

Dalīto sistēmu izmantošana transporta līdzekļu kustības raksturlielumu fiksēšanā un apstrādē

Doktorantūras skolas seminārs 30.06.2010

Doktorants:

Artis Mednis

Promocijas darba vadītājs:

Dr.sc.comp. **Guntis Arnicāns**

levads

- Lēmums ← informācija ← dati
- Dati
 - tiešā veidā iegūti operatīvie dati
 - netiešā veidā iegūti vēsturiskie dati
- Optimizācija
 - operatīvo datu apkopošana un sākotnēja apstrāde
 - vēsturisko datu apkopošana un uzkrāšana

Darba tēma

- Transporta līdzekļa vadīšanas process
 - liels cilvēkam vienpersoniski pieņemamo lēmumu apjoms
 - ne vien vadāmā transportlīdzekļa un tā pasažieru, bet arī citu apkārt esošo transportlīdzekļu un cilvēku drošība
- Risinājumi
 - transporta plūsmu vadības uzlabošana
 - **noderīga papildus informācija katra atsevišķā transporta līdzekļa vadītājam**

Augsta līmeņa prasības

- Dažādu apkārtējo vidi, vadāmo transportlīdzekli un tā vadītāju raksturojošo parametru fiksēšana kustības laikā
- Fiksēto parametru analīze reālajā laikā, ar mērķi sniegt noderīgu informāciju vadītājam
- Atlasītu fiksēto parametru pārsūtīšana reālajā laikā, ar mērķi veikt šo datu koplietošanu
- Fiksēto parametru uzkrāšana, ar iespēju veikt vēlāku padziļinātu datu analīzi, ieskaitot notikušā datorsimulāciju

Tehniskā risinājuma ierobežojumi

- Parametru nolasīšana, izmantojot viedos sensorus (*smart sensors*), kuri veic iegūto datu priekšapstrādi un nodod tālāk jau apstrādātu rezultātu
- Pēc iespējas minimāla integrācija ar transporta līdzekļa infrastruktūru (viegla montāža/demontāža, pēc iespējas mazāka atkarība no konkrētā transporta līdzekļa modeļa)
- Plaša pielietojuma mobilās datortehnikas izmantošana datu uzkrāšanai un reālā laika analīzei (portatīvais PC tipa dators)

Aktivitātes 1. studiju gadā I

- Papildinātas zināšanas CE (*computer engineering*) jomā
- Apgūtas potenciāli izmantojamās tehnoloģijas
- Realizēts mazāka apjoma apakšprojekts, kur bija iespējams praktiski pārbaudīt izvēlēto tehnoloģiju piemērotību
- Sadarbībā ar Latvijas Universitātes iegulto sistēmu un sensoru laboratoriju, kā arī sabiedrisko organizāciju Autoliste, izstrādāta un pasākuma Autochase: eVocation (24.05.2008) norises kontrolē izmantota piedzīvojumu sacīkšu kontroles sistēma uz bezvadu sensoru tīkla mezgluTmote Sky bāzes



Aktivitātes 1. studiju gadā II

- Publiskas atskaites par sistēmu
 - ziņojums Daugavpils Universitātes 50. starptautiskajā zinātniskajā konferencē 16.05.2008
 - Bezvadu sensoru tīklu izmantošana piedzīvojumu sacīkšu norises kontrolē - Daugavpils Universitātes 50. starptautiskās zinātniskās konferences materiāli / Proceedings of the 50th International Scientific Conference of Daugavpils University. Nature. Daugavpils: Daugavpils Universitātes Akadēmiskais apgāds „Saule”, 2009. [ISBN 978-9984-14-422-2]
- Bezvadu sensoru tīklus ir iespējams izmantot, lai risinātu sekojoša veida uzdevumus:
 - datu apkopošana par tīkla darbības zonā fiksētiem notikumiem
 - lēmuma pieņemšana un izpilde, balstoties tikai uz tīklā pieejamiem datiem
 - datu nosūtīšana uz centralizētu serveri tālākai apstrādei, ar iespēju saņemt izpildei tajā pieņemtu lēmumu
 - datu pārsūtīšana starp dažādiem tīkliem, izmantojot mobilus bezvadu sensoru tīklu mezglus, kas pārvietojas vairāku tīklu darbības zonās

Aktivitātes 2. studiju gadā

- Monitorējamo raksturlielumu izpēte
 - auto dati
 - auto vadītāja dati
 - apkārtējās vides dati
- Pedagoģiskais darbs
 - kurss **levads digitālajā projektēšanā**
- Konference
 - Informācijas ieguve no attālinātiem bezvadu sensoru tīkliem - Latvijas Universitātes 67. konference (06.02.2009)
- Plāni
 - ziņojuma un publikācijas sagatavošana Computer Days – 2009 | Kompiuterinīku dienas – 2009 (25/26.09.2009)

Aktivitātes studiju pārtraukuma laikā

- Darbs EDI
 - pētnieka v.i. Diskrētās signālu apstrādes laboratorijā
- Dalība projektā VieSenTIS
 - 2009/0219/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/020
- Dalība CarMote grupā
 - viedās transporta sistēmas, auto kā mobila sensoru tīkla mezgli, V2V, V2I
- Referāts zinātniskajā vasaras nometnē Smithy of Ideas 2010 Lietuvā
- Publikācija / konference
 - NDT 2010, Prāga, Čehija, 07.-09.07.2010

- Prezentācija konferencei NDT 2010...

RoadMic: Road Surface Monitoring using Vehicular Sensor Networks with Microphones

Artis Mednis¹², Girts Strazdins¹², Martins Liepins¹, Andris Gordjusins¹, and Leo Selavo¹²

¹ Institute of Electronics and Computer Science,
14 Dzerbenes Str, Riga, LV 1006, Latvia

² Faculty of Computing, University of Latvia,
19 Raina Blvd., Riga, LV 1586, Latvia

{artis.mednis,girts.strazdins,martinsl,andris.g,selavo}@edi.lv



ESF grants:

2009/0219/1DP/1.1.1.2.0/APIA/VIAA/020

R&D Center for Smart Sensors and Networked Embedded Systems

2009/0138/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/004

Support for Doctoral Studies at the University of Latvia



NDT 2010, Charles University, Prague, Czech Republic, 08.07.2010

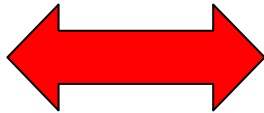
Research area and motivation

- Five levels of car driving
 - manual driving
 - **assisted driving (our primary research area)**
 - **semi automatic driving (our secondary research area)**
 - highly automatic driving
 - fully autonomus driving



- Parties interested in road surface monitoring
 - car users
 - personal cars
 - public transportation
 - road maintainers

State of the art

- Scientific projects (data acquisition)
 - BikeNet (Dartmouth College)
 - Pothole Patrol (MIT)
 - SoundSense (Dartmouth College)
 - Nericell (Microsoft Research India)

**specific hardware components
(accelerometers)**
- WEB resources (data presentation)
 - <http://potholes.co.uk>
 - <http://bedrukarte.lv>

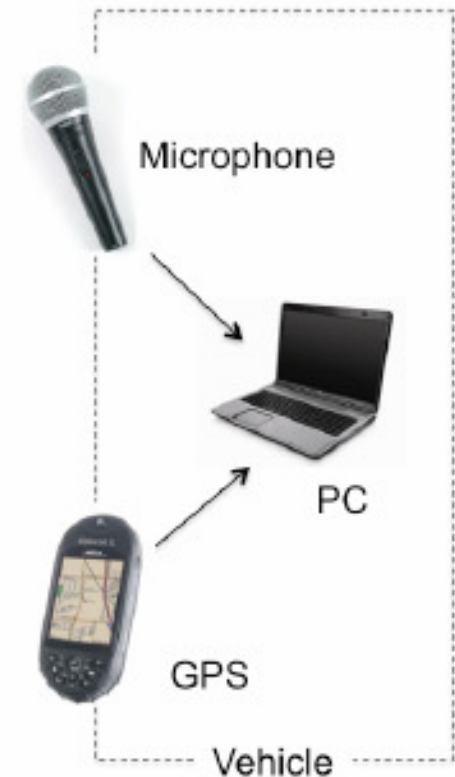
**manual data reporting
(WEB forms)**

Research problem

- What data quality in terms of road surface quality could be achieved by recording and processing sound in a moving vehicle using regular off the shelf audio microphones?
- Is this approach generic and usable for diverse event detection using different sensors?

System requirements

- Low setup and maintenance costs
- Availability of used hardware components
- General-purpose computer for data logging
- Wide range of supported sensors in addition to the microphone
- Localization service for data geo-tagging
- Software platform independence



Vehicle on-board
sensing system
architecture

Algorithm

	Mandatory	Online
• Record GPS trace and sound simultaneously	✓	✓
• Interpolate position between two GPS fixes, which typically have a granularity of one second	✗	✗
• Discretize the sound signal with lower frequency to reduce sample count, high frequencies usually contain no information and can be discarded as noise	✗	✗
• Assign geographical coordinates for sound fragments, which also represent a small geographical region	✓	✗
• Perform event detection function for each region, using digital signal processing (DSP) which is specific for each class of events	✓	✗
• Create map with points of interest representing detected events	✓	✗

Setup



Evaluation I

- Hypothesis
 - recorded sound has a correlation with road surface irregularities
- First impression
 - particular road segment with pothole
 - sound recorded while driving along it
 - footprint of high amplitude of low frequency oscillations



First examined road segment with pothole



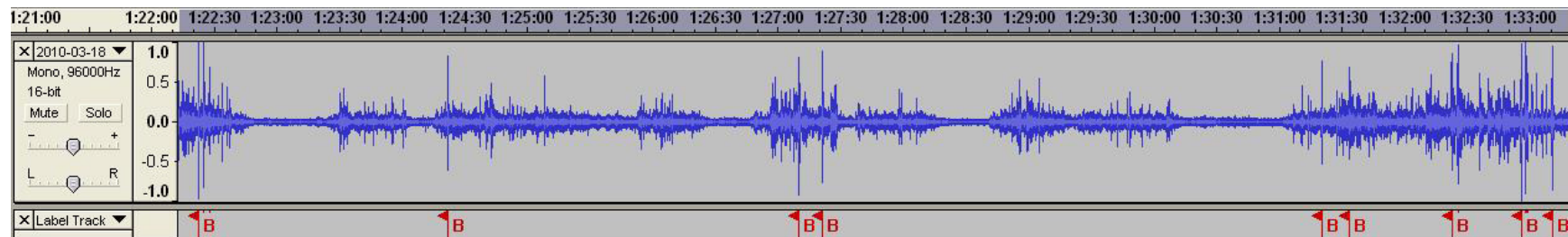
Sound of test segment with pothole position marked

Evaluation II

- Ground truth
- Five rough classes
 - large potholes (3)
 - small potholes (18)
 - pothole clusters (30)
 - drain pits (29)
 - Gaps (25)
- Ten test drives
- Thresholding by amplitude



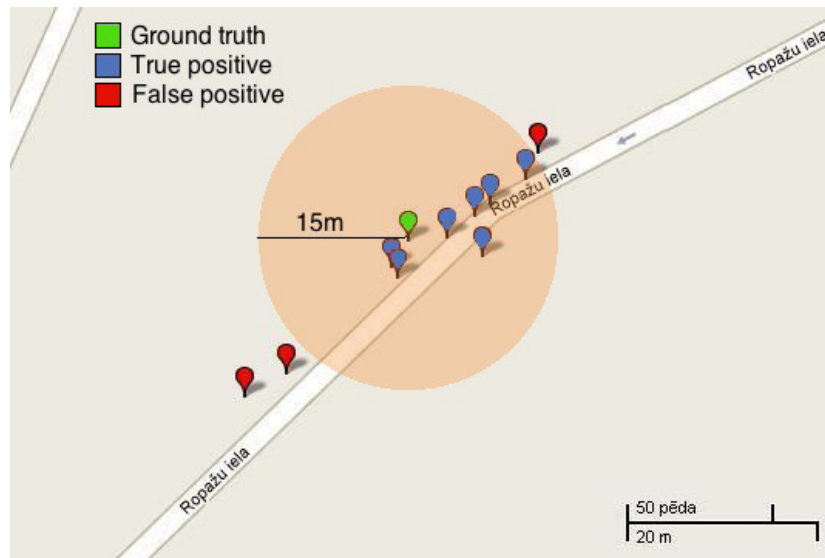
Experimental test track, 4.4km long,
with manually marked road roughs



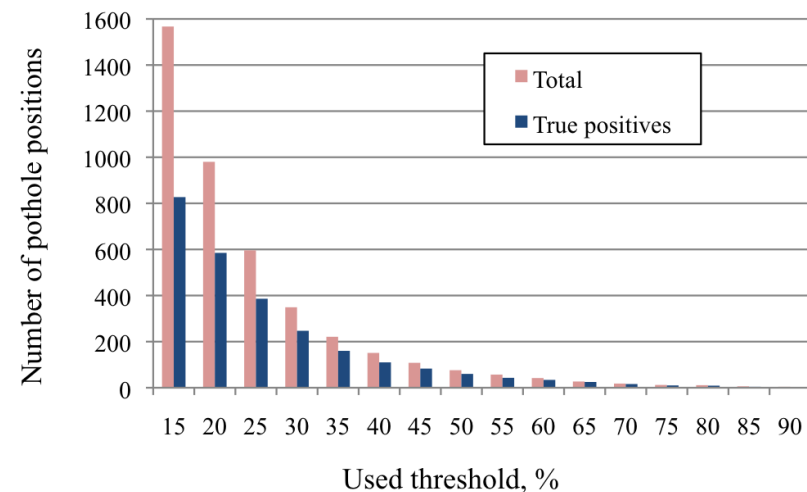
Sound of one test lap with detected pothole positions using 50% threshold

Evaluation III

- Accuracy limitations
 - GPS precision
 - car speed
- Different threshold levels
 - Noise ($\leq 35\%$)
 - Sensitive (35-60%)
 - Conservative ($\geq 60\%$)



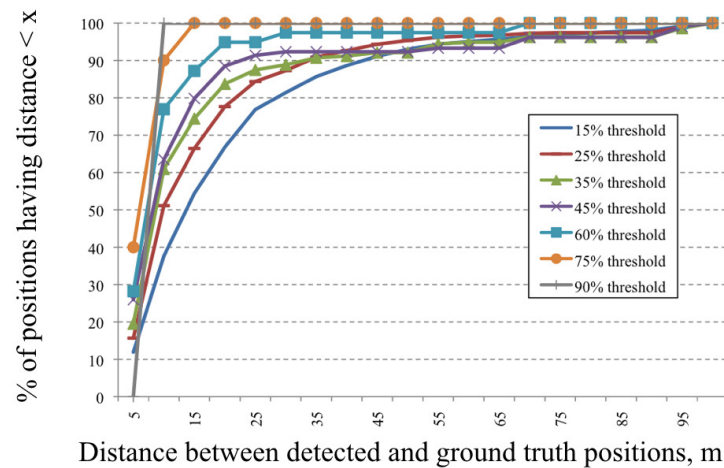
Pothole positions detected using sound analysis around position marked as ground truth. Positions not further than 15m are considered true positives



Total detected positions and true positive count by each threshold, counted over all 10 test drives

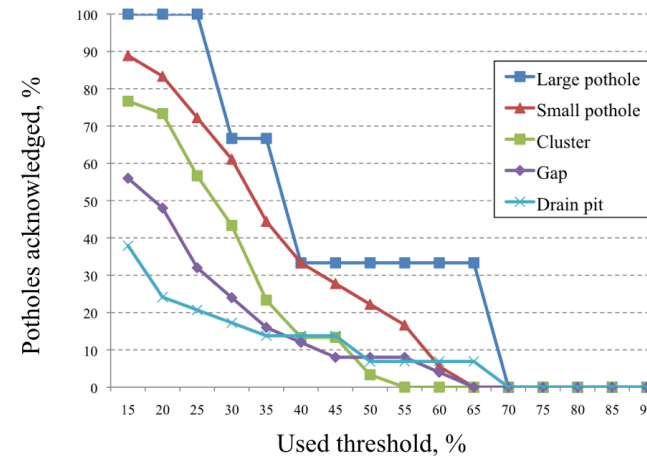
Evaluation IV

- distances between detected and ground truth positions



Distribution function of distances between detected positions and ground truth, using thresholds 15-90%. Thresholds above 30% give < 20m accuracy with > 80% credibility

- acknowledgement criterion:**
 - ground truth position is considered as acknowledged by our algorithm if it has at least 4 true positives in the total 10-drive test data set



Fraction of ground truth potholes acknowledged by our algorithm, using different thresholds for sound signal analysis

- Thank you for your attention!
- Some pictures from our field experiments:



Example of pothole cluster



Configuration before test drive



This is NOT a pothole 😊

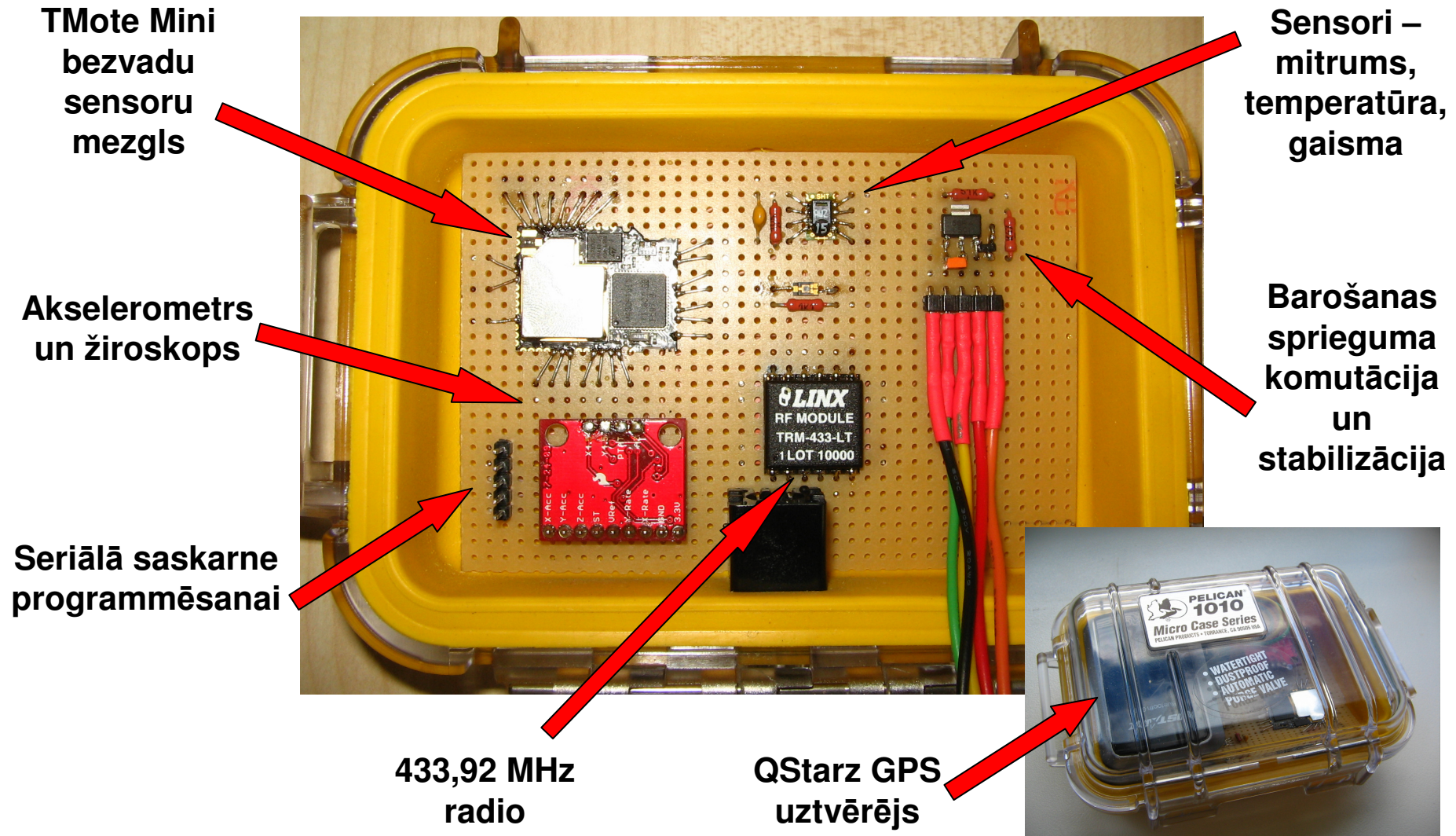
- Now it is time for questions and discussion...

- Atgriežamies pie aktuālajiem darbiem...

LynxNet

- Problēma
 - datu ieguve no mobiliem objektiem (lūšiem)
- Risinājums
 - aparātūras un programmatūras komplekts
 - datu nolasīšana, uzglabāšana, pārsūtīšana
- Aktivitātes
 - sistēmas arhitektūra (Reinholds)
 - aparātūra (Artis, Leo)
 - programmatūra (Atis, Ģirts)
- Mērķi
 - kopā ar LVMI Silava pārstāvjiem izveidot oriģinālu praktisku risinājumu
 - sagatavot zinātnisko publikāciju konferencei REALWSN 2010

LynxNet klienta iekārta





- Grand Cooperative Driving Challenge - Lielais Kooperatīvās Autovadīšanas Izaicinājums
 - starptautiskas sacensības 2011. gada pavasarī Nīderlandē
 - komandas no Zviedrijas, Nīderlandes, Turcijas, Lielbritānijas, kā arī **Latvijas**
- Uzdevums
 - pēc iespējas efektīvāk un precīzāk vadīt automobili dažādos satiksmes scenārijos
- Lomu sadalījums
 - dators novēro apkārtējo vidi, kontrolē paātrinājumu un ātrumu
 - cilvēks stūrē, ja nepieciešams, iejaucas arī ātruma kontrolē
- Mērķis
 - pēc iespējas droša un ekonomiska satiksme uz publiskiem ceļiem

GCDC aparatūras risinājums

802.11p V2V un V2I komunikācija

GPS ar precizitāti $<1\text{m}$



Datu apstrāde, lēmumu
pieņemšana un izpilde

Paātrinājuma un ātruma
elektroniska kontrole

- Paldies par uzmanību!
- Laiks jautājumiem un diskusijai...
- Jautājumus, protams, drīkst uzdot arī vēlāk
 - artis.mednis@edi.lv

