LATVIJAS UNIVERSITATE
ANNO 1919

Dalīto sistēmu izmantošana transporta līdzekļu kustības raksturlielumu fiksēšanā un apstrādē

Doktorantūras skolas seminārs 22.06.2010

Doktorants:
Artis Mednis

Promocijas darba vadītājs:
Dr.sc.comp. **Guntis Arnicāns**

Ievads

- 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, kā arī pašam transporta līdzeklim**

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, viedtālrunis, atsevišķos gadījumos - iegulta iekārta)

Tēmas precizējums

Statiski un mobili sensori

- Sensors - ierīce, kuras uzdevums ir noteikt kāda objekta fizikālo stāvokli vai tā fizikālo kvalitāti un pārveidot to datora ieejas signālā. Parasti sensors ģenerē analogsignālu, kas pirms tā ievadīšanas datorā ar analogdiskrēto pārveidotāju tiek pārvērts par ciparsignālu.

Dažādi datu avoti

Dažādas pieejas sistēmas izveidei

- Vispārēja pielietojuma mobila datortehnika un ārēji sensoru moduļi
  - noderīga sākotnējiem eksperimentiem un testiem
- Speciāli izstrādāta iegulta iekārta un integrēti sensoru moduļi
  - ļauj veidot sistēmu konkrētiem uzdevumiem, balstoties uz sākotnējos eksperimentos izstrādātajām metodikām

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 2. studiju gadā

- Monitorējamo raksturlielumu izpēte
  - auto dati
  - auto vadītāja dati
  - apkārtējās vides dati

- Pedagoģiskais darbs
  - kurss **Ievads 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 | Kompiuterininkų dienos – 2009 (25/26.09.2009)

Aktivitātes studiju pārtraukuma laikā

- Darbs EDI
  - pētnieka v.i./asistents 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

RoadMic

- Referāts zinātniskajā vasaras nometnē Smithy of Ideas 2010 Lietuvā
- Publikācija / konference
  - NDT 2010, Prāga, Čehija, 07.-09.07.2010

Aktivitātes 3. studiju gadā I

LynxNet

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

Aktivitātes 3. studiju gadā II

Potroid

- Ceļa seguma monitorings - RoadMic tēmas turpinājums
- HW/SW platforma – Android viedtālruņi ar akselerometriem
- Dažādi auto, dažādi viedtālruņi, dažādi sensori...
- Detalizētāk – MobiSensor 2011 prezentācijas slaidos

- **<u>Mans ieguldījums</u>**
  - praktisko eksperimentu tehniskais nodrošinājums
  - algoritmi bedru detektēšanai reālajā laikā

Aktivitātes 3. studiju gadā III

- Grand Cooperative Driving Challenge - Lielais Kooperatīvās Autovadīšanas Izaicinājums
  - starptautiskas sacensības 2011. gada pavasarī Nīderlandē
  - komandas no Vācijas, Zviedrijas, Nīderlandes, Turcijas, Spānijas, Kanādas, ASV, 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

- **Mans ieguldījums**
  - sistēmanalīze
  - GPS pozicionēšanas un precīzā laika risinājums
  - iegultā iekārta auto vadības sasaistei ar datoru

- Prezentācija konferencei MobiSensor 2011...

Real Time Pothole Detection using Android Smartphones with Accelerometers

Artis Mednis[12], Girts Strazdins[12], Reinholds Zviedris[12], Georgijs Kanonirs[1], and Leo Selavo[12]
[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
{firstname.lastname}@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

MobiSensor 2011, Casa Convalescència, Barcelona, Spain, 29.06.2011

Research domain

- Road infrastructure as blood vessels

- Participatory sensing for data collection
- Manual *versus* automatic reporting
- General purpose *versus* customized embedded devices

Existing solutions

- Motes with accelerometers but only for data collection (BusNet)
- Embedded computers with external accelerometers for real time data processing (Pothole Patrol)
- Smartphones with external accelerometers for real time data processing but using very simple algorithms (Nericell, TrafficSense)
- Smartphones with built-in accelerometers in client-server solution with partial server side data processing (system developed at National Taiwan University)
- Offline data mining using complicated data processing algorithms (approach developed at University of Jyväskylä)

Technical requirements

- Detection of the potholes in **real time** during driving in different four-wheel vehicle types

- Different **Android OS** based smart-phones with accelerometer sensors as hardware/software platform

- Enough resources for **native communication tasks** at an adequate quality level

- Calibration or self-calibration functionality for adaptation to **different vehicles**

Our approach

- Marking of *ground truth* using *Walking GPS* approach
- Test drive session (10 laps) with 4 different smart-phones
- Processing of collected data using selected algorithms
- Statistical analysis in context of marked *ground truth* and previous developed RoadMic methodology
- Used terminology
  - true positives - >=4 events during 10 laps within <= 15 radius
  - true hits – event detected within <=15m to nearest *ground truth* item

Class	24.03.2011	19.03.2010
Large potholes	3	3
Small potholes	18	18
Pothole clusters	30	30
Gaps	40	25
Drain pits	17	29
Total	**108**	**105**

4.4km long test track with marked and classified *ground truth*

Algorithms I

- **Z-THRESH**
  - thresholding the acceleration amplitude at Z-axis
  - events represented by values exceeding specific thresholds
  - information about Z-axis position of accelerometer is known

- **Z-DIFF**
  - fast changes in vertical acceleration data
  - events represented by two consecutive measurements with difference between the values above specific threshold level

Algorithms II

- **STDEV(Z)**
  - standard deviation of vertical axis acceleration
  - previously used for data post processing
  - the window sizes and specific threshold levels had to be determined

- **G-ZERO**
  - events characterized by specific measurement tuple
  - vehicle in a temporary free fall
  - data could be analyzed without information about exact Z-axis position of the accelerometer

Evaluation I

- **Z-THRESH**
  - optimal value 0.4g
  - 78% true positives
  - 76% true hits
- **Z-DIFF**
  - optimal value 0.2g
  - 92% true positives
  - 77% true hits

Class	Z-THRESH	Z-DIFF
Large potholes	3 (100%)	3 (100%)
Small potholes	15 (83%)	16 (89%)
Pothole clusters	25 (83%)	27 (90%)
Gaps	31 (78%)	36 (90%)
Drain pits	10 (59%)	17 (100%)
Total	**84 (78%)**	**99 (92%)**

Evaluation II

- **STDEV(Z)**
  - optimal value 0.2g
  - optimal window size 20
  - 81% true positives
  - 76% true hits
- **G-ZERO**
  - optimal value 0.8g
  - 73% true positives
  - 76% true hits

Class	STDEV(Z)	G-ZERO
Large potholes	3 (100%)	3 (100%)
Small potholes	16 (89%)	14 (78%)
Pothole clusters	27 (90%)	27 (90%)
Gaps	30 (75%)	27 (68%)
Drain pits	11 (65%)	8 (47%)
Total	**87 (81%)**	**79 (73%)**

- Thank you for your attention!

- Some pictures from our field experiments:

Marking of *ground truth*

Android smart-phones

RoadMic equipment

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

- Atpakaļ pie aktuālās situācijas...

- Mērķis - līdz 30.09.2011
  - sagatavot un iesniegt promocijas darba melnrakstu
  - nokārtot promocijas eksāmenu datorzinātnēs un svešvalodā

Sausais atlikums I

- 16.05.2008 Daugavpils Universitātes 50. starptautiskā zinātniskā konference (Latvija)
  Bezvadu sensoru tīklu izmantošana piedzīvojumu sacīkšu norises kontrolē

- 06.02.2009 Latvijas Universitātes 67. konference (Latvija)
  Informācijas ieguve no attālinātiem bezvadu sensoru tīkliem

- 18.06.2010 Scientific summer camp “Smithy of Ideas 2011" (Lietuva)
  Road Roughs Detection Using Microphones

- **08.07.2010 NDT 2010: The 2nd International Conference on 'Networked Digital Technologies' (Čehijas Republika)**
  RoadMic: Road Surface Monitoring using Vehicular Sensor Networks with Microphones

- 20.10.2010 Viedo sensoru un biofotonikas seminārs (Latvija)
  Automobilis kā mobils bezvadu sensoru tīkla mezgls datu ieguvei

- 27.05.2011 Viedo sensoru un kvantu skaitļošanas seminārs (Latvija)
  Latvijas komandas pieredze viedo auto izaicinājumā GCDC

- **29.06.2011 MOBISENSOR 2011: The 2nd International Workshop on Mobility in Wireless Sensor Networks (Spānija)**
  Real Time Pothole Detection using Android Smartphones with Accelerometers

Sausais atlikums II

- **Mednis, A**. Bezvadu sensoru tīklu izmantošana piedzīvojumu sacīkšu norises kontrolē. No: 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

- **Artis Mednis, Girts Strazdins, Martins Liepins, Andris Gordjusins, and Leo Selavo. RoadMic: Road Surface Monitoring Using Vehicular Sensor Networks with Microphones. F. Zavoral et al. (Eds.): NDT 2010, Part II, CCIS 88, pp. 417–429, 2010. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010**

- Reinholds Zviedris, Atis Elsts, Girts Strazdins, **Artis Mednis** and Leo Selavo. LynxNet: Wild Animal Monitoring Using Sensor Networks. P.J. Marron et al. (Eds.): REALWSN 2010, LNCS 6511, pp. 170–173, 2010. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

- Girts Strazdins, **Artis Mednis**, Georgijs Kanonirs, Reinholds Zviedris, and Leo Selavo. Towards Vehicular Sensor Networks with Android Smartphones for Road Surface Monitoring. The Second International Workshop on Networks of Cooperating Objects (CONET'11), Electronic Proceedings of CPSWeek'11, 2011.

- **Artis Mednis, Girts Strazdins, Reinholds Zviedris, Georgijs Kanonirs, and Leo Selavo. Real Time Pothole Detection using Android Smartphones with Accelerometers. MOBISENSOR 2011 (to appear)**

- Girts Strazdins, **Artis Mednis**, Reinholds Zviedris, Georgijs Kanonirs, and Leo Selavo. Virtual Ground Truth in Vehicular Sensing Experiments: How to Mark it Accurately. SENSORCOMM 2011 (to appear)

- Girts Strazdins, Andris Gordjusins, Georgijs Kanonirs, Vadims Kurmis, **Artis Mednis**, Reinholds Zviedris, and Leo Selavo. Team "Latvia" GCDC 2011 Technical Paper. GCDC 2011 (to appear)

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