



EIROPAS REĢIONĀLĀS  
ATTĪSTĪBAS FONDS

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



EIROPAS SAVIENĪBA

# Multimodālu sensoru izmantošana transporta līdzekļu detektēšanai

MITSSen grupa:

Mārtiņš Liepiņš

Aivars Ševerdaks



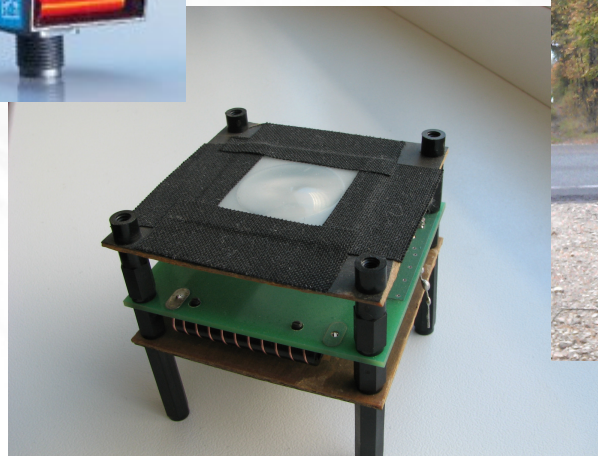
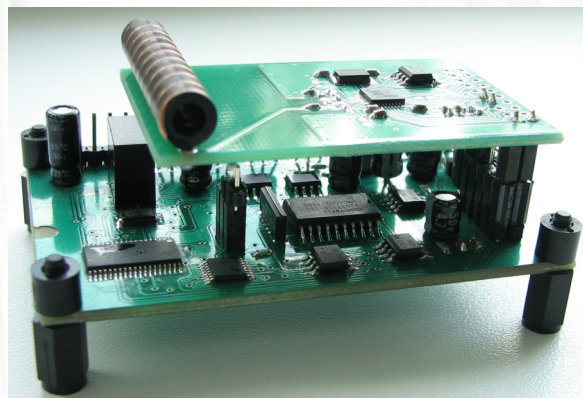
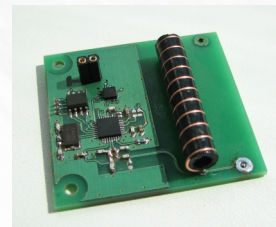
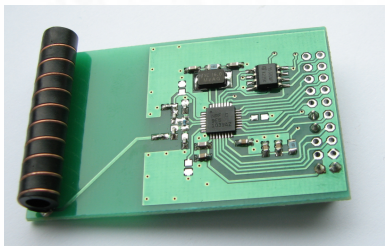
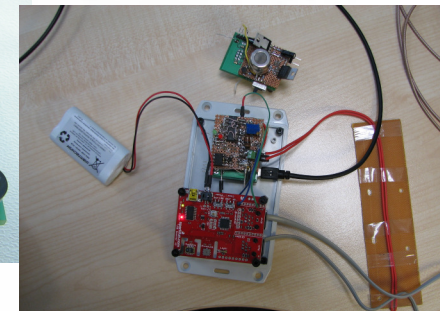
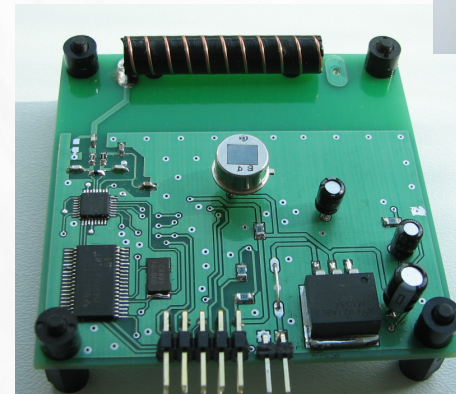
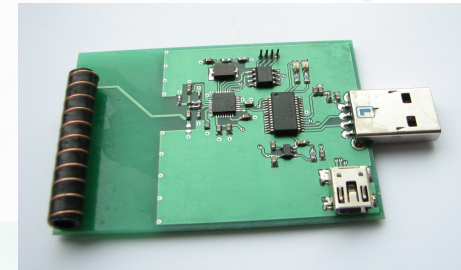
ELEKTRONIKAS UN  
DATORZINĀTNŪ  
INSTITŪTS

INSTITUTE OF  
ELECTRONICS AND  
COMPUTER SCIENCE

Eiropas reģionālā attīstības fonda projekts  
“Multifunkcionāla inteliģenta transporta sistēmas punkta tehnoloģija” (MITS).  
Projekta Nr. 2010/0250/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/086

# Izmantotie sensoru veidi

- Magnētiskā lauka sensori
- Siltuma sensori (PIR)
- Skaņas sensori (mikrofoni, mikrofonu matricas)
- Lāzera sensori
- Laika apstākļu sensori, rezonanses kontūrs





# Magnētiskā lauka sensori

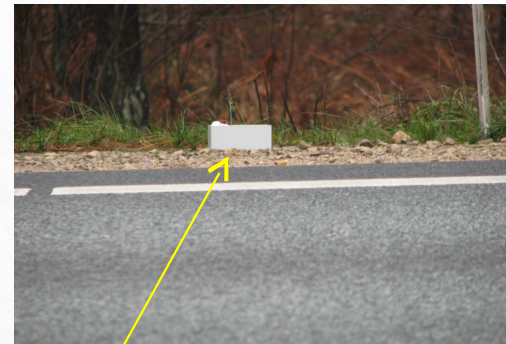
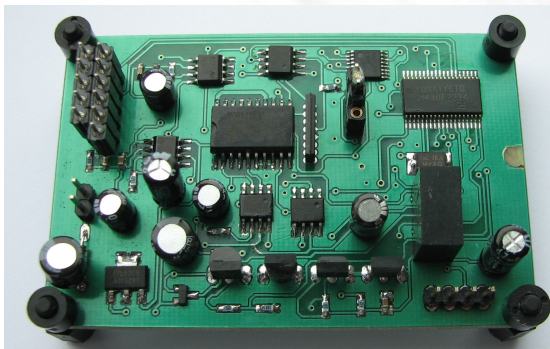
- Sensori tiek novietoti abās brauktuves pusēs

## Priekšrocības

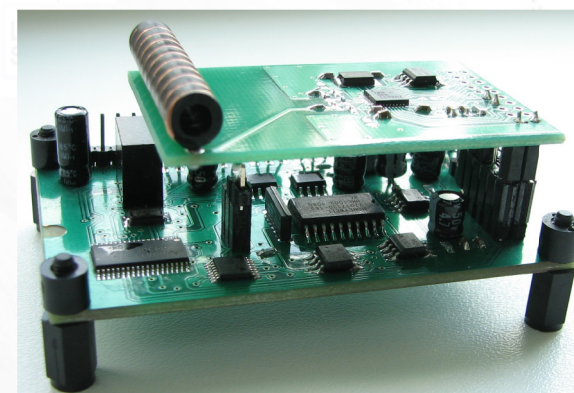
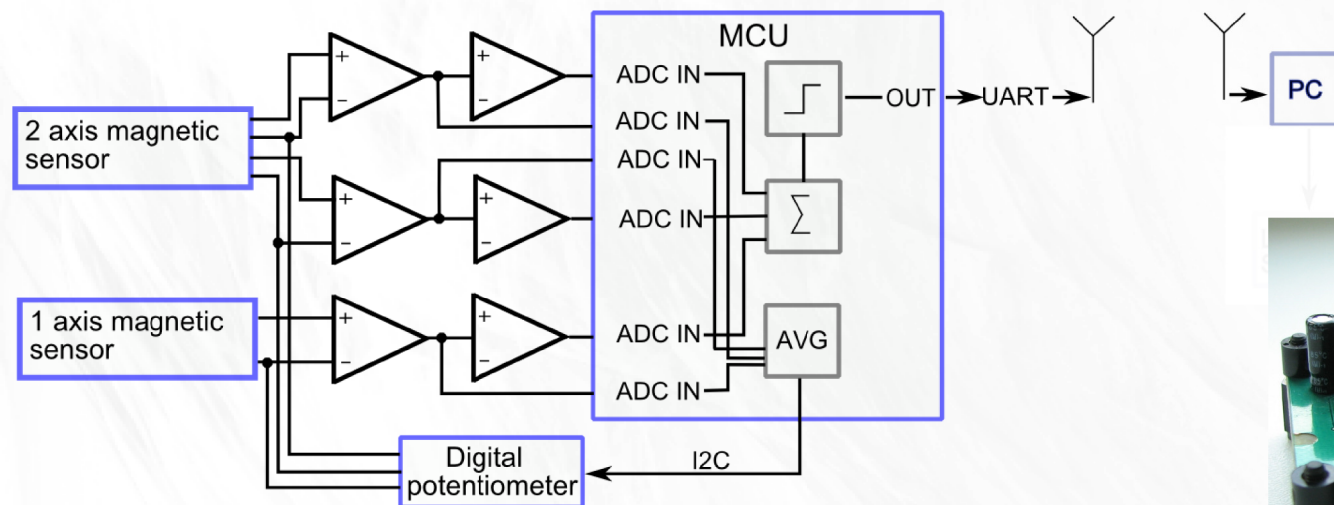
- Pret ceļa segumu neinvazīvs risinājums
- Mobils risinājums
- Viegli apkalpojams

## Trūkumi

- Ierobežotas transporta līdzekļu klasifikācijas iespējas (vieglais smagais trsp.līdz)
- Neprecīza ātruma noteikšana



# Magnētiskā lauka sensoru mote - hardware

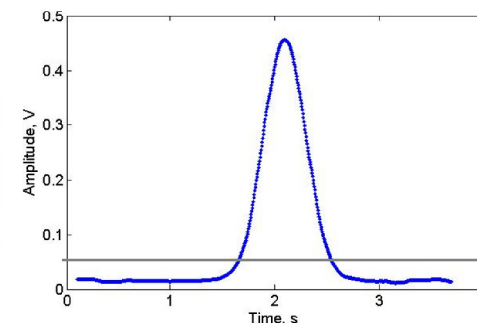


- HMC 1001 un HMC 1002 magnētiskā lauka sensori
- Divu pakāpju pastiprinājuma kaskāde (kopējais pastiprinājums 11950)
- Magnētisko sensoru atmagnetizācijas shēma
- Ciparu potenciometrs (MAX5392)
- MSP430f2274 mikrokontrolieris
- Bezvadu datu pārraide (Nordic NRF9E5)
- Signāla lasīšanas frekvence 208 Hz

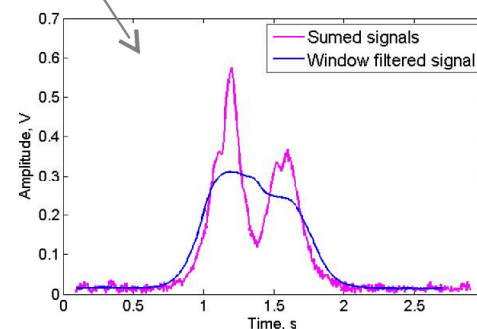
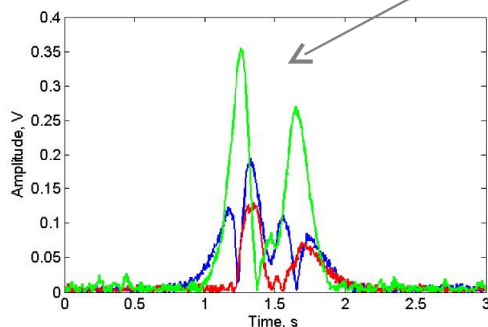
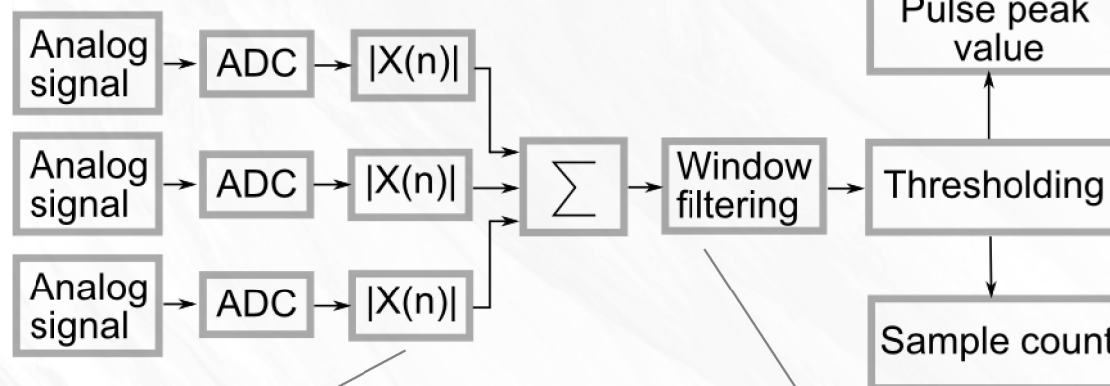
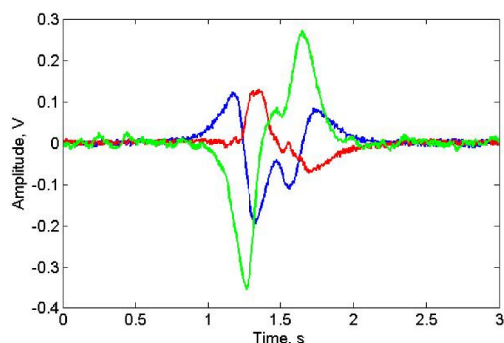


# Magnētiskā lauka sensoru mote – detektēšanas algoritms (MCU)

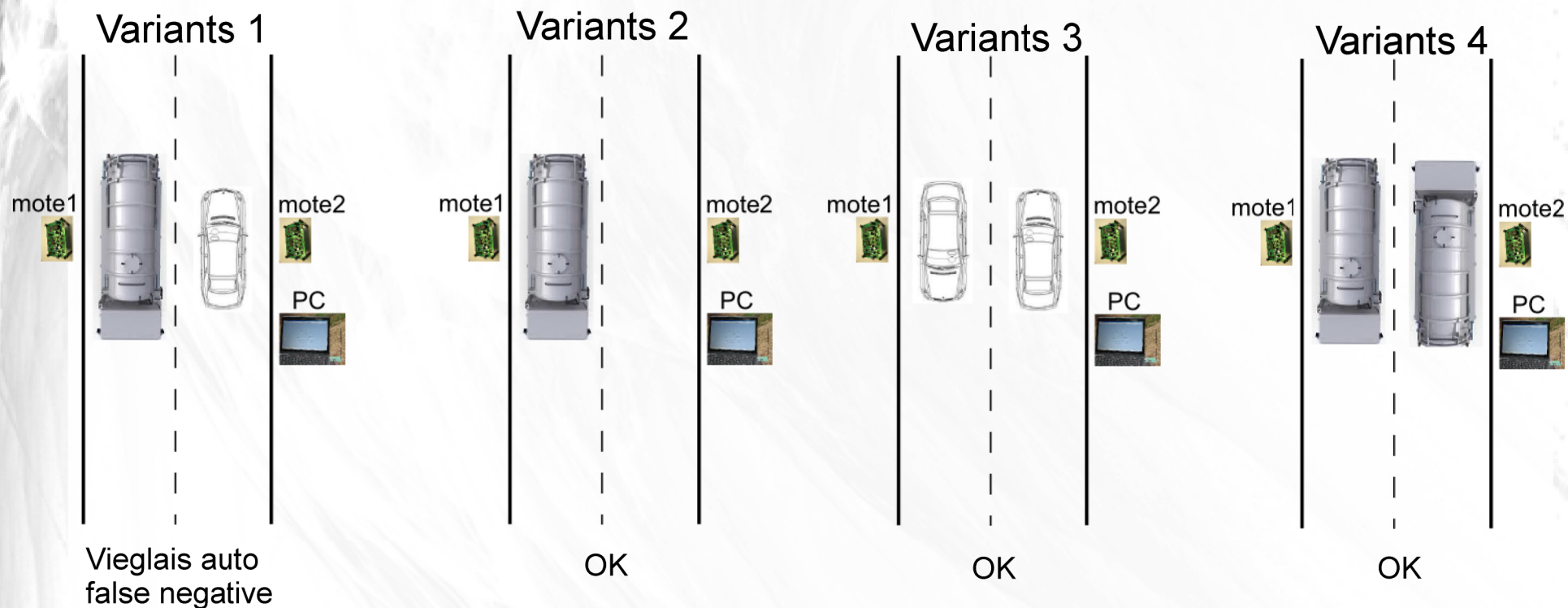
- Tiek detektēts transporta līdzekļa magnētiskā paraksts maksimālā vērtība un impulsa platums (nolašu skaits)
- Maksimālā vērtība un nolašu skaits tik sūtīts uz datoru



Nolašu skaits 146  
Max vērtība 0,45



# Magnētiskā lauka sensoru mote – detektēšanas algoritms (PC)



- PC saņem katra sensora sūtīto informāciju par auto magnētiskā paraksta parametriem
- Veic transporta līdzekļu skaitīšanu un klasifikāciju



# Magnētiskā sensoru mote - rezultāti

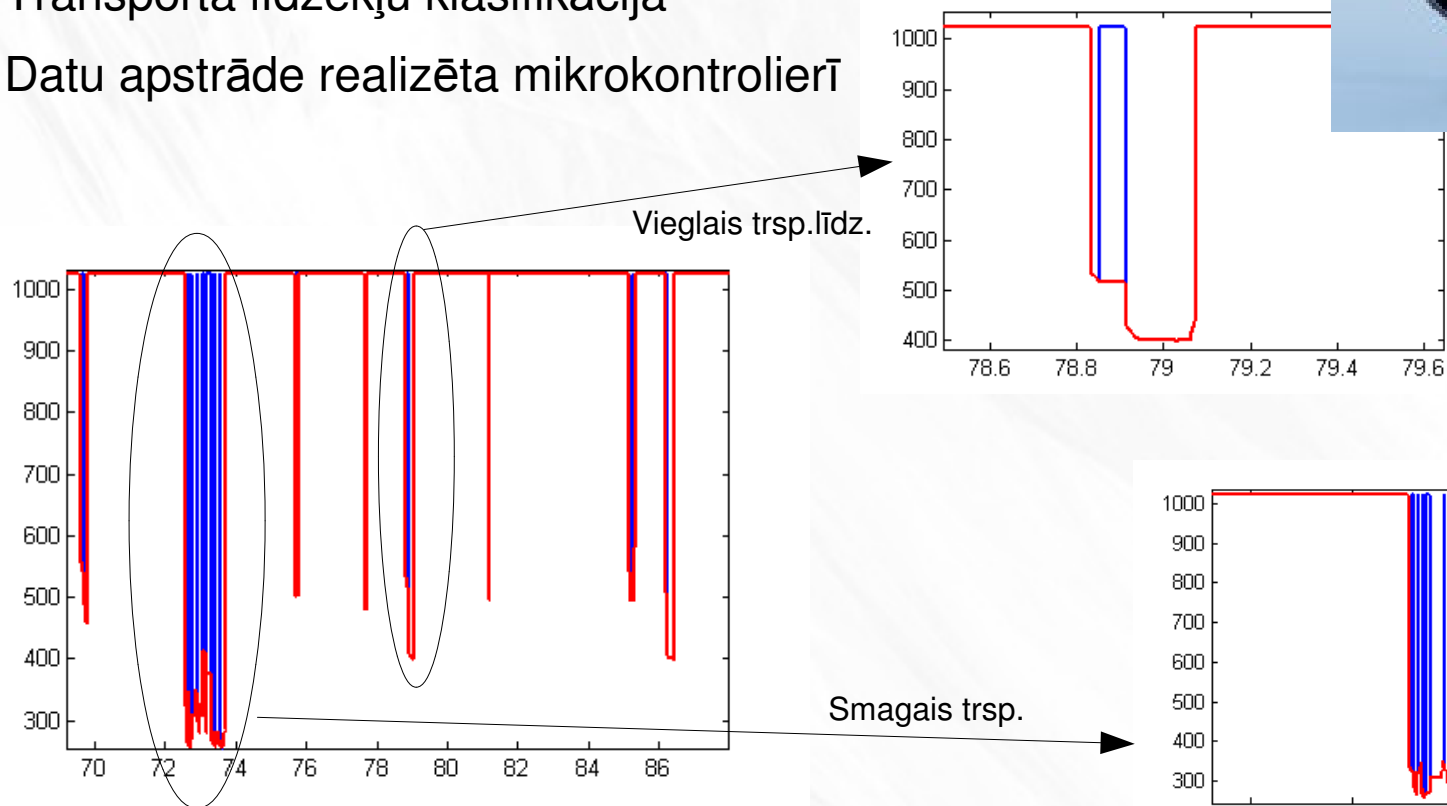
| Lane 1 (Vehicle classification) |               |          |
|---------------------------------|---------------|----------|
|                                 | Heavy vehicle | Percents |
| Ground truth                    | 388           | 100%     |
| False positive                  | 16            | 4,1%     |
| False negative                  | 20            | 5,1%     |
|                                 | Light vehicle | Percents |
| Ground truth                    | 560           | 100%     |
| False positive                  | 35            | 6,2%     |
| False negative                  | 91            | 16,2%    |

| Lane 2 (Vehicle classification) |               |          |
|---------------------------------|---------------|----------|
|                                 | Heavy vehicle | Percents |
| Ground truth                    | 283           | 100%     |
| False positive                  | 17            | 6%       |
| False negative                  | 7             | 2,47%    |
|                                 | Light vehicle | Percents |
| Ground truth                    | 364           | 100%     |
| False positive                  | 27            | 7,4%     |
| False negative                  | 24            | 6,6%     |

| Vehicle detection (lane 1 and lane 2) |               |          |
|---------------------------------------|---------------|----------|
|                                       | Vehicle count | Percents |
| Ground truth                          | 1595          | 100%     |
| False positive                        | 8             | 0,5%     |
| False negative                        | 83            | 5,2%     |

# Lāzera sensors

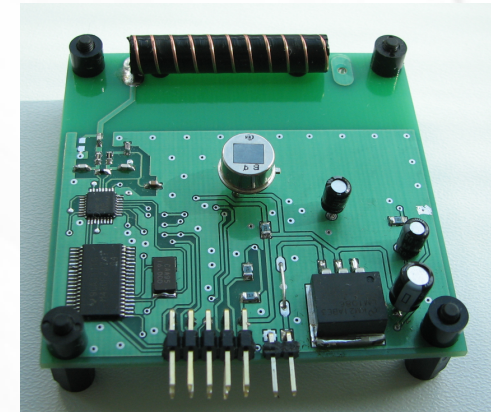
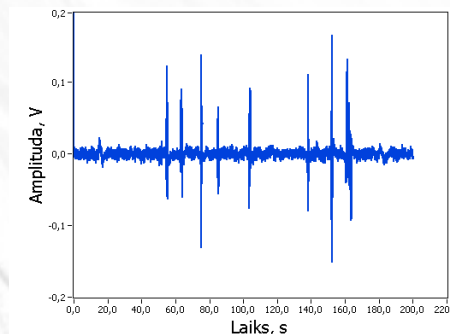
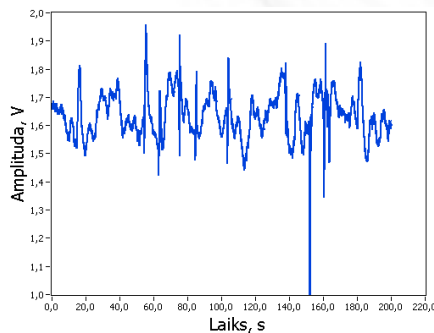
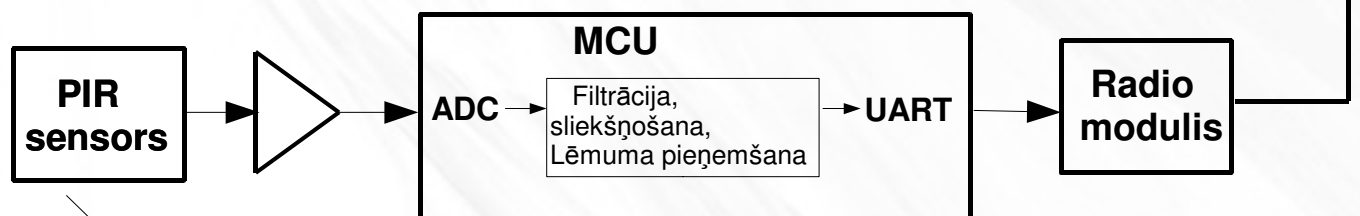
- Lāzera attāluma mērītājs SICK DT-35
- Transporta līdzekļu klasifikācija
- Datu apstrāde realizēta mikrokontrolerī





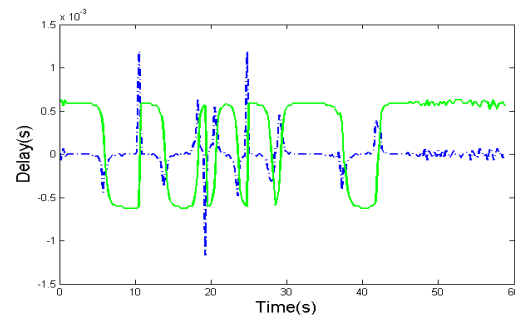
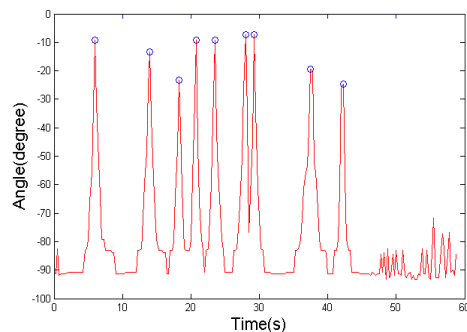
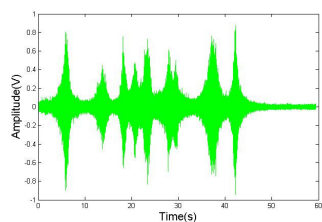
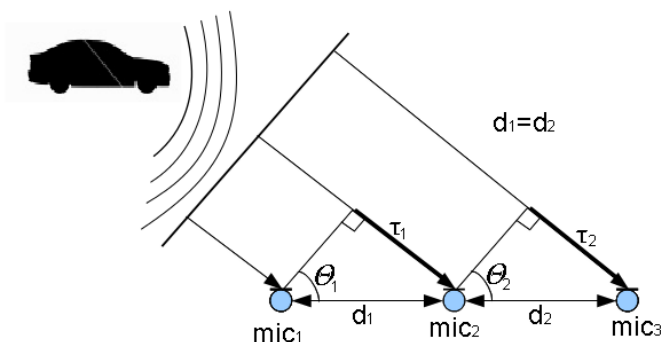
# Pasīvie siltuma sensori (PIR)

- Novietojams virs brauktuves vai brauktuves malā uz masta
- Detektē kustībā esošus transporta līdzekļus
- Nevar veikt transporta līdzekļu klasifikāciju
- Viendimensijas Frenela lēca
- Mote ietver analogo un ciparu daļu
- Uz MITS punktu sūta informāciju par notikumu
- Datu sūtīšana izmantojot Nordic NRF9E5 raiduztvērēju

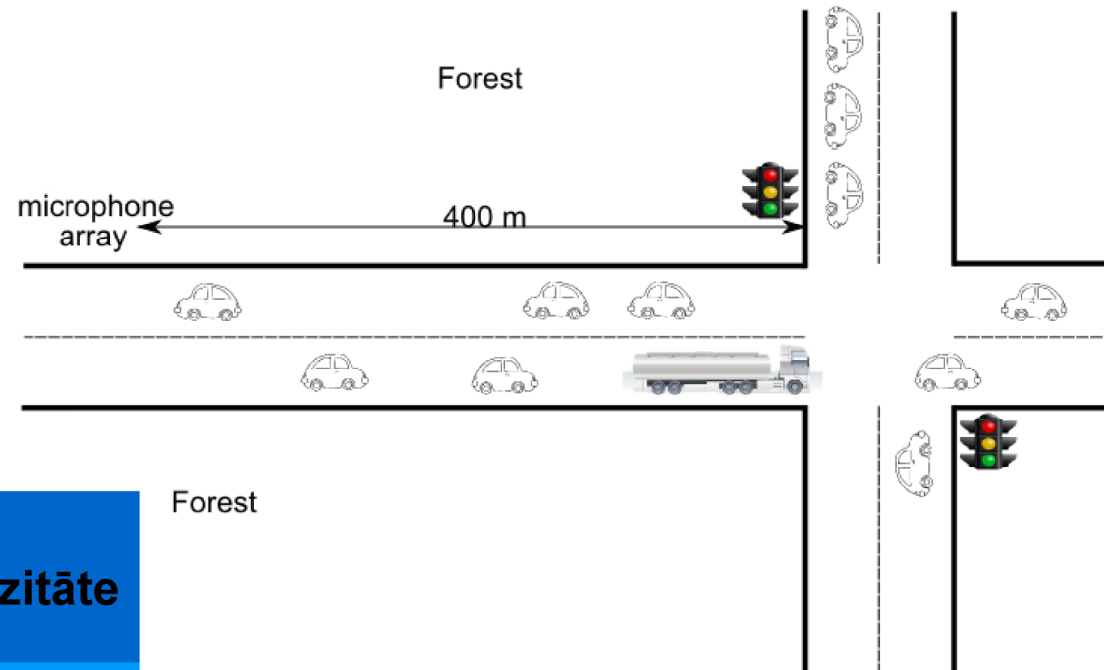


# Automašīnu detektēšana izmantojot akustiskos sensorus

- Kustības rezultātā rodas troksnis, kurš sastāv no riepu, dzinēja, virsbūves aerodinamikas skaņas
- Izmantojot mikrofonu masīvu tiek veikta skaņas signālu ierakstīšana
- Signālu apstrāde realizēta reālā laika sistēmā izmantojot ARM CortexM4F procesoru
- Darbojas kā autonomas risinājums bez datora nepieciešamības
- Tiek veikta automašīnu skaitīšana un kustības virziena noteikšana
- Operatīva transporta līdzekļa detektēšana balstoties uz jaudas spektrālā blīvuma analīzi



# Rezultāti



|                | Automašīnu skaits | Precizitāte |
|----------------|-------------------|-------------|
| Ground truth   | 871               | 100%        |
| False positive | 119               | 13,66 %     |
| False negative | 84                | 9,64 %      |



# Laika apstākļi

- Netiešā mērīšanas metode
- Brauktuves temperatūra (bezkontakta sensors)
- Brauktuves stāvoklis – rezonances kontūrs
- Laika apstākļi (t, spiediens, mitrums, vējš, lietus) – Weatherboard risinājums

