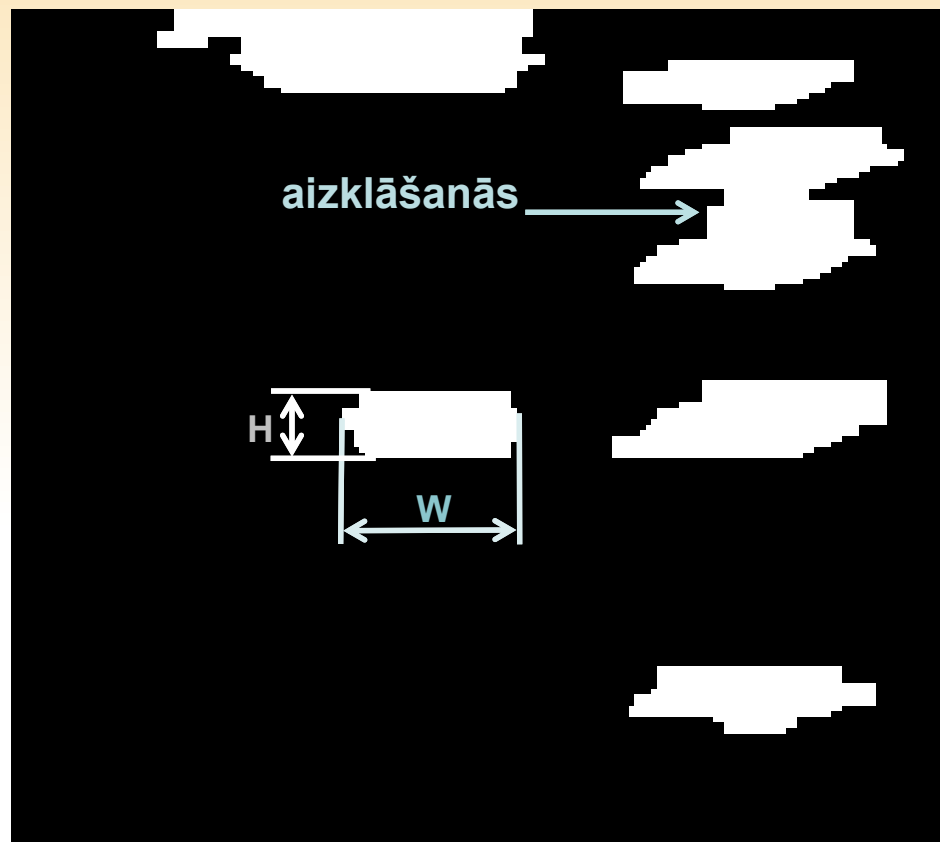
- ♦ Ja intervāls ir bijis pietiekoši plats un ir pastāvējis ilgāk kā iepriekš definēts kadru skaits, tad slēdzot intervālu ir atklāta un saskaitīta automašīna

- ♦ Ir iespējams noteikt atsevišķus aizklāšanās gadījumus

W – intervāla maksimālais platums

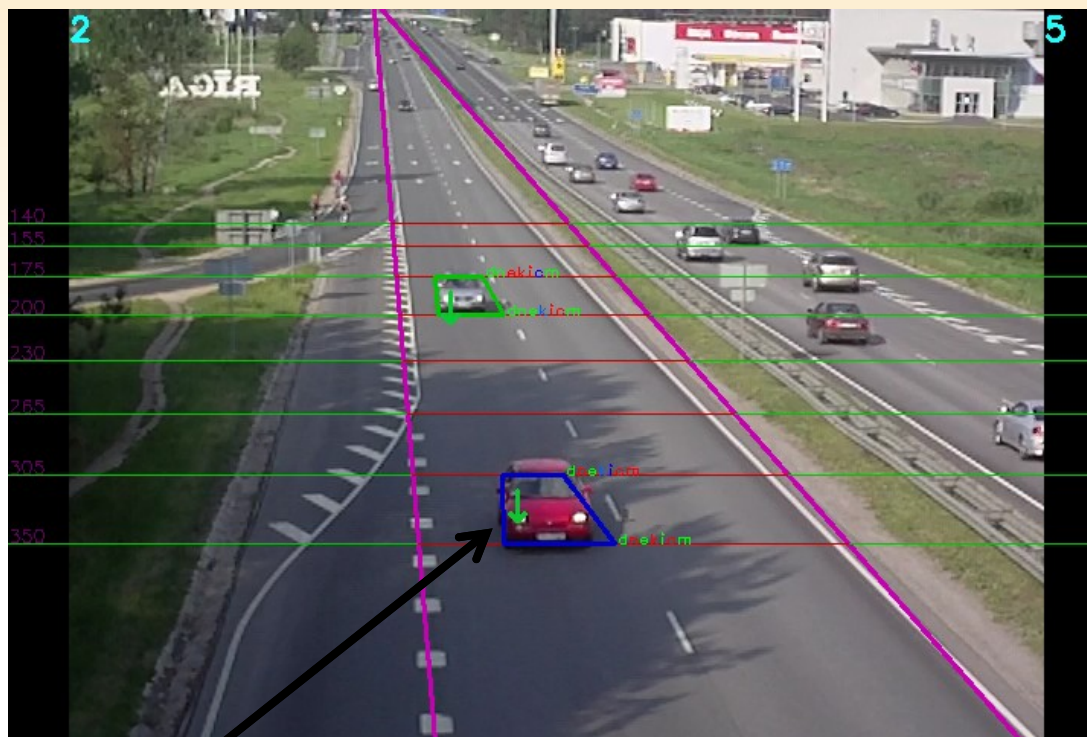
H – intervāla pastāvēšanas kadru skaits

Intervāli



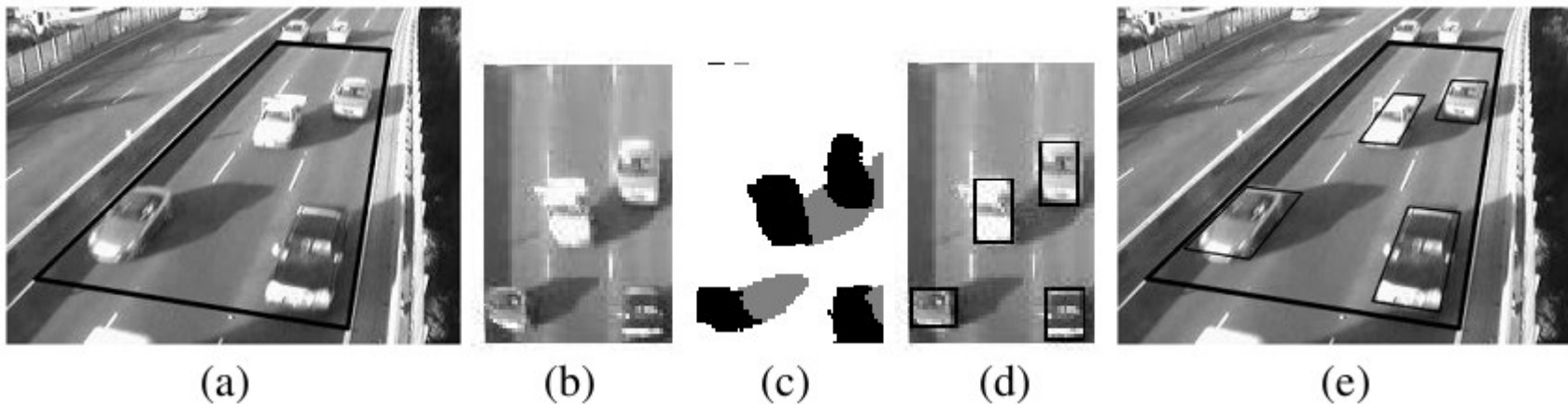
Vairākas atklāšanas līnijas

- ♦ Kadrā tiek izvietotas vairākas atklāšanas līnijas
- ♦ Intervāli no dažādām līnijām tiek apvienoti automašīnas objektā

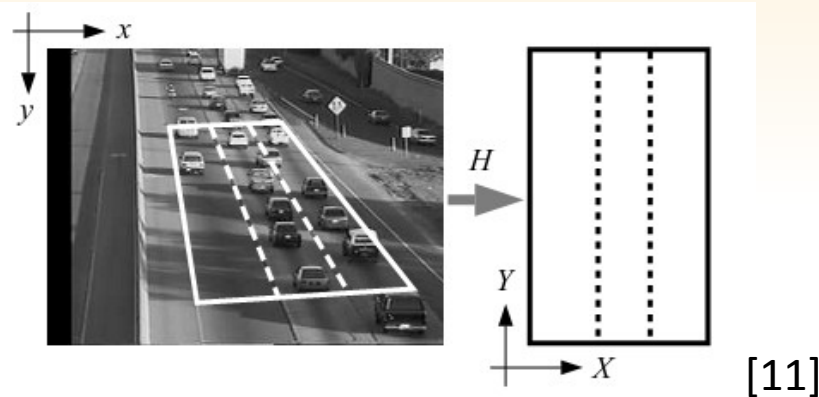


Automašīnas objekts

Projekcijas transformācija 1



[10]

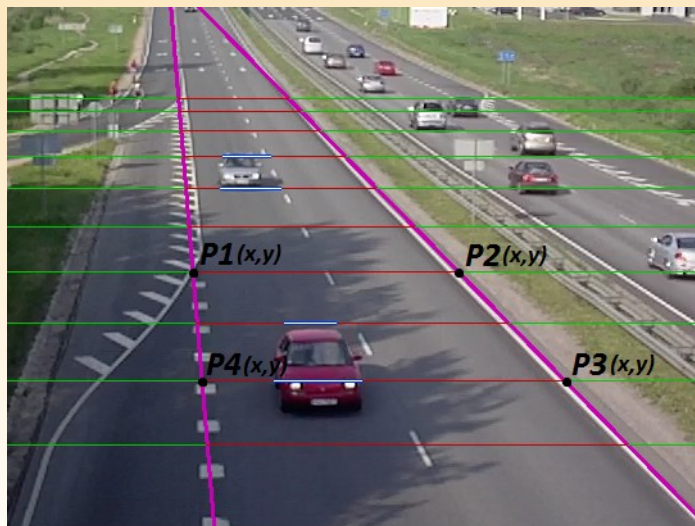


10. Wang Y. and Ye G.: Joint random fields for moving vehicle detection. *Proc. British Machine Vision Conference (BMVC)*. (2008)

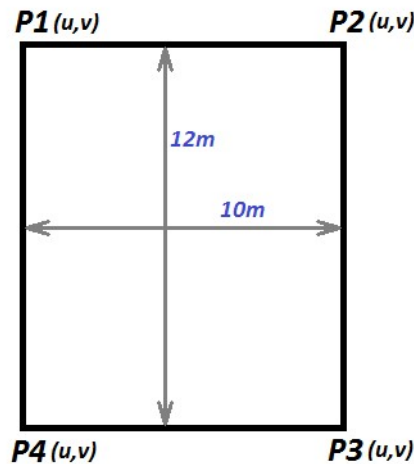
11. Beymer D., McLauchlan P., Coifman B. and Malik J. A Real-Time Computer Vision System for Measuring Traffic Parameters. *Proc. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 495.-501 (1997)

Projekcijas transformācija 2

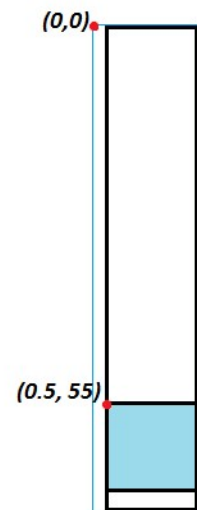
♦ Kameras kalibrācija



a)



b)



c)

♦ Transformācijas koeficientu atrašana

$$ax_i + by_i + c = gx_iu_i + hy_iv_i + u_i$$

$$dx_i + ey_i + f = gx_iv_i + hy_iu_i + v_i$$

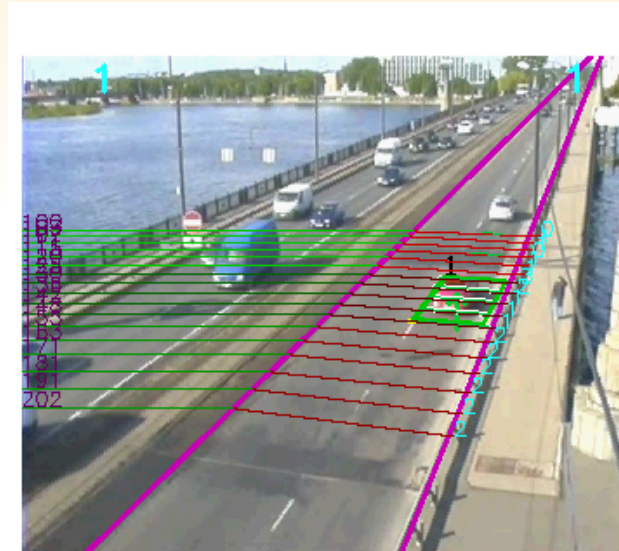
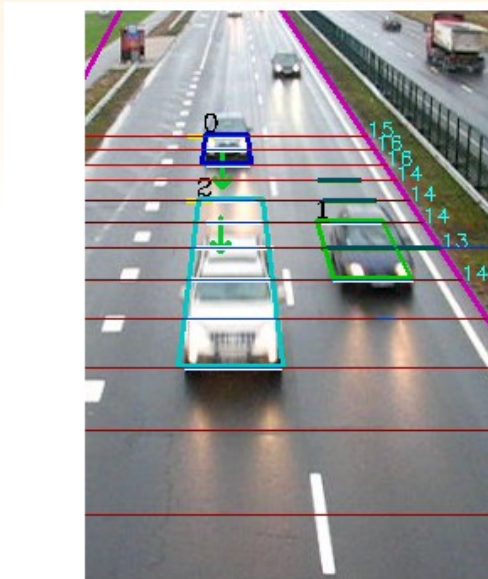
$$u = \frac{a \cdot x + b \cdot y + c}{g \cdot x + h \cdot y + 1},$$

♦ Koordinātu transformācija

$$v = \frac{d \cdot x + e \cdot y + f}{g \cdot x + h \cdot y + 1},$$

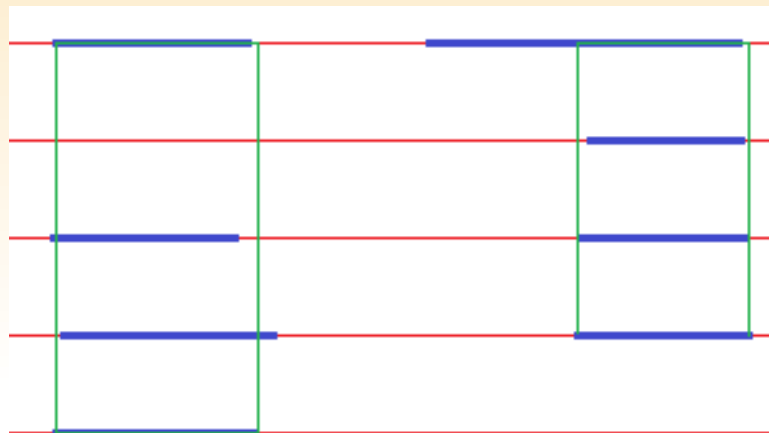
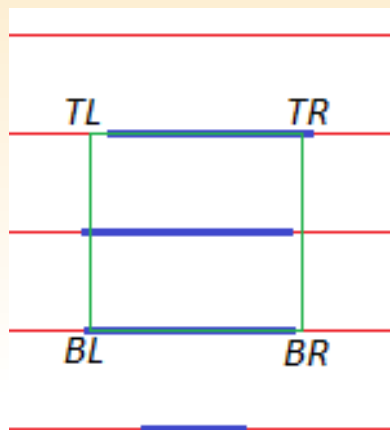
Līniju vienmērīga izvietošana

- ♦ Līnijas pasaules plaknē tiek izvietotas perpendikulāri ceļam, paralēli un vienmērīgos vienai pret otru
- ♦ Algoritms automātiski atrod atbilstošos līniju izvietojumu un slīpumu katra plaknē



Automašīnu izsekošana

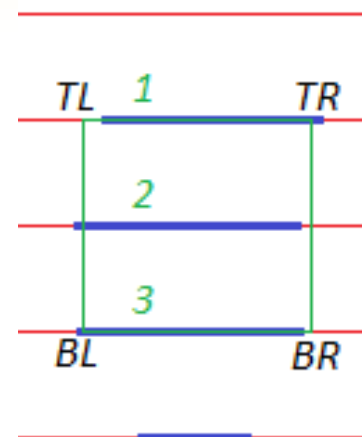
- ♦ Ja intervāli parādās laikā tuvos kadrus uz blakus esošām atklāšanas līnijām, un, to galu koordinātes ir tuvas, intervālus apvieno mašīnas objektā



- ♦ Jauni intervāli var tikt pievienoti esošam automašīnas objektam
- ♦ Dzēšot un pievienojot intervālus, mainās mašīnas koordinātes
- ♦ Neiederīgi intervāli tiek dzēsti no mašīnas objekta

Parametru noteikšana

- ♦ Ja automašīna parādās uz augšējām atklāšanas līnijām, sākotnējais kustības **virziens** tiek pieņemts no augšas uz leju
- ♦ Pievienojot jaunus intervālus, noteiktais virziens var mainīties
- ♦ Intervālu **platums** aptuveni atbilst automašīnu platumam
- ♦ **Ātrums** tiek noteikts skaitot kadrus starp intervālu pievienošanu mašīnai
- ♦ **Garumu** iegūst sareizinot noteikto mašīnas ātrumu ar tās intervālu dzīves ilgumu



Parametru noteikšana - augstums

- ♦ Kadra plaknē saglabājas informācija par mašīnas augstumu



$$h = H \frac{w_b}{w_b + w_s}$$

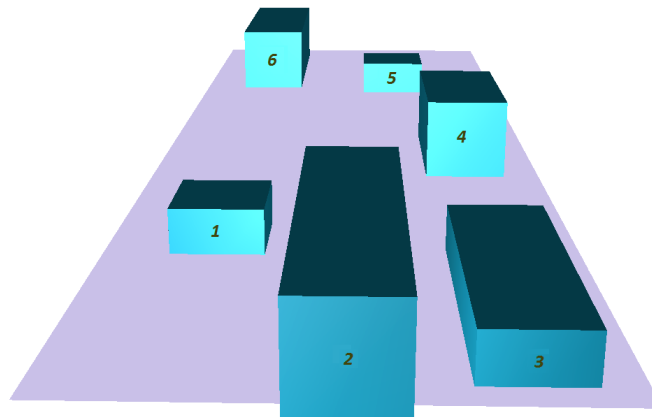
h – mašīnas augstums

H – kameras augstums

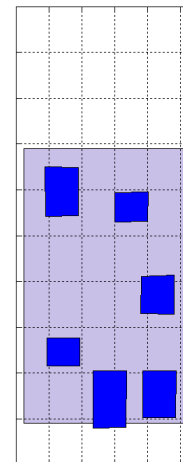
w_b – garākais intervāls

w_s – īsākais intervāls

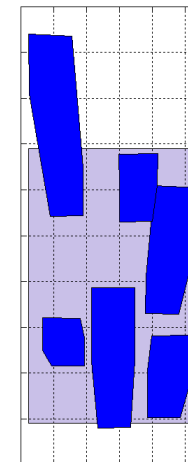
- ♦ Mašīnas augstums ir proporcionāls intervālu platuma izmaiņai projekcijas transformācijas plaknē



a)



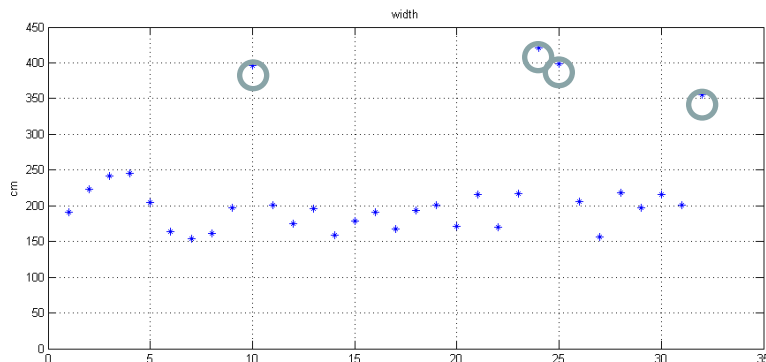
b)



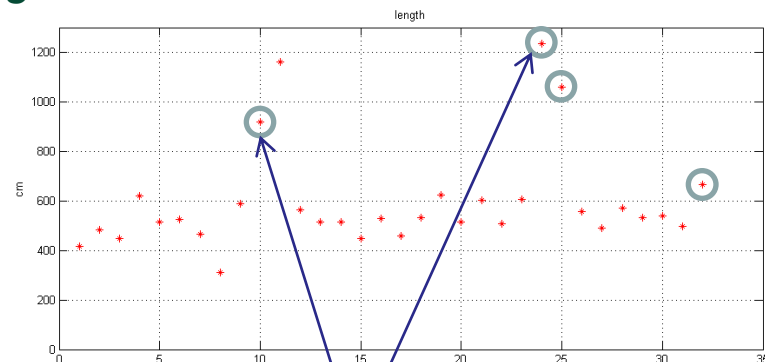
c)

Klasifikācija

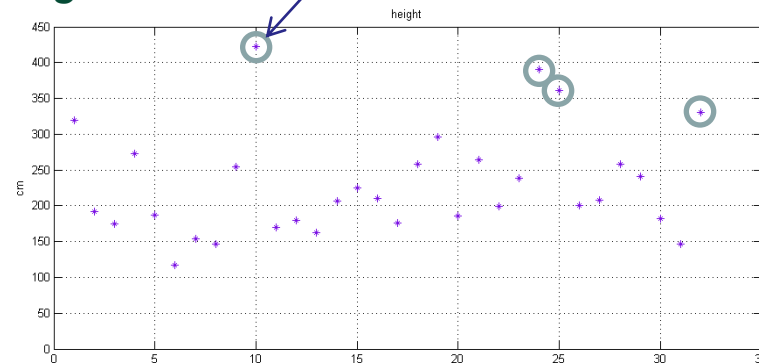
platums



garums



augstums



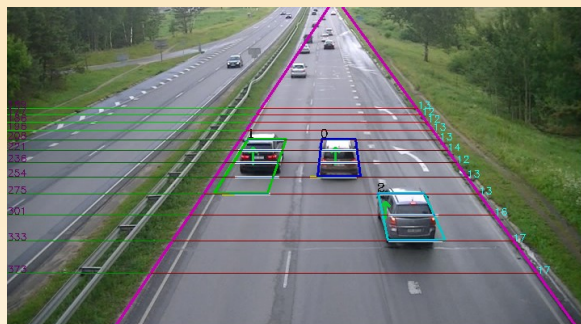
smagās automašīnas

mašīnas numurs →

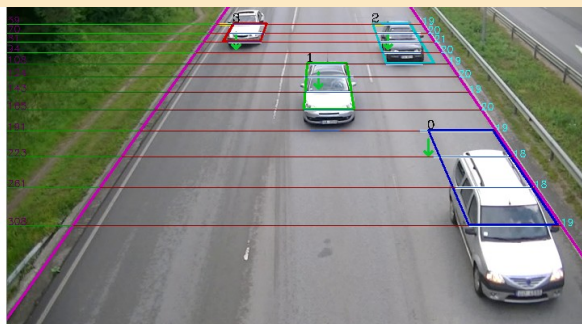
- ♦ Mašīnu objekti, kas ir pietiekami lieli un pastāvējuši pietiekami ilgi, tiek saskaitīti kā automašīnas
- ♦ Tiek atklāta smagā mašīna ja:
 - ♦ Augstums $> 2.5\text{m}$
 - ♦ Garums $> 7\text{m}$
 - ♦ Platums $> 2.5\text{m}$



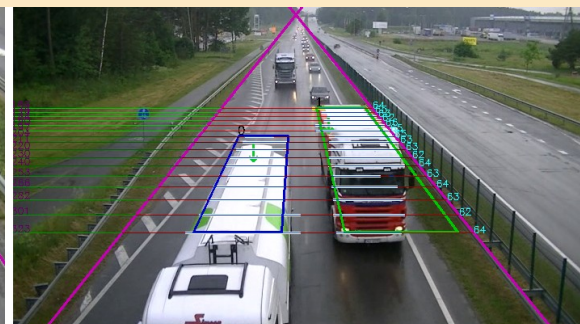
Testu rezultāti 1



Video 3



Video 4

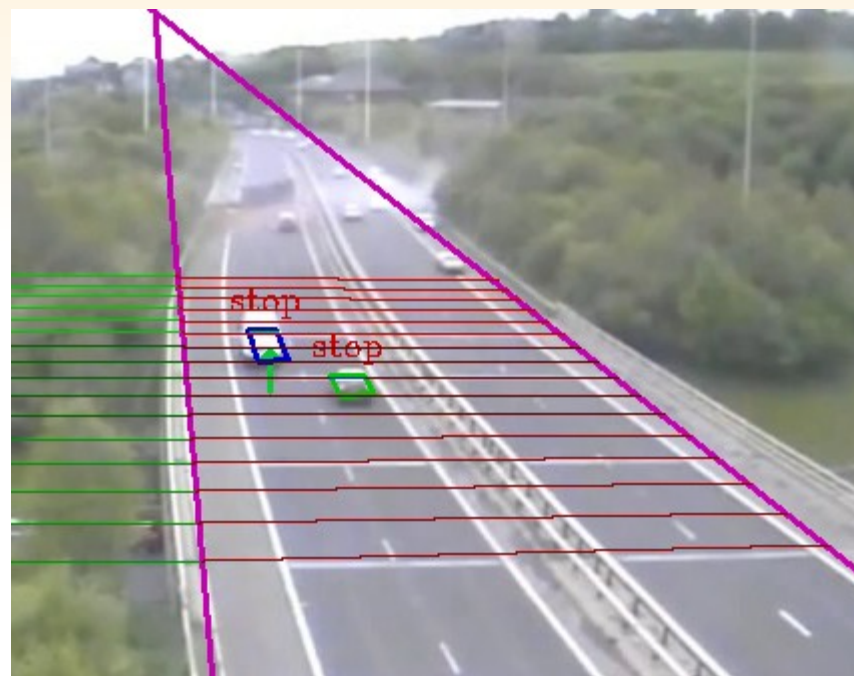
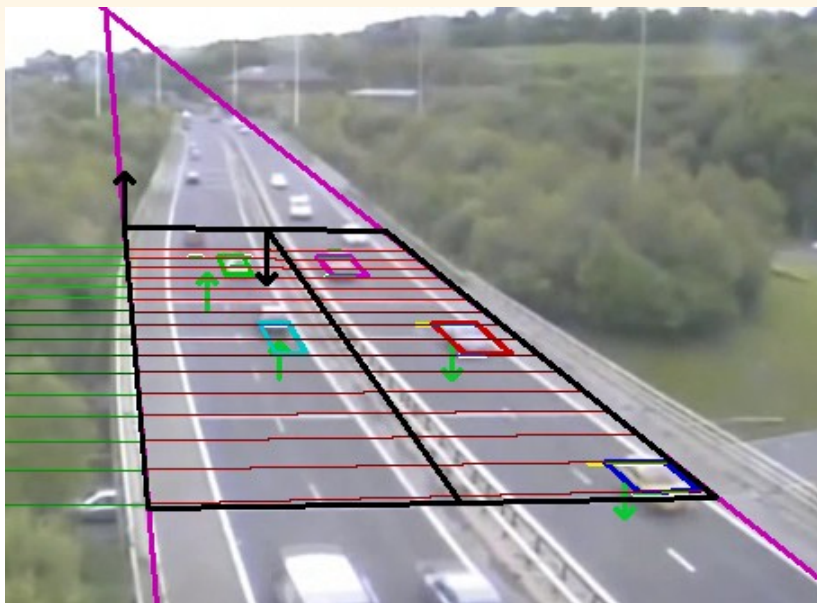


Testu rezultāti 2

Video	Reālais skaits		Pareizi atklātās smagās mašīnas	Viltus smago mašīnu atklāšana
	Visas mašīnas	Smagās mašīnas		
1	32	4	4	0
2	122	8	8	0
3	159	8	7	1
4	43	0	0	0
5	221	12	7	0
6	208	5	5	1
7	246	12	12	3
8	117	4	4	1
9	88	7	6	0

Netipisku notikumu atklāšana

- ♦ Iepriekš definējot ceļa joslām atbilstošos braukšanas virzienus, algoritms spēj noteikt uz nepareizo pusi braucošas automašīnas.
- ♦ Apstājušos mašīnu atklāšana netipiskās vietās uz ceļa norāda uz iespējamu ārkārtas gadījumu uz ceļa.

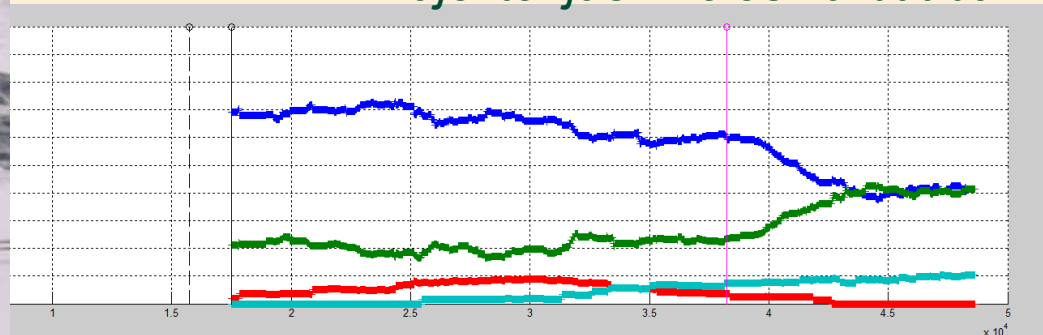


Negadījumu noteikšana

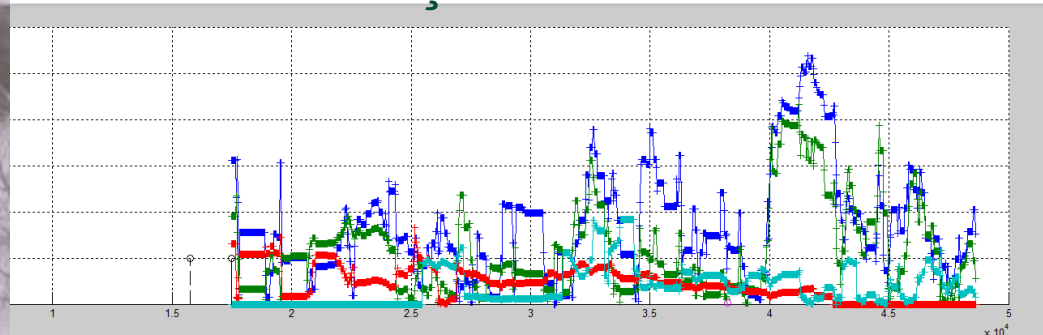
- ♦ Mašīnu kustības izsekošana ļauj iegūt normālās automašīnu trajektorijas un varbūtības ar kādām mašīnas izvēlas konkrētās trajektorijas
- ♦ Ja pēdējā laikā mašīnas izvēlas trajektorijas ar būtiski atšķirīgu varbūtību, iespējams uz ceļa noticis negadījums



Trajektorijas izvēles varbūtība



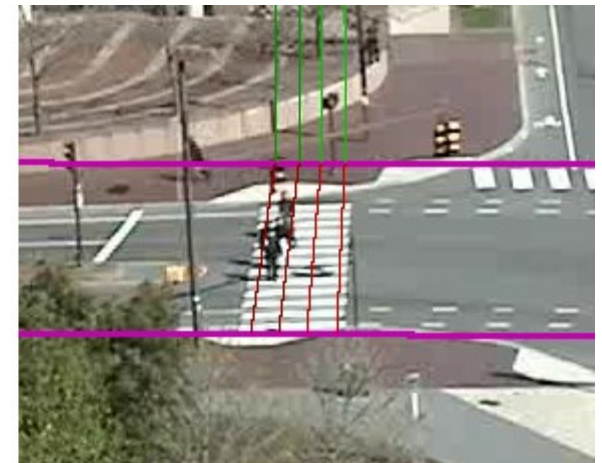
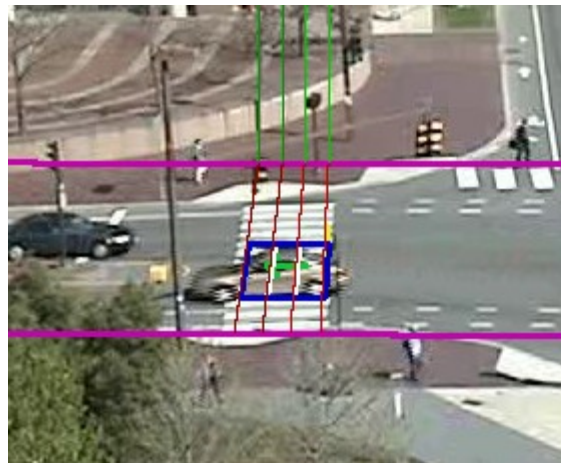
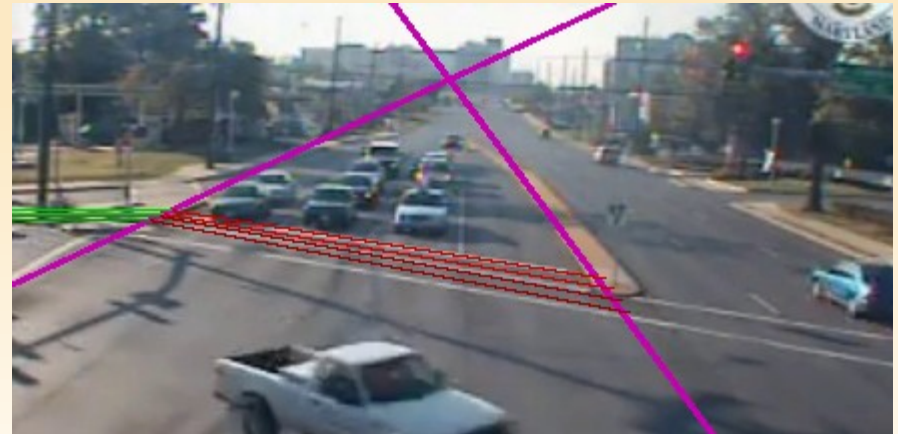
Varbūtību atšķirības statistiskā nozīmība



kadri →

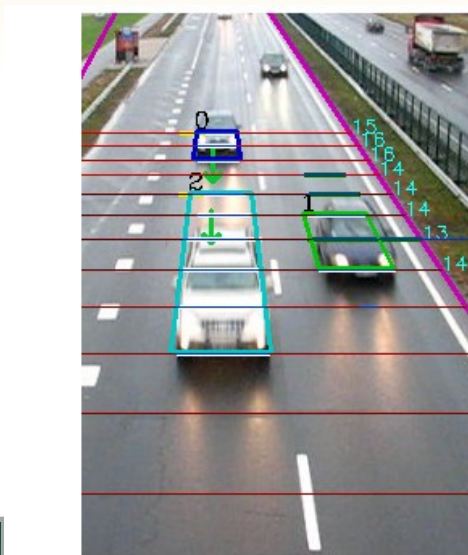
Signāla neievērošanas atklāšana

- ♦ Atklāšanas līnijas var izvietot pie regulējamiem krustojumiem
- ♦ Zinot luksofora signālu, iespējams atklāt pārkāpējus, kas šķērso līnijas pie sarkanā signāla
- ♦ Līnijas arī var novietot uz gājēju pārejām – paralēli līnijām ejošie cilvēki netiek atklāti, kamēr perpendikulāri braucošas mašīnas tiek



Noslēgums

- ♦ Izstrādāts pret skaitļošanas jaudām efektīvs automašīnu atklāšanas, izsekošanas, parametru iegūšanas un klasificēšanas algoritms.
- ♦ Algoritms ir adaptīvs – pielāgojas mainīgajam apgaismojumam un ir lietojams dažādos laikapstākļos.
- ♦ Atkarībā no pieejamās skaitļošanas jaudas, iespējams izvēlēties dažādu atklāšanas līniju skaitu, mainot algoritma precizitāti.
- ♦ Piedāvātā metode izmantojama arī avāriju un luksofora signāla neievērošanas gadījumu atklāšanai



Paldies par uzmanību!

