



VIDEO APSTRĀDES ALGORITMS AUTOMAŠĪNU PARAMETRU IEGŪŠANAI UN KLASIFICĒŠANAI

Roberts Kadiķis
Kārlis Freivalds



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



EIROPAS SAVIENĪBA

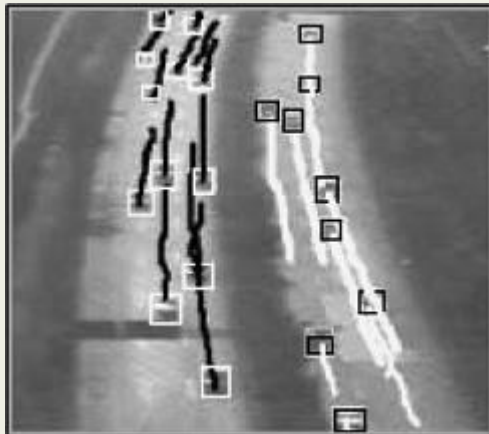
Saturs

- Motivācija mašīnu parametru ieguvei un klasifikācijai
- Āutomašīnu klasifikācija literatūrā
- Automašīnu atklāšana
- Vairāku līniju izmantošana
- Projekcijas transformācija
- Līniju vienmērīga izvietošana
- Automašīnu izsekošana
- Parametru noteikšana:
 - platums, virziens
 - ātrums, garums
 - augstums
- Klasificēšana vieglā / smagā
- Demonstrācija
- Testu rezultāti
- Algoritma apraksts
- Noslēgums
- Izmantotā literatūra

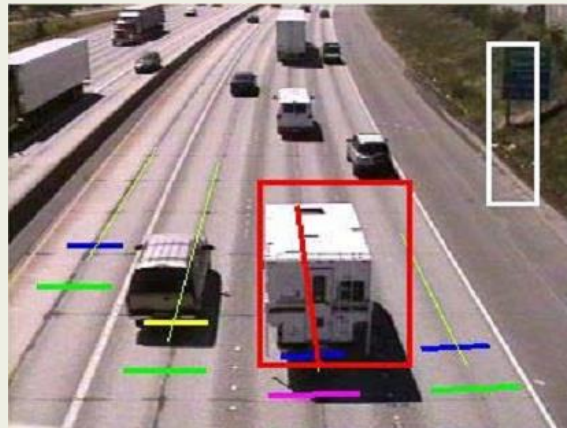
Motivācija mašīnu klasificēšanai

- Cilvēku un automašīnu atšķiršana – drošības nolūkiem
- Smago automašīnu atšķiršana ļauj uzlabot satiksmes plānošanu, ceļa seguma apkopi
- Dažāda izmēra mašīnām var tikt piemērotas dažādas maksas par ceļu izmantošanu (automātiska maksas iekasēšana)
- Ātruma noteikšana ļauj atklāt pārkāpumus
- Kameru izmantošana ļauj iegūt vairāk parametru nekā ceļā iestrādātās cilpas

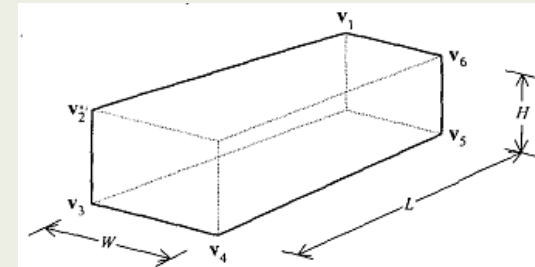
Automašīnu klasificēšana literatūrā



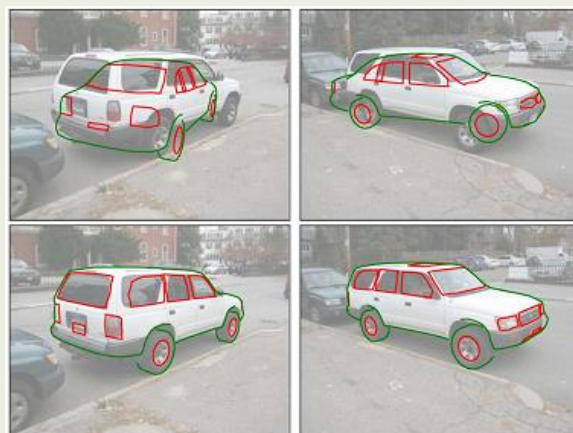
[1]



[2]



[3]



[4]

- Klasificēšanu var veikt salīdzinot iegūtos parametrus ar zināmiem mašīnu lielumiem, vai lietojot dažādus klasifikatorus – vektoru mašīnas, k-tuvāko kaimiņu metodi, neironu tīklus.

Automašīnu atklāšana

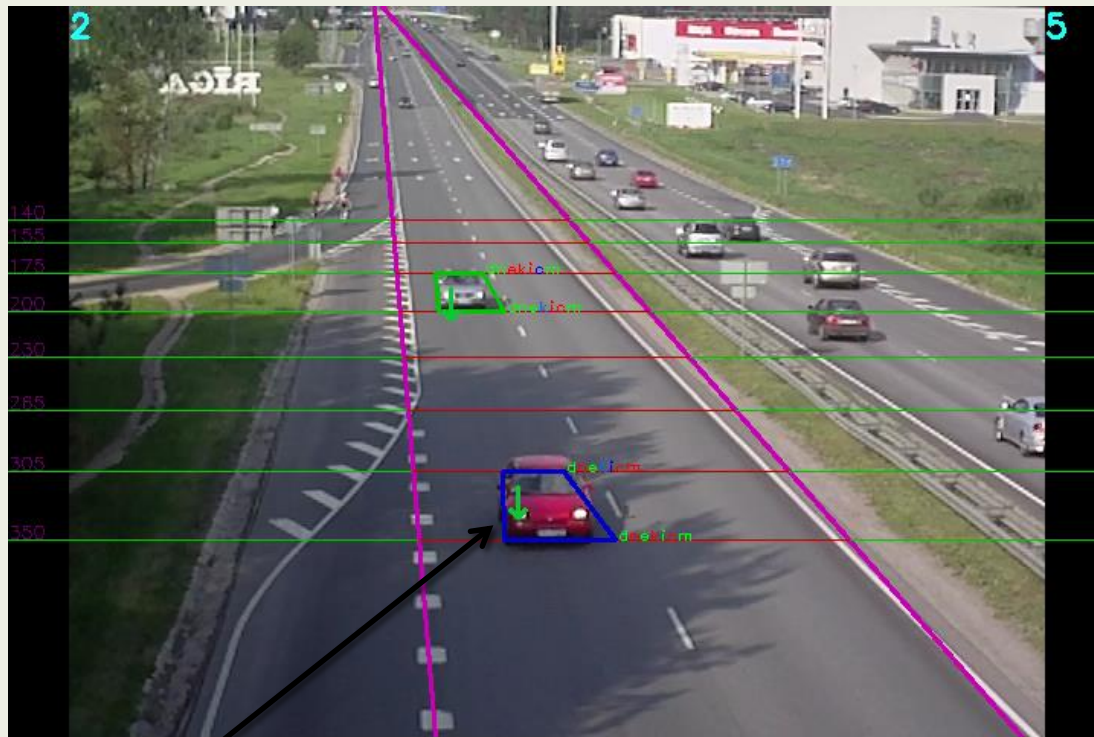
- Kadrā, perpendikulāri ceļam izvietota atklāšanas līnija
- Kombinējot kustības atklāšanu un fona uzkrāšanu tiek atklātas līniju šķērsojošās automašīnas
- Atbilstoši mašīnām uz atklāšanas līnijām tiek veidoti intervāli. Kad mašīna izbrauc no līnijas, intervāls tiek slēgts
- Tiek atklātas un izskaitītas līniju šķērsojošās automašīnas
- Pozitīvs starptautiskā patentmeklējuma eksperta novērtējums: metode atbilst visiem trim patentspējas kritērijiem (novitāte, izgudrojuma līmenis un industriālais pielietojums)



Atklāšanas līnija Intervāls

Viarāku līniju izmantošana

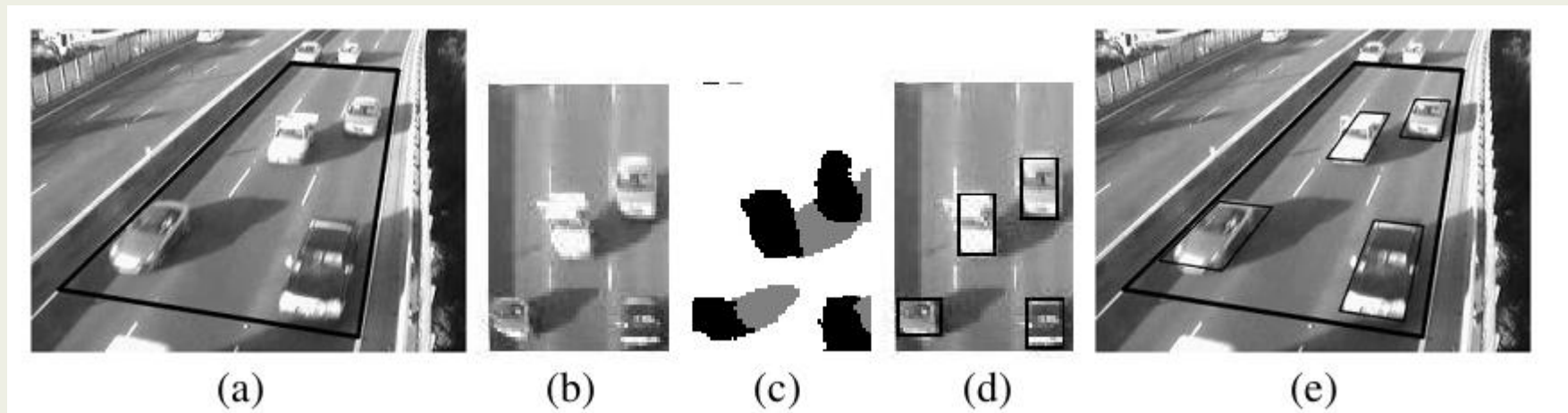
- Kadrā tiek izvietotas vairākas līnijas
- Intervāli no dažādām līnijām tiek savienoti mašīnas objektā



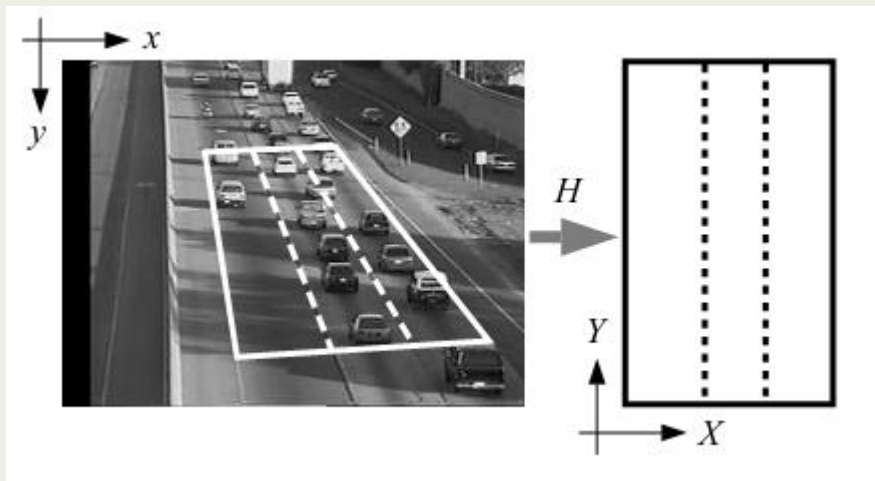
Automašīnas objekts

Projekcijas transformācija 1

- Pielietojums literatūrā:



[5]



[6]

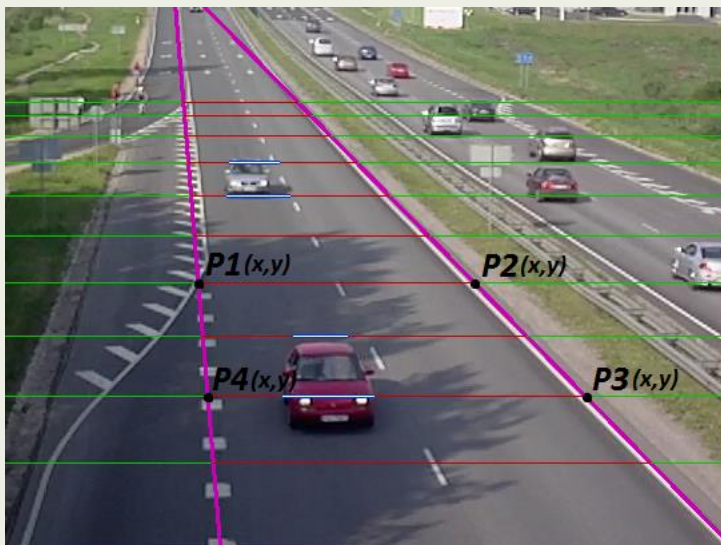
Projekcijas transformācija 2

- Koordināšu transformācija:

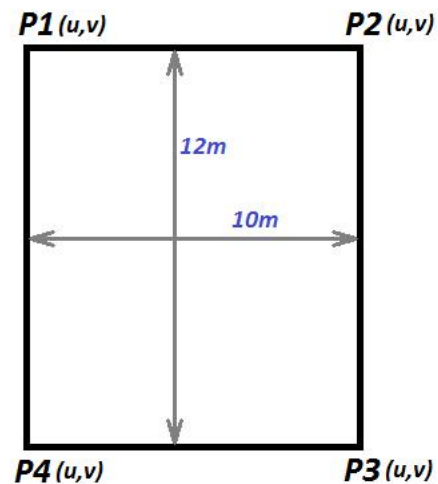
$$u = \frac{a \cdot x + b \cdot y + c}{g \cdot x + h \cdot y + 1},$$

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

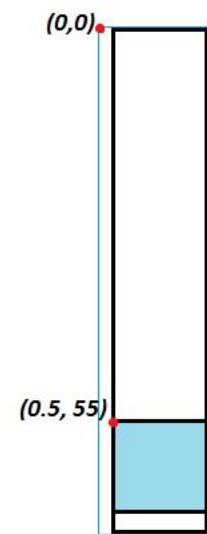
- Kameras kalibrācija:



a)



b)



c)

Projekcijas transformācija 3

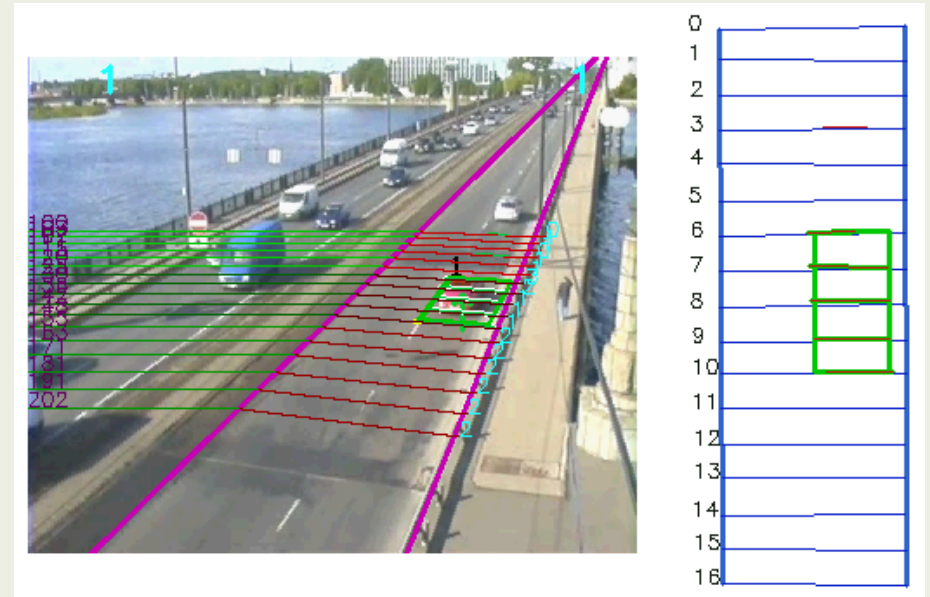
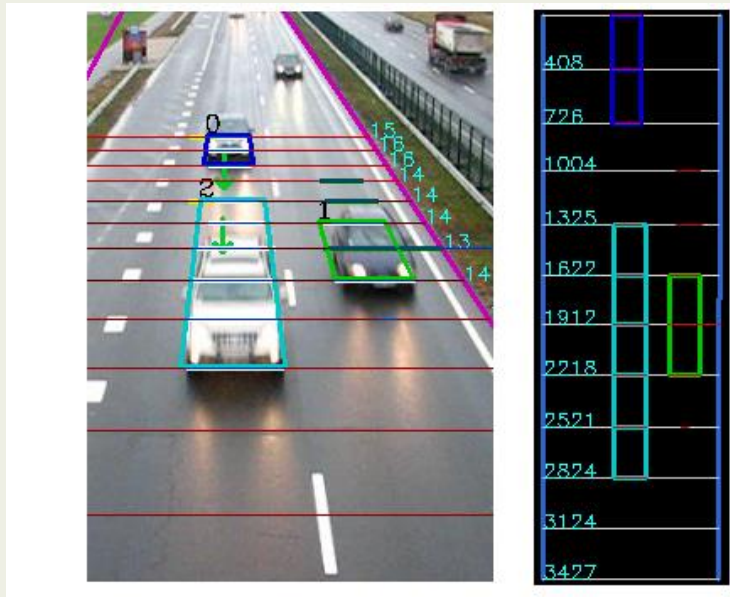
- Koeficientu atrašana:

$$\begin{aligned} ax_i + by_i + c &= gx_iu_i + hy_iv_i + u_i \\ dx_i + ey_i + f &= gx_iv_i + hy_iv_i + v_i \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} x_0 & y_0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_0u_0 & -y_0u_0 \\ 0 & 0 & 0 & x_0 & y_0 & 1 & -x_0v_0 & -y_0v_0 \\ x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_1u_1 & -y_1u_1 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & -x_1v_1 & -y_1v_1 \\ \vdots & & & & & & \vdots & \vdots \\ x_{n-1} & y_{n-1} & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_{n-1}u_{n-1} & -y_{n-1}u_{n-1} \\ 0 & 0 & 0 & x_{n-1} & y_{n-1} & 1 & -x_{n-1}v_{n-1} & -y_{n-1}v_{n-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_0 \\ v_0 \\ u_1 \\ v_1 \\ \vdots \\ u_{n-1} \\ v_{n-1} \end{bmatrix}$$

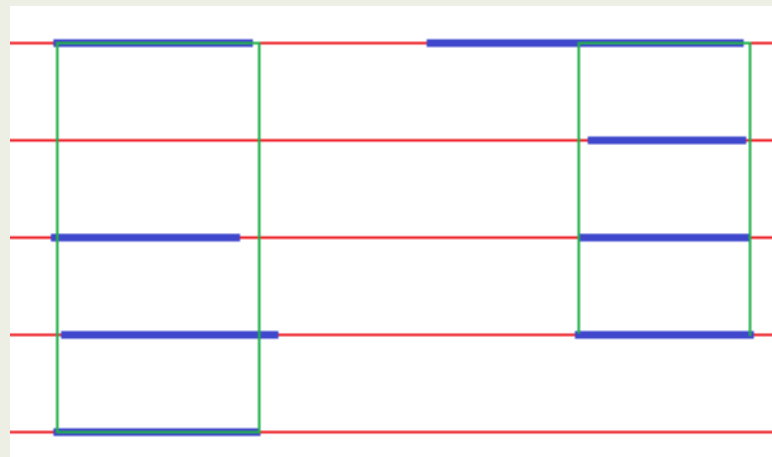
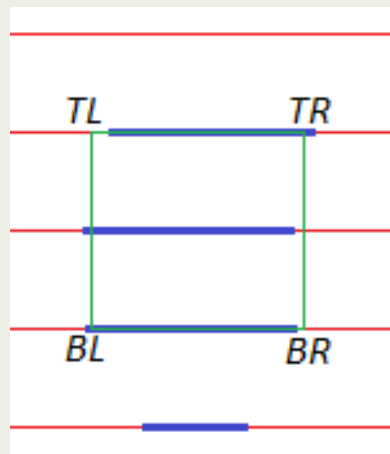
Līniju vienmērīga izvietošana

- Transformācijas plaknē līnijas tiek izvietotas perpendikulāras ceļam un ar vienādiem attālumiem vienai starp otru
- Lai to panāktu, algoritms izrēķina, kādos attālumos un ar kādiem leņķiem atklāšanas līnijas jāizvieto katra plaknē



Automašīnu izsekošana

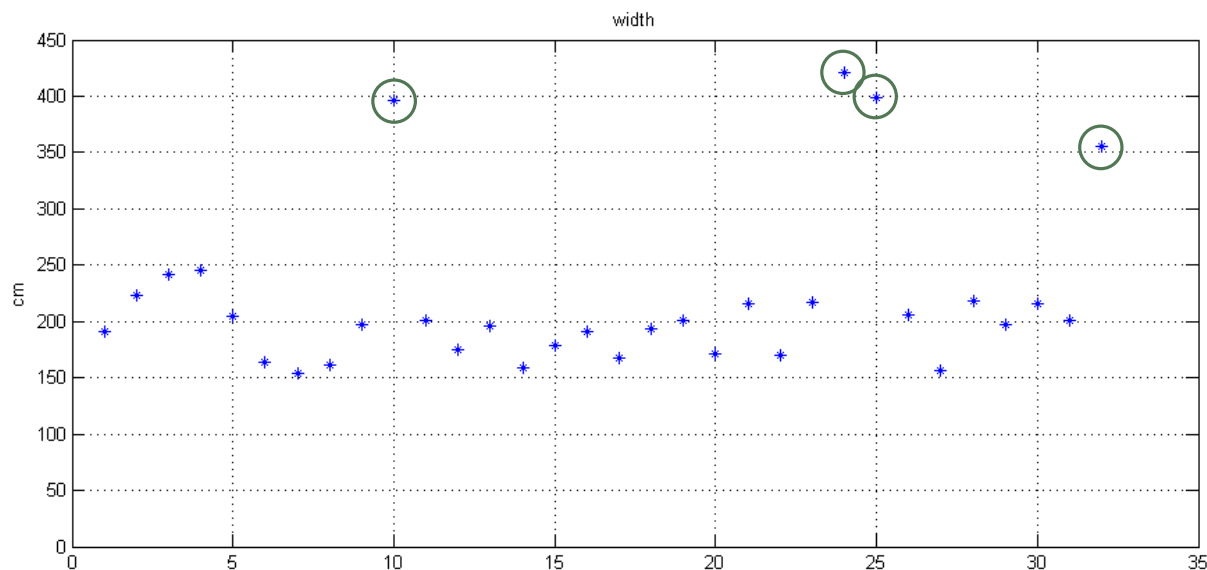
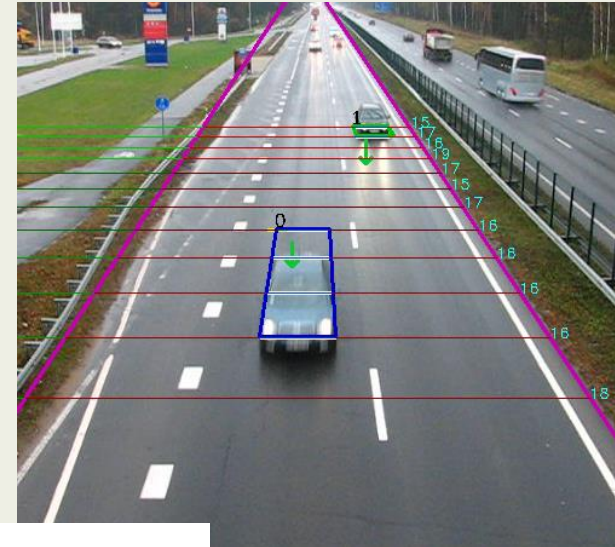
- Ja tuvos kadros viens zem otra (uz dažādām līnijām) parādās intervāli, un, to galu koordinātes ir tuvas (starpība nepārsniedz uzstādītu sliekšni), no intervāliem tiek izveidots automašīnas objekts



- Jauni intervāli var tikt pievienoti esošām automašīnām
- Dzēšot mašīnas galējos intervālus, mainās tās v koordinātes
- No mašīnas tiek dzēsti neiederīgi intervāli

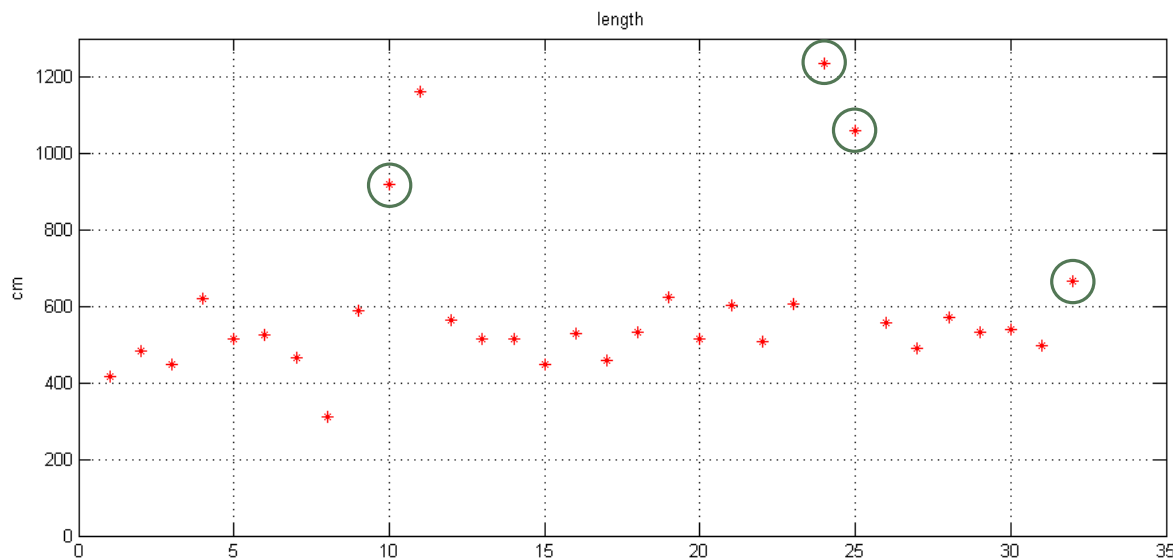
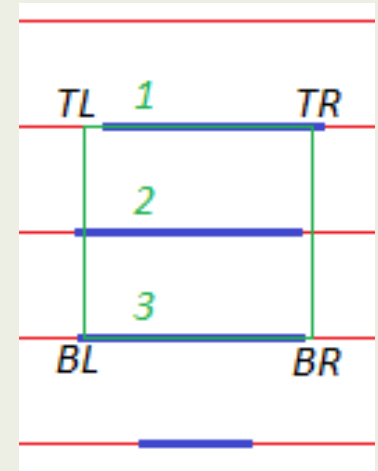
Parametru noteikšana – platums, virziens

- Intervālu platumi aptuveni atbilst mašīnas platumam
- Atklāšanas līnijas sadalītas augšējās, vidējās un apakšējās
- Ja mašīna parādījusies uz augšējām līnijām, sākotnējais braukšanas virziens ir uz leju
- Noteiktais virziens var mainīties



Parametru noteikšana – ātrums, garums

- Ātrums tiek iegūts skaitot kadrus, kas pagājuši starp dažādu intervālu pievienošanu mašīnai
- Garuma noteikšanai intervāla pastāvēšanas ilgums tiek reizināts ar noteikto ātrumu

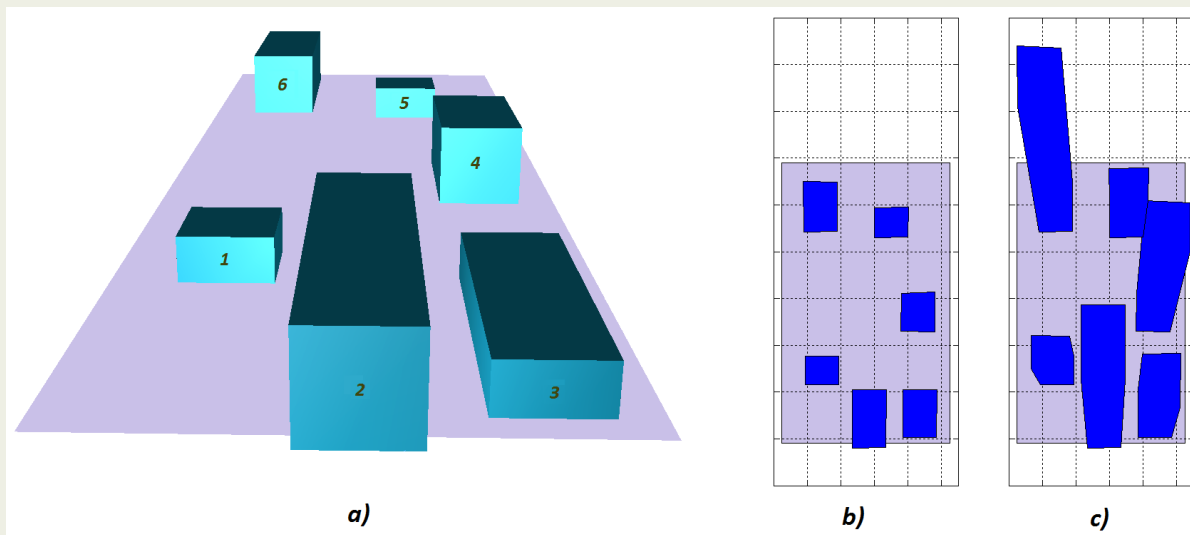


Parametru noteikšana - augstums

- Kadra plāknē ir saglabāta informācija par mašīnas augstumu

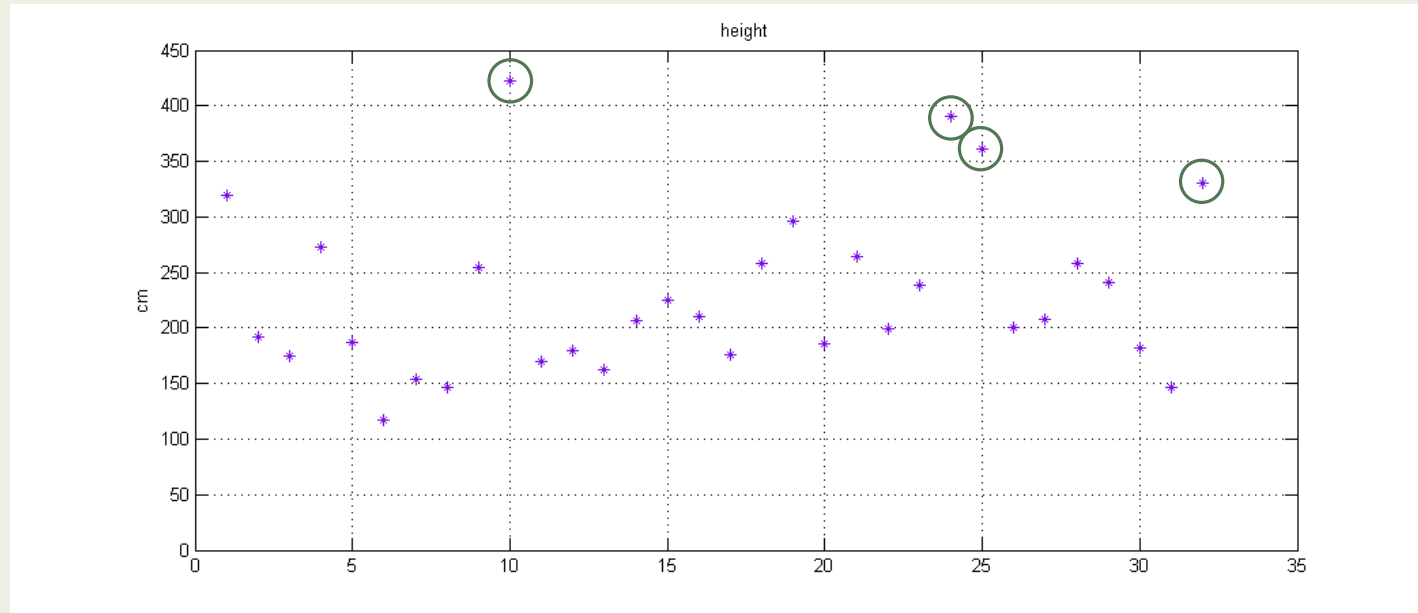


- Projekcijas transformācijā mašīnas augstums ir lineāri proporcionāls intervāla lielākā un mazākā platuma attiecībai tā pastāvēšanas laikā



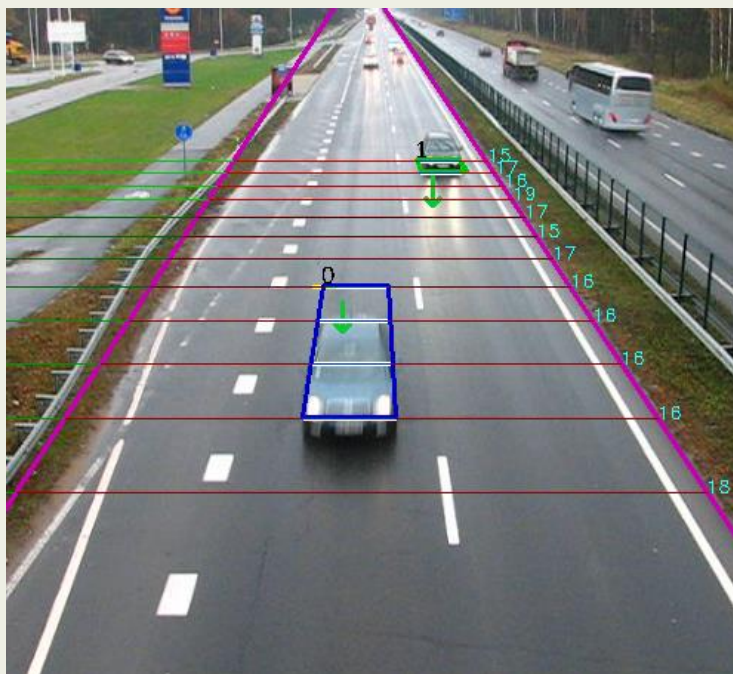
Klasificēšana vieglā / smagā

- Augstums:

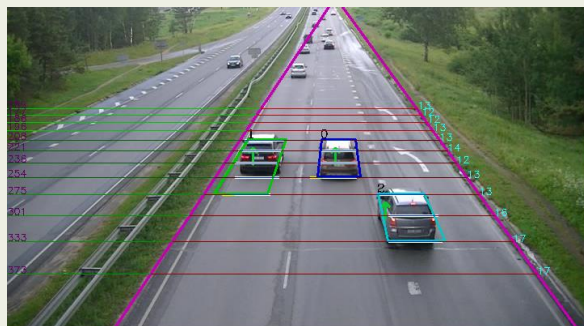


- Pēc pastāvēšanas ilguma un parametriem, tiek izdalīti mašīnu objekti, kas var reāli atbilst automašīnai
- Smagā mašīna ja:
 - Augstums $> 2.5\text{m}$
 - Garums $> 7\text{m}$
 - Platums $> 2.5\text{m}$

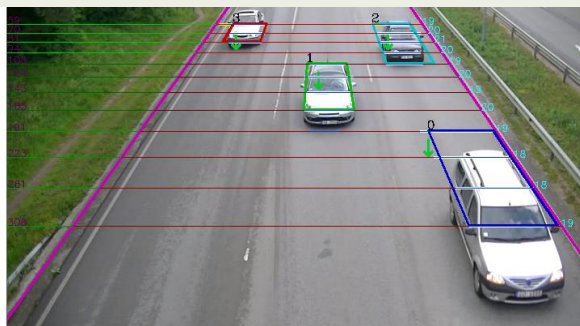
Demonstrācija



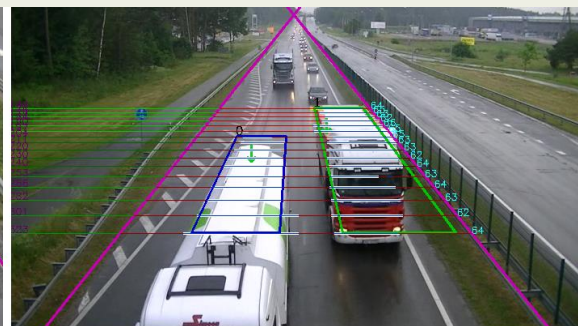
Testu rezultāti 1



Video 3



Video 4



Video 7

Video	Reālais skaits	Viena līnija		Vairāku līniju vidējais rādījums		Piedāvātā metode	
		skaits	precizitāte	skaits	precizitāte	skaits	precizitāte
1	32	30	94%	30	94%	32	100%
2	122	121	99%	124	98%	122	100%
3	159	168	94%	164	97%	158	99%
4	43	45	95%	44	98%	44	98%
5	221	232	95%	235	94%	231	95%
6	208	209	99%	209	99%	209	99%
7	246	233	95%	239	97%	239	97%
8	117	118	99%	118	99%	116	99%
9	88	92	95%	93	94%	88	100%

Testu rezultāti 2

Video	Reālais skaits		Pareizi atklātās automašīnas	Viltus smago mašīnu atklāšana
	Visas automašīnas	Smagās automašīnas		
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

Algoritma apraksts

- Kadiķis R., Freivalds K.: Efficient Video Processing Method for Traffic Monitoring Combining Motion Detection and Background Subtraction. Proceedings of the Fourth International Conference on Signal and Image Processing 2012 (ICSIP 2012) Lecture Notes in Electrical Engineering Volume 221, 2013, pp 131-141
- Kadiķis R., Freivalds K.: Vehicle classification in video using virtual detection lines. 2013 The 6th International Conference on Machine Vision (ICMV 2013)

Noslēgums

- Mašīnu parametru ieguve un tipa noteikšana ir būtiska inteligēnto transporta sistēmu daļa
- Izveidots pret skaitļošanas jaudām efektīvs algoritms mašīnu izsekošanai, to parametru ieguvei un to klasifikācijai reālā laikā
- Algoritms balstīts uz iepriekš īstenotas intervālu metodes, saglabājot tādas īpašības kā adaptēšanās dažādiem laika apstākļiem, darbība pie mainīga apgaismojuma, darbība pie nenoteikta un mainīga braukšanas joslu skaita
- Nākamie soļi:
 - Cīņa ar ēnu ietekmi
 - Automašīnu noteikšana naktī

Izmantotā literatūra

1. Rad R., Jamzad M.: Real time classification and tracking of multiple vehicles in highways. Pattern Recognition Letters. 26, 1597-1607 (2005)
2. 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)
3. 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)
4. 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 (2011)
5. Wang Y. and Ye G. Joint random fields for moving vehicle detection// Proc. British Machine Vision Conference (BMVC). – 2008.
6. 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. – 1997. – 495.-501. p.

Paldies par uzmanību!

