Viedās transporta sistēmas

Kooperatīvā kruīzkontrole un viedtālruņi kā auto sensoru mezgli

Ģirts Strazdiņš, Vadims Kurmis
Kārlis Priedītis, Viesturs Siliņš
Nikolajs Agafonovs

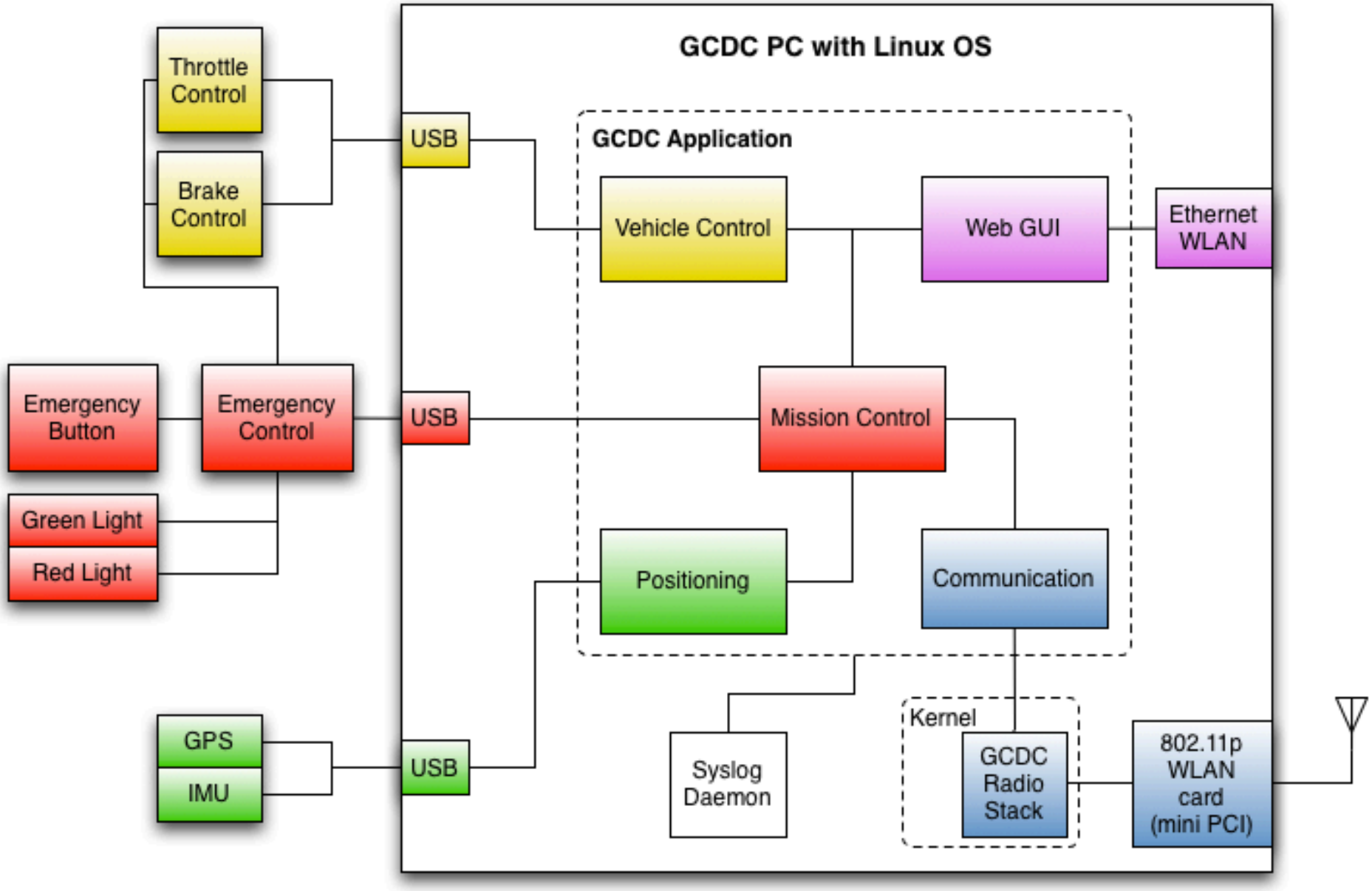
Virzieni 2011. gadā

- Kooperatīvā kruīzkontrole
- Virziendarbības antenas
- Android tālruņi: auto sensoru platforma

GCDC Izaicinājums

www.gcdc.net




GCDC PC with Linux OS
Throttle Control
Brake Control
USB
GCDC Application
Vehicle Control
Web GUI
Ethernet WLAN
Emergency Button
Emergency Control
USB
Mission Control
Green Light
Red Light
Positioning
Communication
Kernel
GPS
IMU
USB
Syslog Daemon
GCDC Radio Stack
802.11p WLAN card (mini PCI)

Auto pozicionēšana

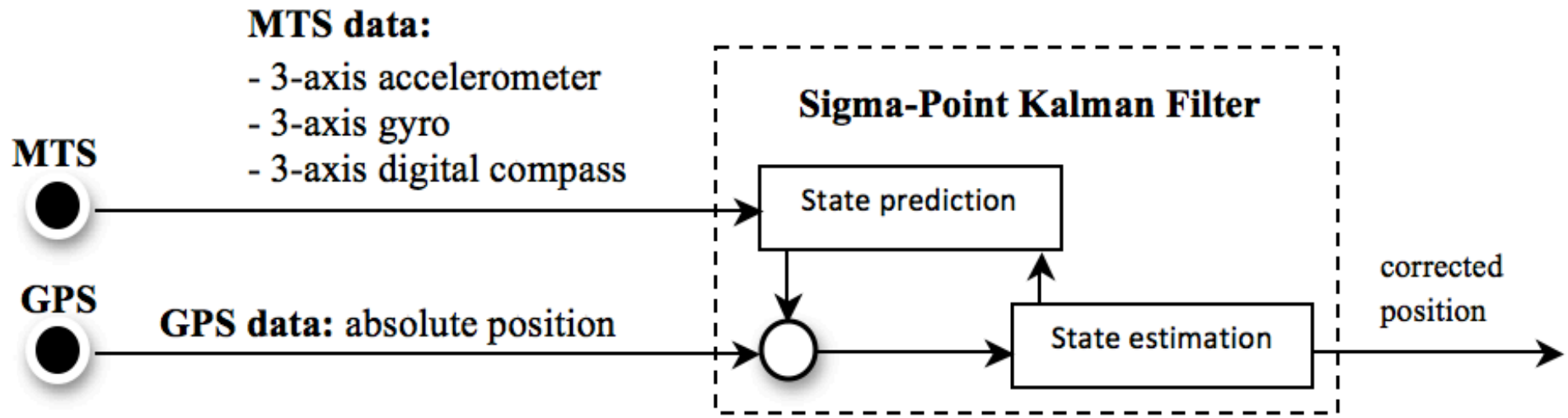
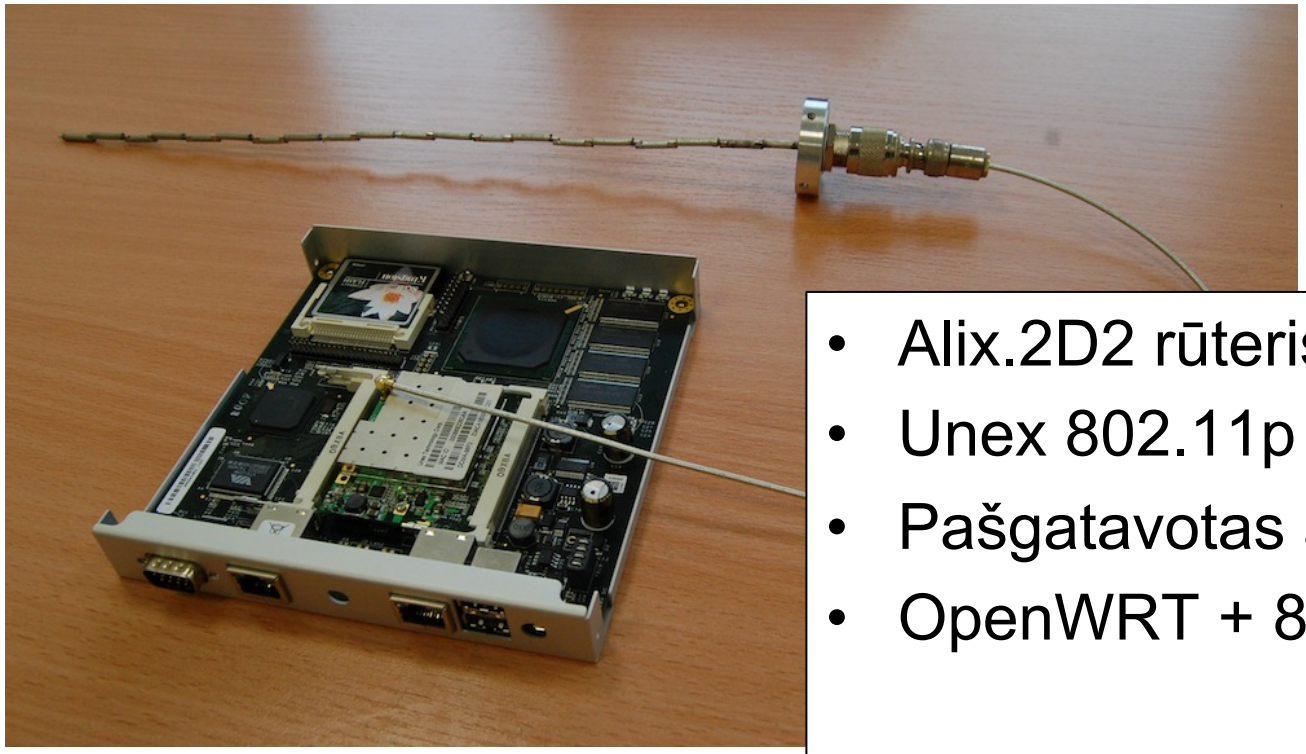


Fig. 1. Systems implementation diagram

- GPS + IMU, Sigma-point Kalman filtri
- Līdz galam nesanāca ☹
- Izlīdzējāmies ar 2 x D-GPS
- Citi lietoja RTK-GPS

802.11p platforma



- Alix.2D2 rūteris
- Unex 802.11p karte
- Pašgatavotas antenas
- OpenWRT + 802.11p ielāpi

- Šobrīd: platformas testi ITS aplikāciju scenārijos

Akseleratora un bremžu vadība

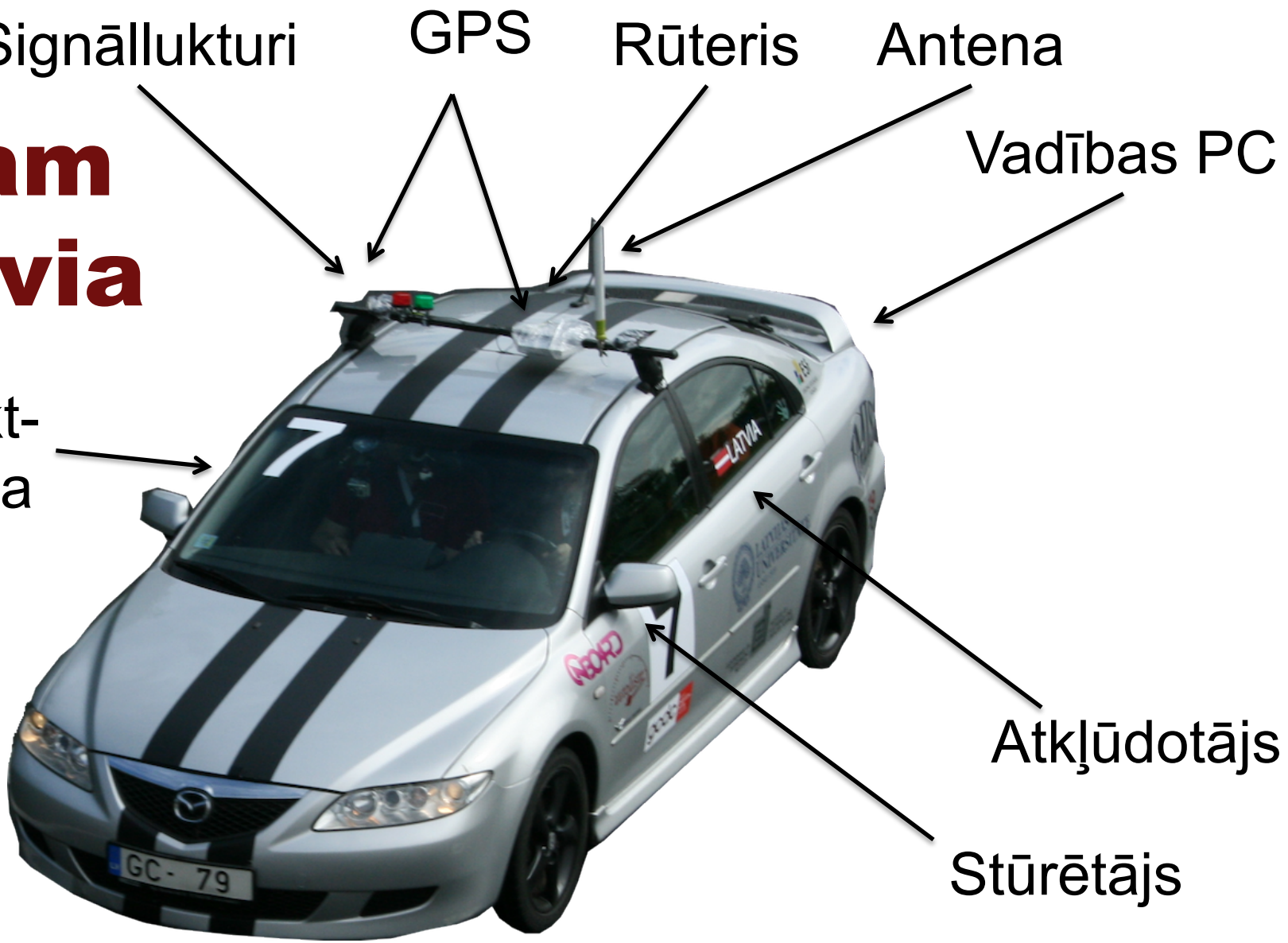
Elektronisks akselerators





Pneimatiska bremžu vadība

Team Latvia

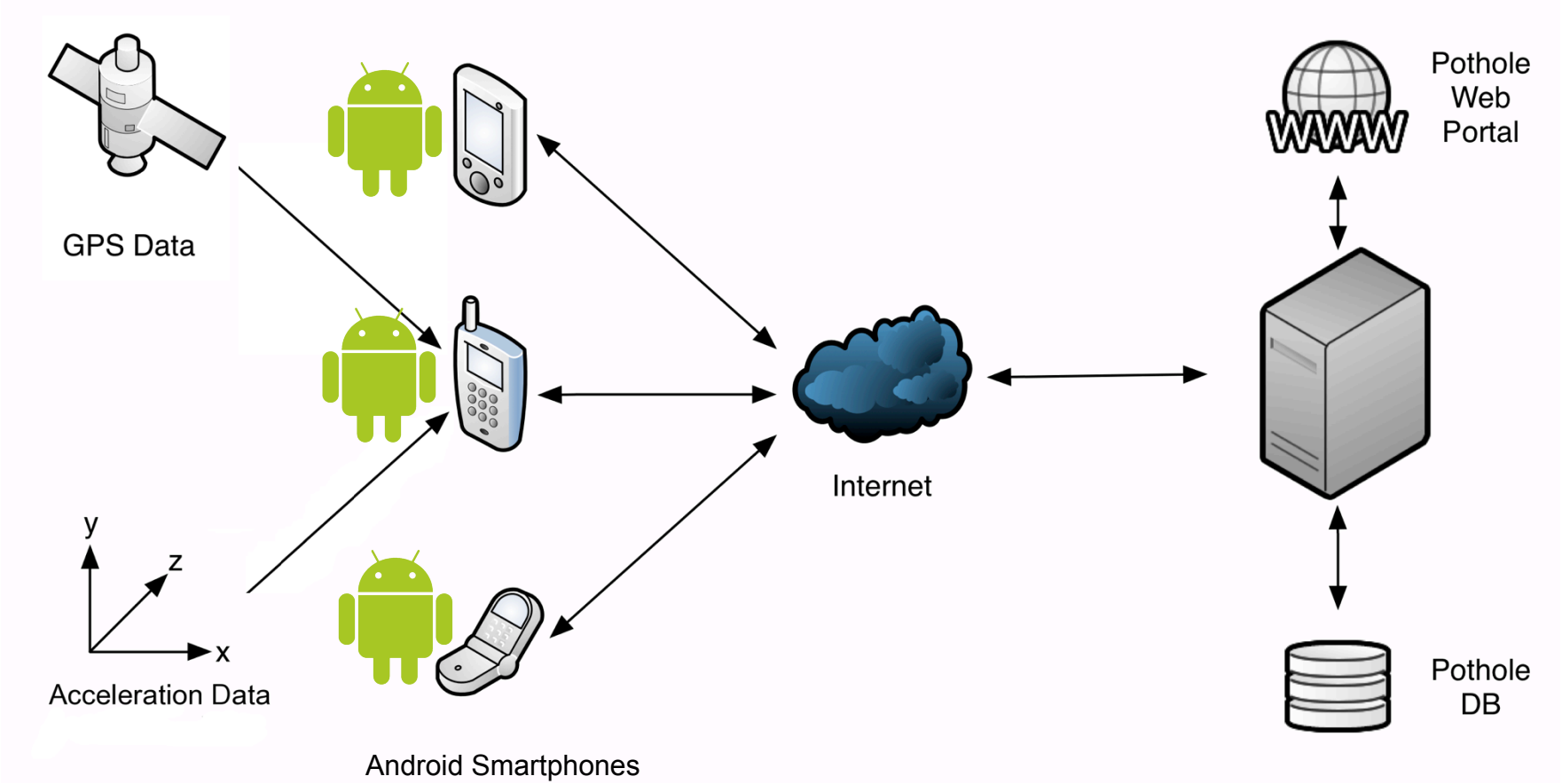

Signāllukturi
GPS
Rūteris
Antena
Vadības PC
Kontakt-
persona
Atkļūdotājs
Stūrētājs
7
LATVIA
GC - 79

Virziendarbības antena

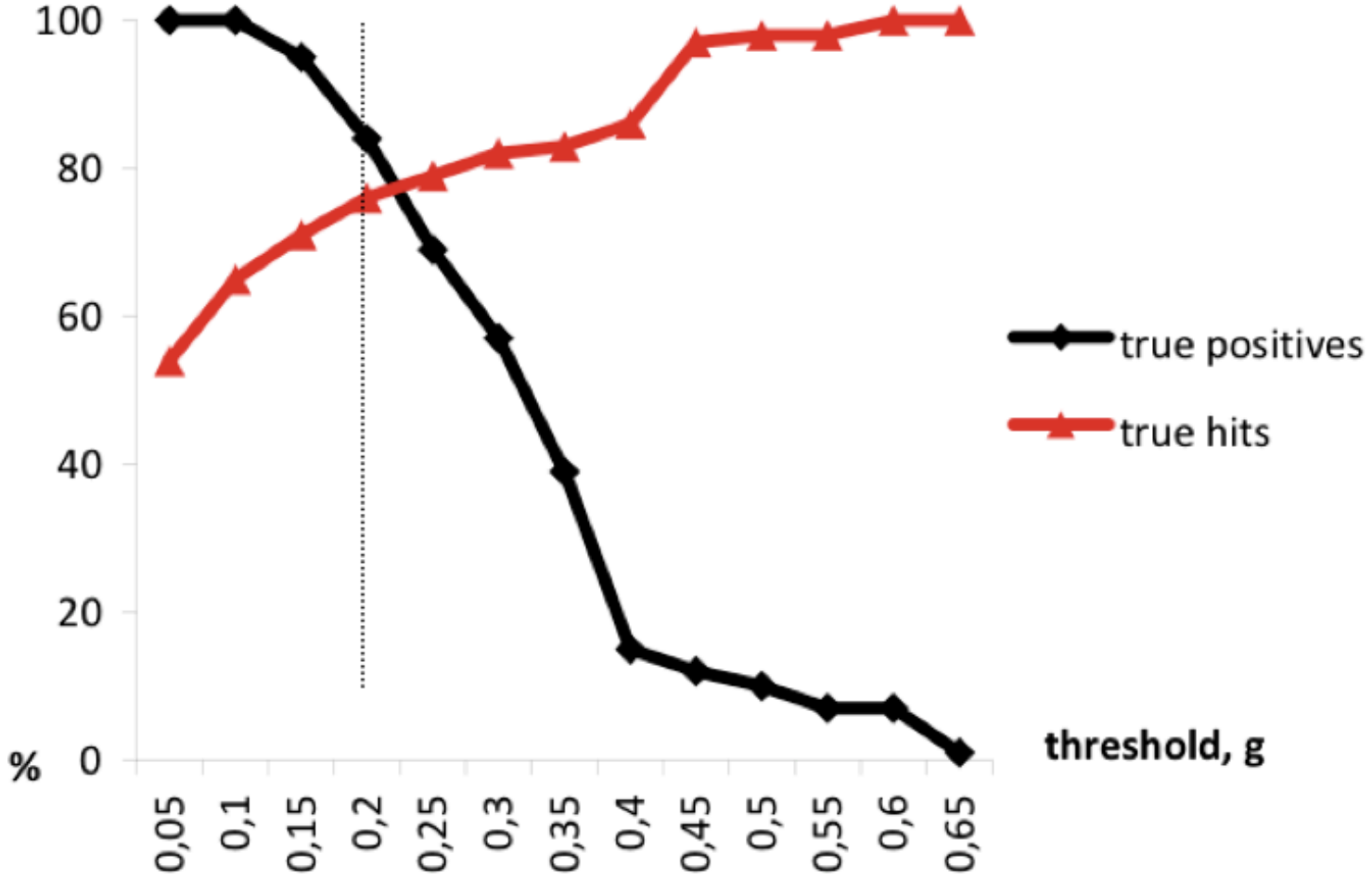
- Automatizēts testu stends
- Ir tēmas maģistra darbiem



Android bedru detektēšanai



81% true-positives pie 76% true-hits



Paldies par uzmanību!

Publikācijas:

1.G. Strazdins, A. Mednis, G. Kanonirs, R. Zviedris, and L. Selavo, “Towards Vehicular Sensor Networks with Android Smartphones for Road Surface Monitoring,” in CONET’11 Workshop, Chicago IL, USA, April 11, 2011.

2.G. Strazdins, A. Gordjusins, G. Kanonirs, V. Kurmis, A. Mednis, R. Zviedris, L. Selavo, "Team “University of Latvia” GCDC 2011 Technical Paper,” in GCDC’11, Automotive Week’11, Helmond, Netherlands, May 15-16, 2011.

3.A. Mednis, G. Strazdins, R. Zviedris, G. Kanonirs, and L. Selavo. “Real Time Pothole Detection using Android Smartphones with Accelerometers,” in MobiSensor 2011 workshop, Barcelona, Spain, pp.1-6, June, 2011.

4.G.Strazdins, A. Mednis, R. Zviedris, G. Kanonirs, and L. Selavo, “Virtual Ground Truth in Vehicular Sensing Experiments: How to Mark it Accurately,” in SENSORCOMM 2011, Nice, France, pp. 295–300, August 20-27, 2011.

girts.strazdins@edi.lv

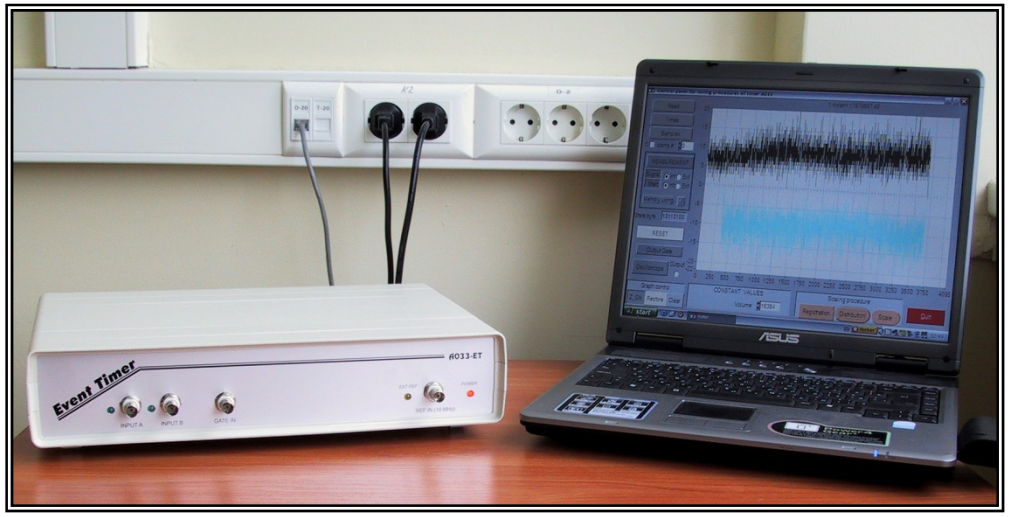
Projekta apakšvirziens:

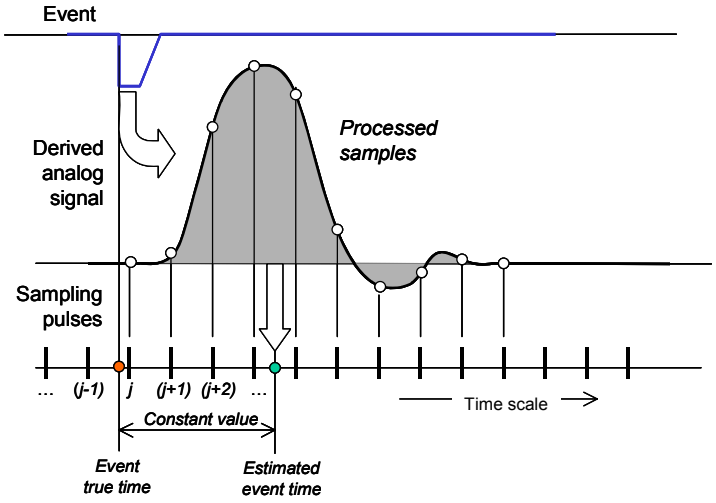
Ekstrēmi precīzu (pikosekunžu) laika mērījumu sistēmu izveidošana un tās darbības aprobācija tautsaimniecībā

2011.gads:

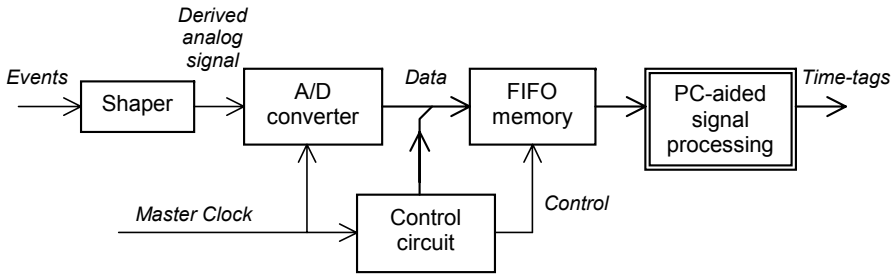
Laika notikumu reģistrācijas moduļu izstrāde uz specializētas mikroshēmas bāzes un tās eksperimentālie pētījumi jaunu digitālas apstrādes algoritmu pārbaudei

Laika notikumu reģistrācijas tehnoloģijas pamati





Darbības princips



Realizācija

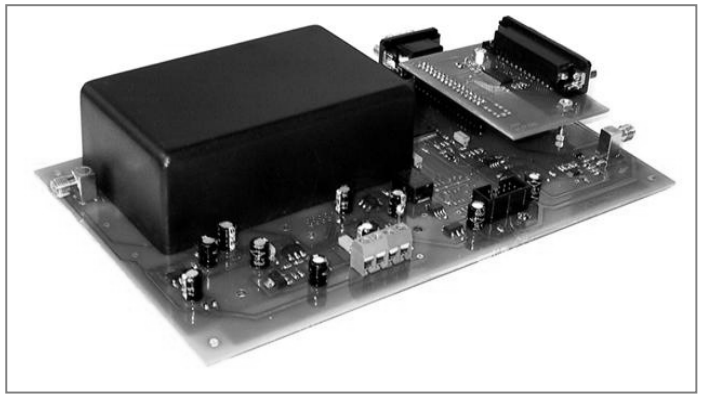
Pētījumu galvenie virzieni izpildei 2011. gadā

1. Izstrādāt un izpētīt notikumu laika reģistrācijas metodes, kas nav kritiskas pret atvasināta analoga signāla parametru deviāciju, izmantojot:
   - mērīšanas mezgla termostatēšanu,
   - temperatūras kompensāciju elektriskajās formētāja ķēdēs,
   - sekundāra signāla apstrādes metodes, kas nav kritiskas pret tā parametru deviāciju

2. Eksperimentālie pētījumi un inženierrisinājumi, vērsti uz augstas efektivitātes notikumu laika reģistratora radīšanu, ieskaitot:
   - efektīvas un robusta kalibrēšanas nodrošināšana,
   - laika reģistrācijas moduļa kompakta realizācija

1a. Izmēģinātie tehniskie risinājumi mērīšanas mezgla termostatēšanai

Pirmie eksperimenti parādīja, ka tradicionāla termostatēšana nav labākais risinājums notikumu taimera aparatūras vienkāršuma, kompaktuma un jaudas patērēšanas ziņā



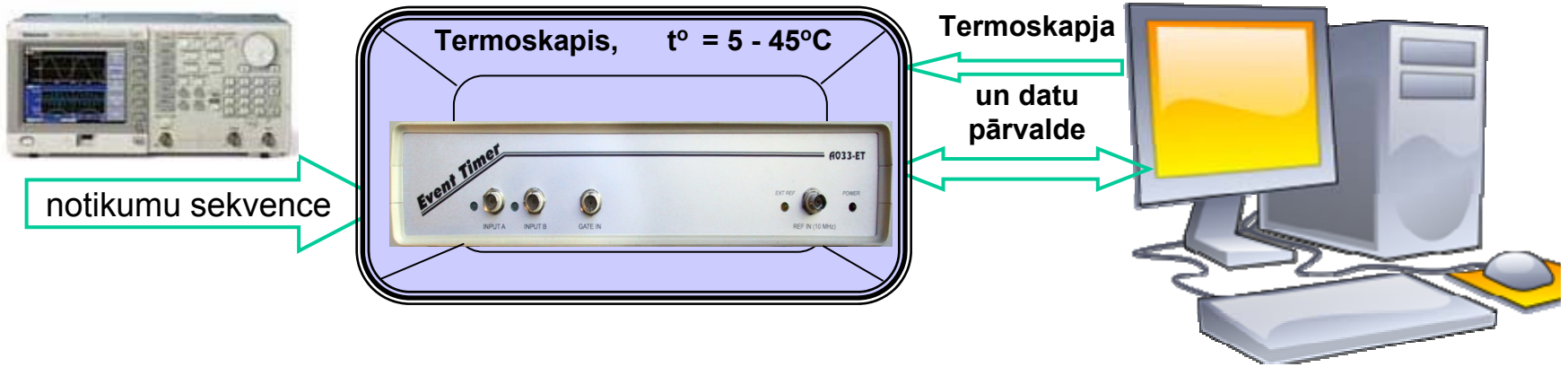
Termostats ar uzsildīšanu



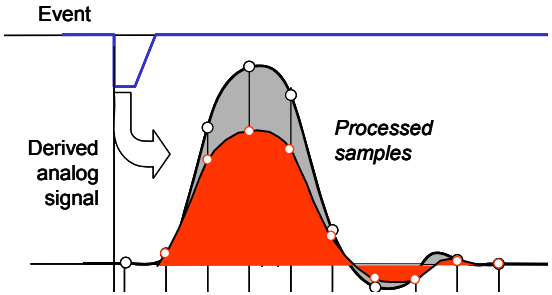
Termostats ar atdzesēšanu

Precizitātes parametru stabilitātes ieguvums ar nozīmīgām ārējās temperatūras izmaiņām nepārsniedza dažus desmitus procentu

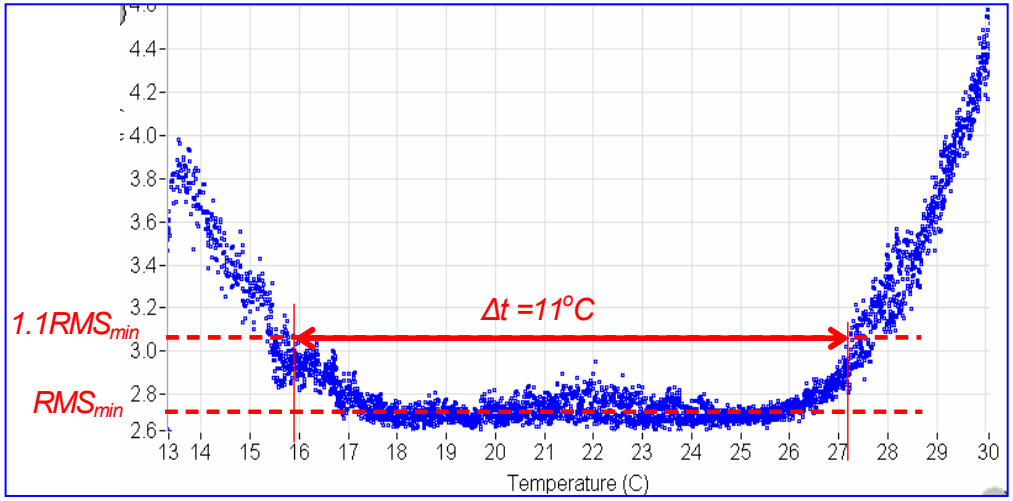
1b. Temperatūras kompensācijas paņēmienu pielietošana



Analoga signāla deformācija



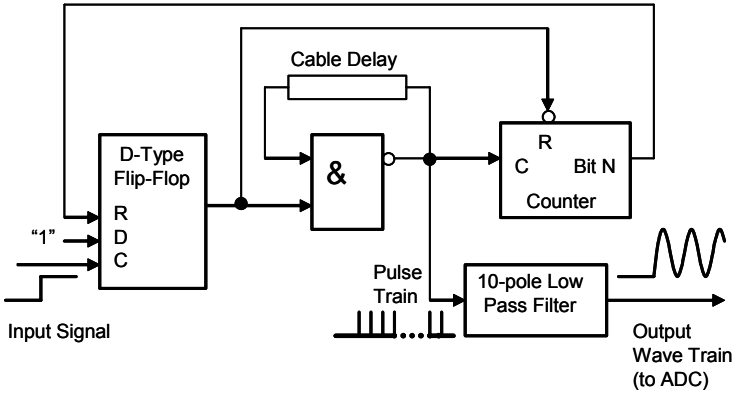
Radīts pētījumu stends ļauj izvērtēt analoga signāla formu un izvietojumu, un attiecīgi izvēlēties temperatūras kompensējošus elementus formētāja shēmai



Temperatūras kompensācijas lietošana ļāva paplašināt divās un vairāk reizēs taimēšanas temperatūru diapazonu, saglabājot augstu precizitāti bez atkārtotas kalibrēšanas

1c. Gaidošā relaksatora svārstību virknes digitāla apstrāde

Ieejas notikuma pārveidotājs relaksatora svārstību izejas virknē



Relaksatora reakcijas regresijas modelis

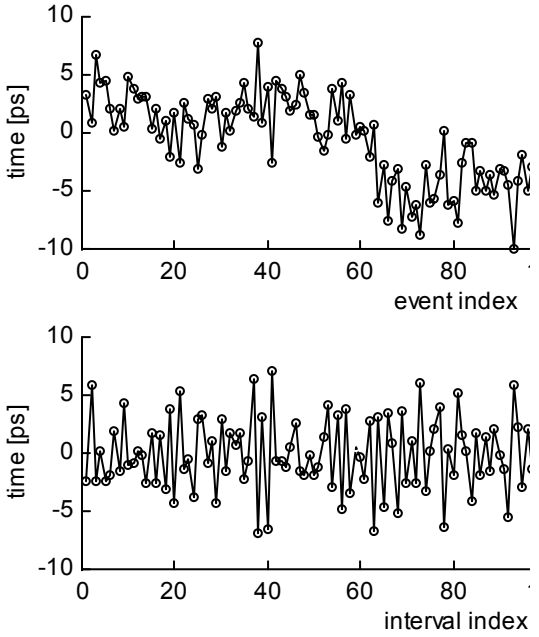
$$\hat{\boldsymbol{\gamma}} = \arg\min_{\boldsymbol{\gamma}} \sum_{k=1}^{N} [u_k - g(t_k;\boldsymbol{\gamma})]^2$$

$$g(t;\boldsymbol{\gamma}) = c_0 + \sum_{n=1}^{m} (a_n \cos n\omega_c t + b_n \sin n\omega_c t)$$

$$\boldsymbol{\gamma} = [c_0, a_1, b_1, ..., a_n, b_n, ..., a_m, b_m]^T$$

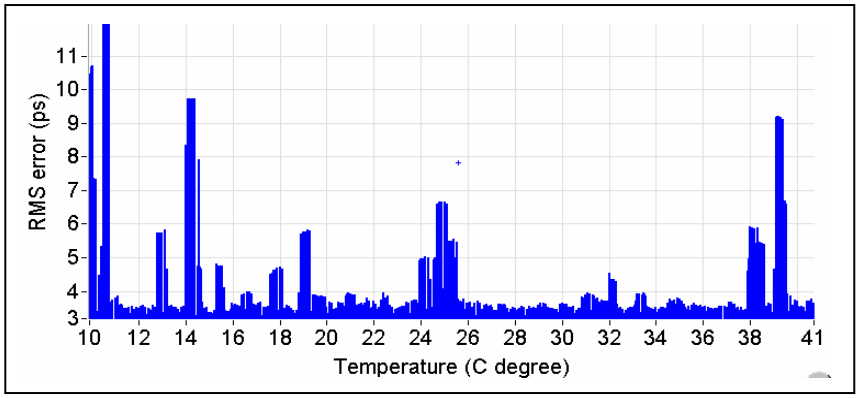
$$\hat{\tau} = \frac{1}{\omega_c} arctg \left(\frac{\hat{b}_1}{\hat{a}_1} \right)$$

Eksperimentālas pārbaudes rezultāti

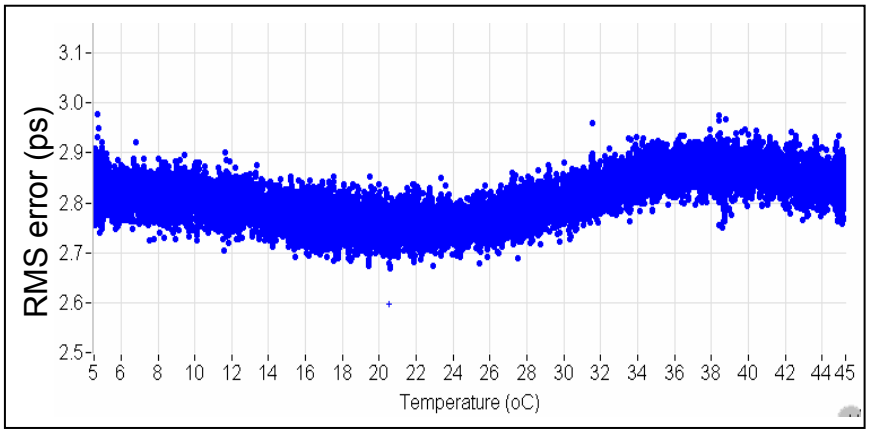


Notikumu iestāšanās laika momentu džiters (augšējais attēls) un starp notikumu laika intervālu mērīšanas kļūdu secība (apakšējais attēls)

2a. Efektīvas un robusta kalibrēšanas nodrošināšana



Laika reģistrācijas precizitāte ir atkarīga no mērītāja kalibrēšanas kvalitātes. Pētījumi konstatē atkarību no kalibrēšanas ģeneratora frekvences izmaiņām temperatūrā

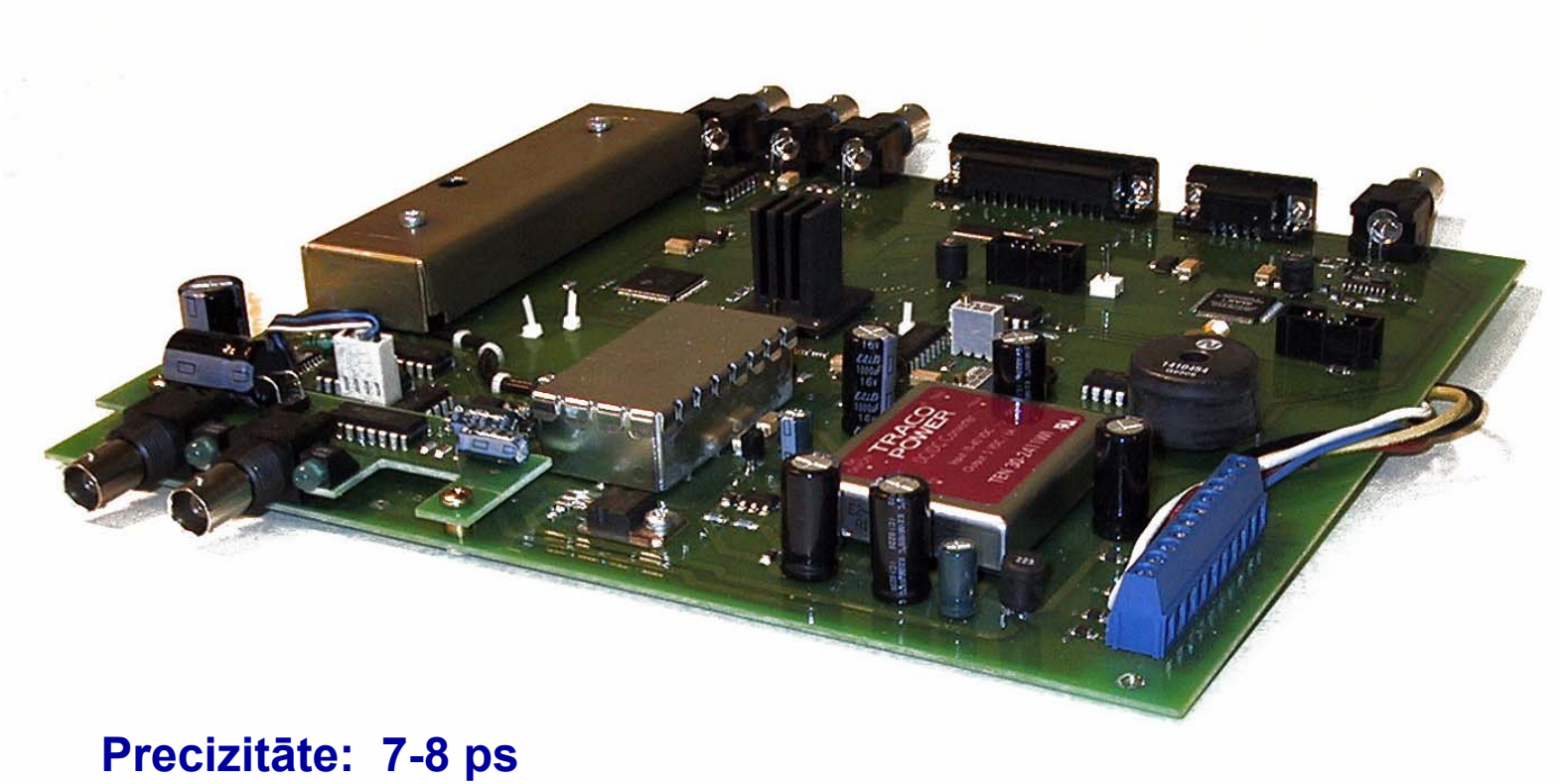


Lai novērstu šo atkarību tika izstrādāti un izpētīti divi kalibrēšanas ģeneratora tipi:
- uz FLL bāzes (frekvences auto pielāgošanās)
- uz PLL bāzes (fāžu auto pielāgošanās)

FLL- un PLL-bāzēta "pareizas" frekvences sintēze vienmēr nodrošina labāko kalibrēšanas kvalitāti plašā temperatūru diapazonā

2.b Laika reģistrācijas moduļa kompakta realizācija

Laika notikumu reģistrācijas moduļa pirms risinājums

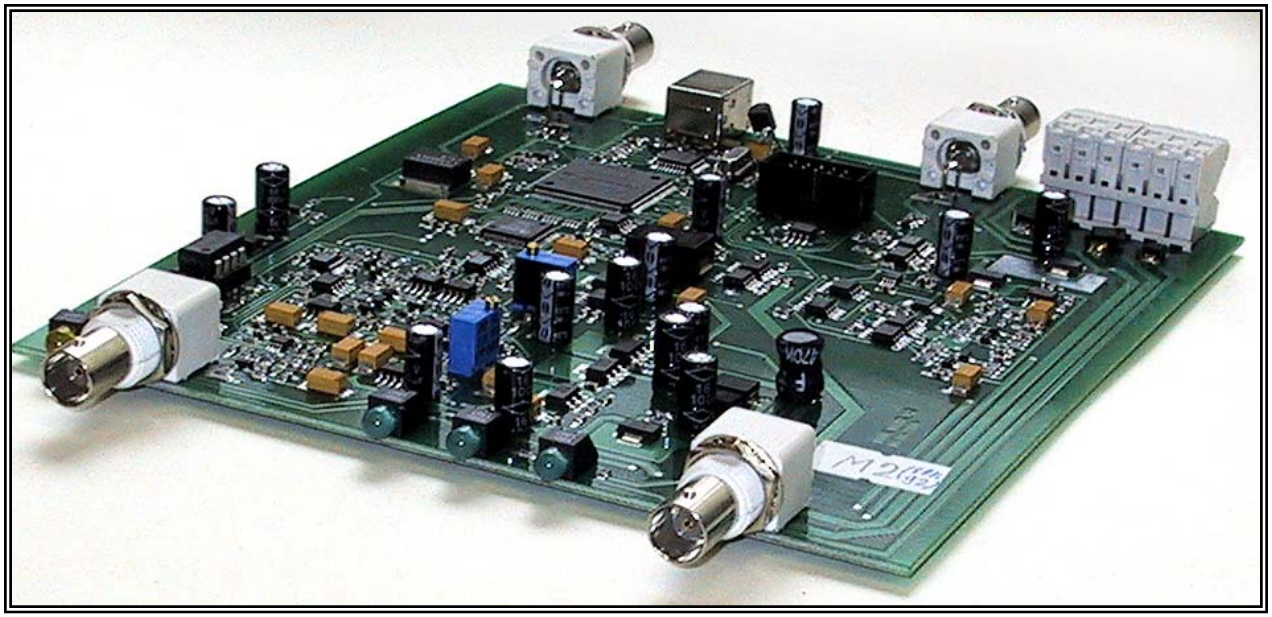


Precizitāte: 7-8 ps
Ātrdarbība: 10 MHz
Izmēri: 220x213x27 mm
Jaudas patēriņš: 12 W

2.b Laika reģistrācijas moduļa kompakta realizācija

Jauns modulis:

Daudz mazāki izmēri, samazinātais jaudas patēriņš

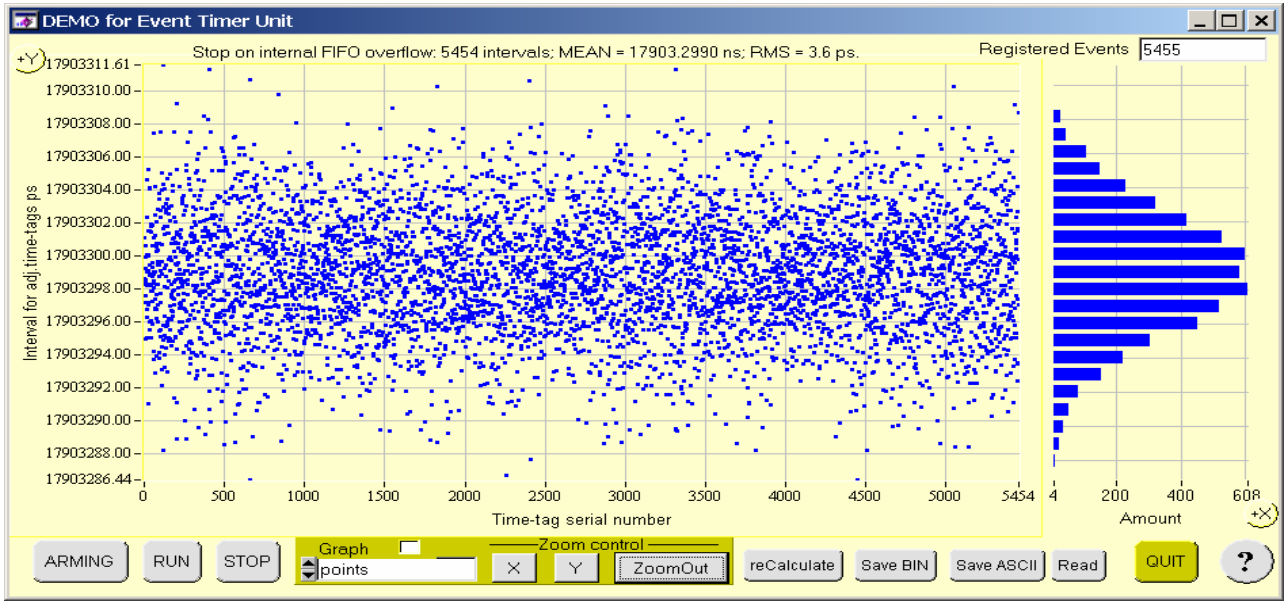


- Digitālas funkcijas integrācija vienā FPGA shēmā
- Elektronisks aizkāvējs kabeļa vietā
- Citi tehniskie uzlabojumi, tai skaitā jaunāko elektronisko komponentu lietošana

Izmēri:
160x175x20 mm
Jaudas patēriņš: 6 W

2.b Laika reģistrācijas moduļa kompakta realizācija

Jauns modulis:
Labāka precizitāte, augstāka ātrdarbība



- Modificētais signālu apstrādes algoritms
- Pilnveidota kalibrēšana
- Temperatūras kompensācija

Precizitāte: 3.5-4 ps
Ātrdarbība: 20 MHz

Publikācijas

Publicēti raksti:

- A.Rybakov, V.Vedin. Precise Measurement of Event Flow Time Coordinates Based on the Digital Processing of a Triggered Relaxation Oscillator Wave Train, *Automatic Control and Computer Sciences*, 2011, Vol. 45, No. 3, pp. 162–173.
- Yu.Artyukh, E.Boole. Jitter Measurement on the Basis of High-precision Event Timer, *Metrology and Measurement Systems,* Vol. XVIII (2011), No.3, pp.453-460

Publicēšanai akceptētie raksti:

- Yu.Artyukh et al. Main Directions of Riga Event Timer Development and Current Results, *Proceedings of 17th International Workshop on Laser Ranging*

Rezultāti prezentēti starptautiskās konferencēs:

- 17th International Workshop on Laser Ranging, Bad Kötzting (Germany), May 16-20, 2011.

Patenti:

- LR patents Nr. 14358 „Interpolācijas „laiks-kods" pārveidotāja kalibrēšanas metode" (LR PV Oficiālais vēstnesis 06/2011).

Citi radītāji:

- Izstrādāta konkurētspējīga inovatīva tehnoloģija "Augstas precizitātes laika momentu reģistrācija" bija prezentēta pasākumā "Commercialization Reactor", kas bija organizēts LIAA ar mērķi palīdzēt satikties zinātniekiem un uzņēmējiem.
- Armands Mezeriņš "Ultrastabilais augsto frekvenču sintezators" - aizstāvēts maģistra darbs, Rīgas Tehniskā Universitāte, Elektronikas un Telekomunikāciju fakultāte, 2011. gads, jūnijs, vadītājs: Dr. habil.sc. comp. J.Artjuhs

Perspektīvu signālu reģistrācijas un apstrādes tehnoloģiju izstrāde iegulto sistēmu efektivitātes (kopdarbība, enerģija, veiktspēja u.c.) un mobilitātes paaugstināšanai

Konkrētā pētāmā problēma: Kā efektīvi pārraidīt nelielā attālumā (līdz 5-6 metriem) informāciju, ko satur un pārnes notikumi (reprezentēti ar impulsiem vai to frontēm).

Darba izpilde: Apskatītas vairākas alternatīvas kā pieiet norādītā uzdevuma veikšanai. Nolemts radīt eksperimentālu iekārtu, lai pārbaudītu dažādu apstākļu limitējošo ietekmi uz šāda veida informācijas pārraidi. Tā balstīsies uz mikroshēmu, kas veic ar kodu vadāmu aizkavi ar 10 pikosekunžu soli. Tiek izstrādāta eksperimentālās iekārtās struktūra un mezgli. Darbs turpinās.

Publicēti raksti:

• I.Bilinskis, A.Skageris, K.Sudars**.** Method for Fast and Complexity-Reduced Asymmetric Image Compression**,** *Electronics and Electrical Engineering*, 2011, No. 4(110), pp.117-120.

Rezultāti prezentēti starptautiskās konferencēs:

• The 15th International Conference "ELECTRONICS'2011", 17-19 May 2011, Kaunas.
• Apvienotais pasaules latviešu zinātnieku III kongress un Letonikas IV kongress, Rīga, 2011. gada 24. – 27. oktobris.

3D informācijas iegūšana izmantojot daudzkameru sistēmu

Māris Bečs



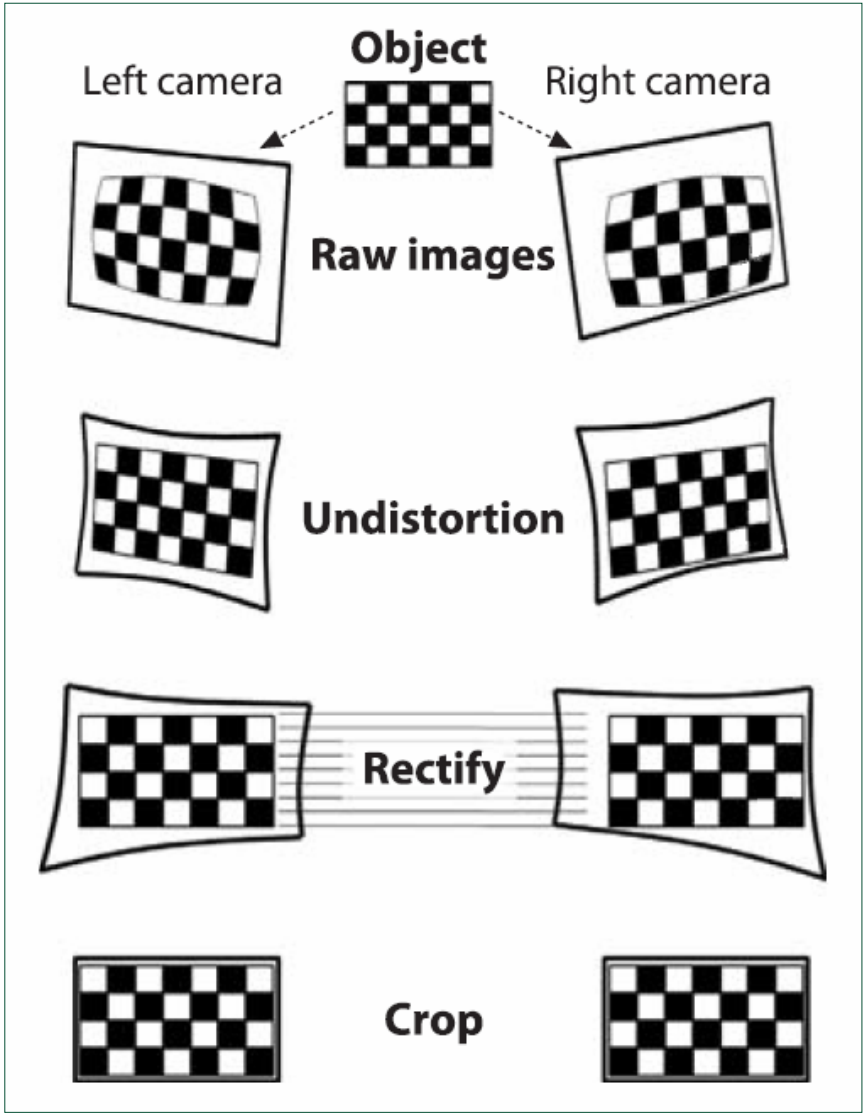
Pasīva sistēma.
Lēta un pieejama(no kameru viedokļa).
Vienas kameras evolūcija. Universāla pielietojumos.

3D informācijas pielietojumi

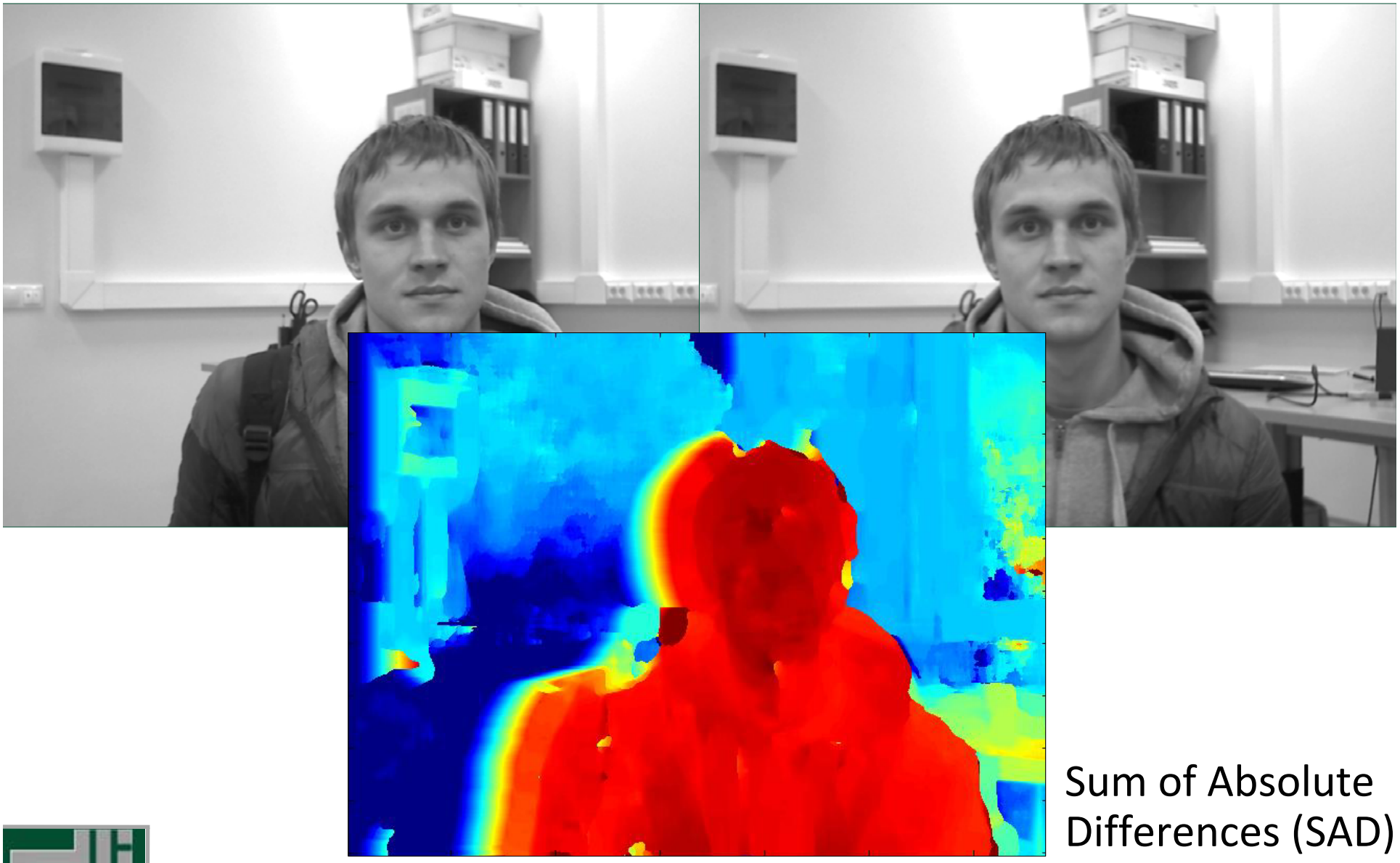
- Attāluma sensori dažādām robotizētām sistēmām
- Uzlabota kruīza kontroles sistēma
- 3D skeneri, 3D objektu rekonstrukcija
- 3D sejas atpazīšana
- Papildus informācija esošo attēlu apstrādes algoritmu uzlabošanai (segmentācijas, sekošanas u.c.)
- Interaktīvas lietotāja saskarnes veidošanas iespēja ar dažādām ierīcēm (piemērs Xbox 360 Kinect)
- Utt.

Priekšapstrādes darbi

- Sākotnējo attēlu iegūšana
- Kameru kalibrācija
  - iekšējo un
  - ārējo parametru iegūšana
- Lēcas kropļojumu izlabošana
- Attēlu rektifikācija
- Izgriešana



Pirmie rezultāti



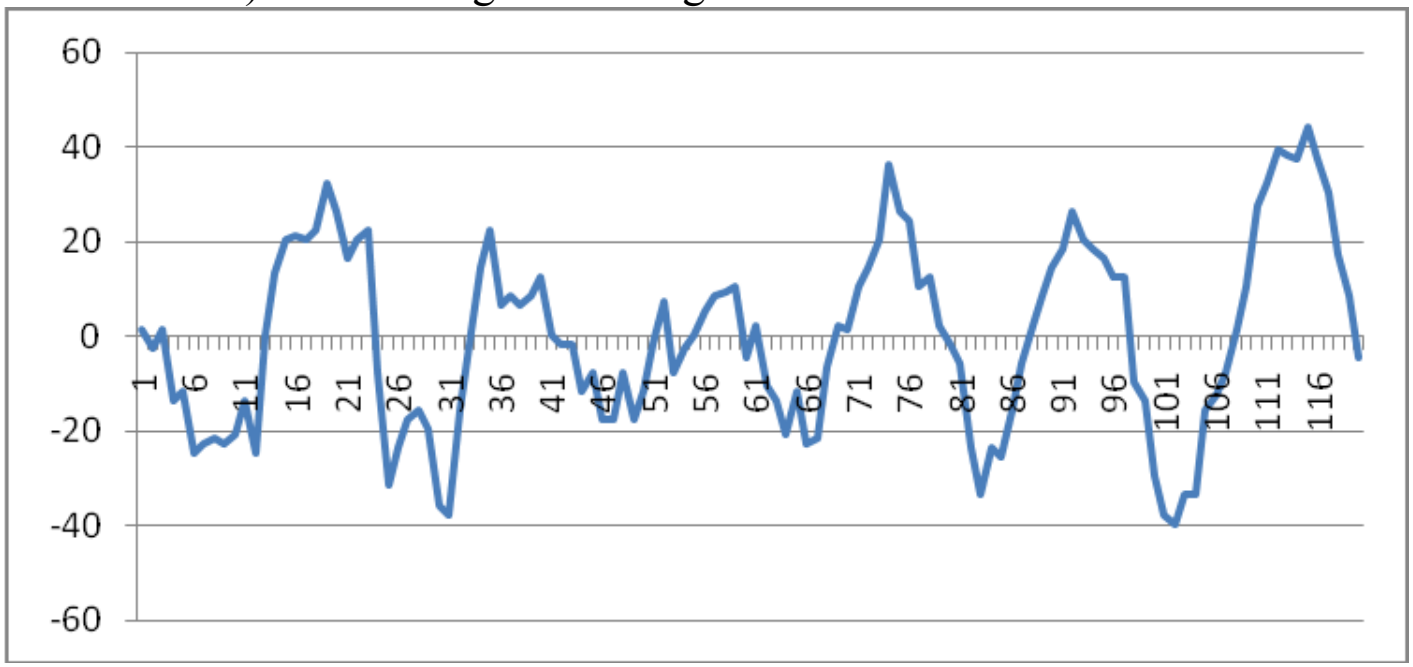
Sum of Absolute Differences (SAD)

Turpmākais darbs

- Izpētīt un praktiski izmēģināt vēl citus populārākos algoritmus un metodes
- Uzlabot SAD algoritmu (iekļaut nosacījumus, savienot ar citu, plašāku reģionu, metodi)
- Implementēt SAD trīs kameru sistēmai
- Pielietot kādu no mašīnapmācības paņēmieniem
- Iegūstot pieņemamus rezultātus, uzsākt darbu pie sava algoritma reāla laika FPGA implementācijas

Caursienas lokācijas signālu apstrāde

Caursienas UWB (TWV - through-wall vision) lokāciju lieto dažādu objektu atklāšanai, tai skaitā kustīgu, aiz necaurredzamas sienas. Lai kvalitatīvi izdalītu atstarojumus no meklējamā objekta, ir nepieciešama papildus signālapstrāde. Ilustrācijai attēlā 1 ir parādīts ar augstas jūtības (RMS 30 mkV) lokatoru reģistrētais signāls.

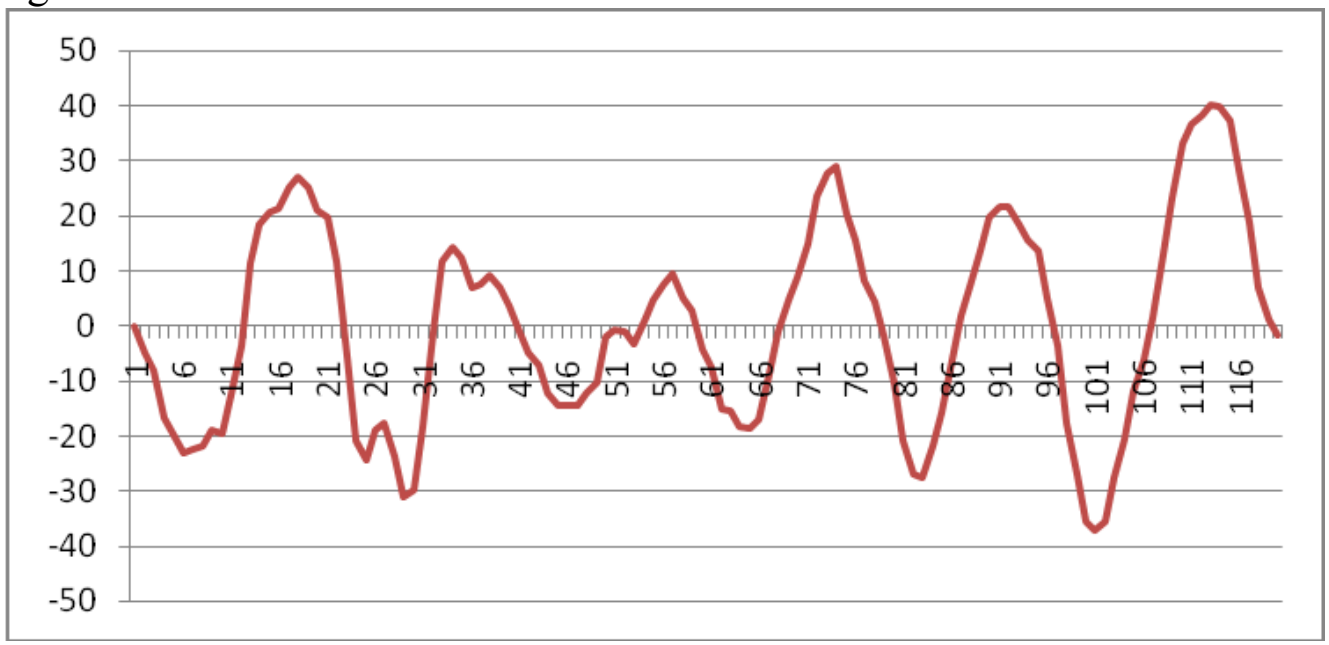


1. att. Ar augstas jūtības lokatoru reģistrētais signāls.

Var parādīt, ka pie tik augstas jūtības galvenos traucējumus derīgā signāla atklāšanā rada vairs ne tik daudz troksnis, kā parazīstiskie atstarojumi. Lai parādītu, ka vienkāršas filtrēšanas viduvējot izvērses vai pielietojot loga filtru:

$$y_i = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} x_{i+j-1}$$

rezultāta kvalitāti īpaši neuzlabo, attēlā 2 ir parādīts ar ar loga filtru (m=3) apstrādāts augstāk minētais signāls.

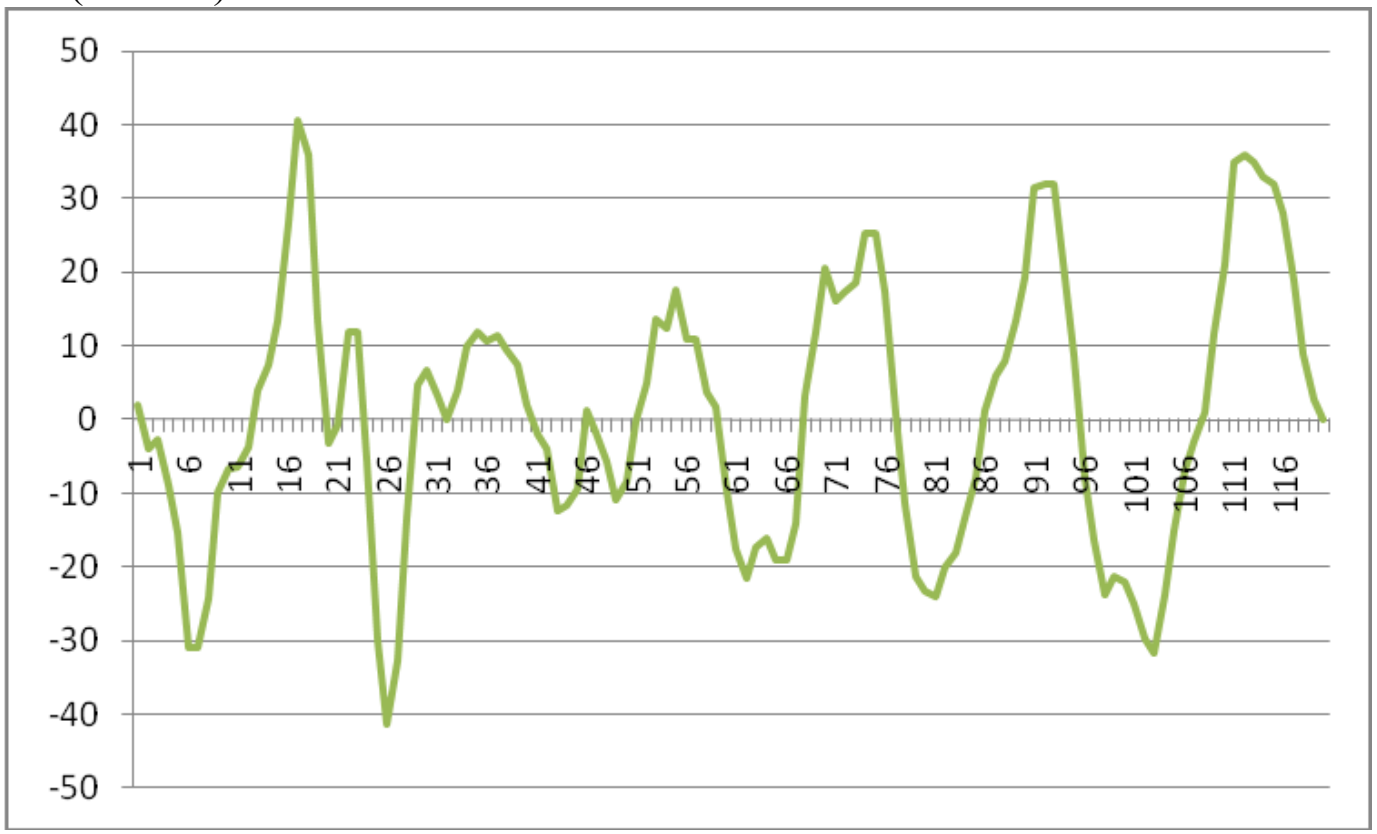


2. att. Signāls pēc apstrādes ar 1. veida loga filtru

Nedaudz augstāku kvalitāti dod 2. veida loga filtra

$$y_i = \frac{1}{m}\left(\sum_{j=1}^{m} x_{i+j-1} - \sum_{j=m+1}^{2m} x_{i+j-1}\right)$$

pielietojums (attēls 3).

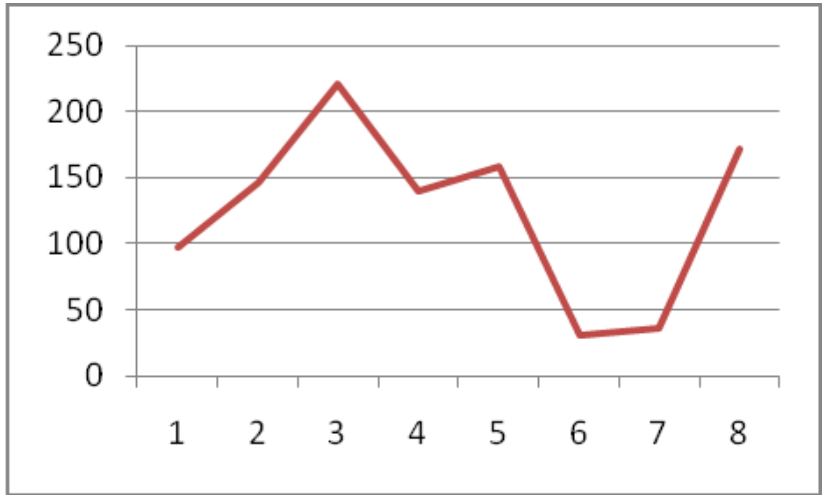


3. att. Signāls pēc apstrādes ar 2. veida loga filtru

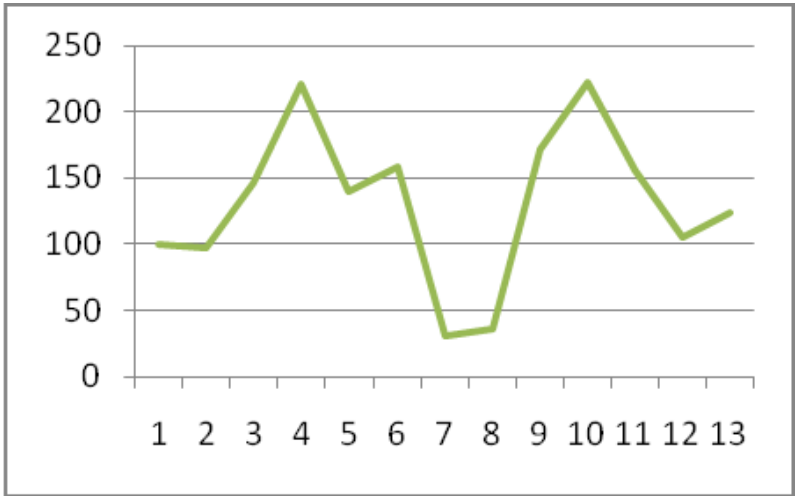
Kā zināms, visaugstāko signāla/trokšņa attiecību nodrošina salāgotais filtrs:

$$y(k) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} x(m)h(k-m)$$

Mūsu gadījumā signāla atklāšanai varam izmantot aprioro informāciju – izstarotā signāla formu. Tad pielietojot reģistrētā signāla konvolūciju ar etalonu (izstaroto signālu), panākam efektīvu atstarojumu izdalīšanu uz parazītisko signālu fona. Ilustrācijai attēlos 4 un 5 ir parādīti etaloni, kurus veido izstarotā signāla viena svārstība (attēls 4) un divas svārstības (attēls 5). Svārstības ir reģistrētas ar mazu punktu skaitu uz periodu, lai nodrošinātu maksimālu radiolokatora ātrdarību.

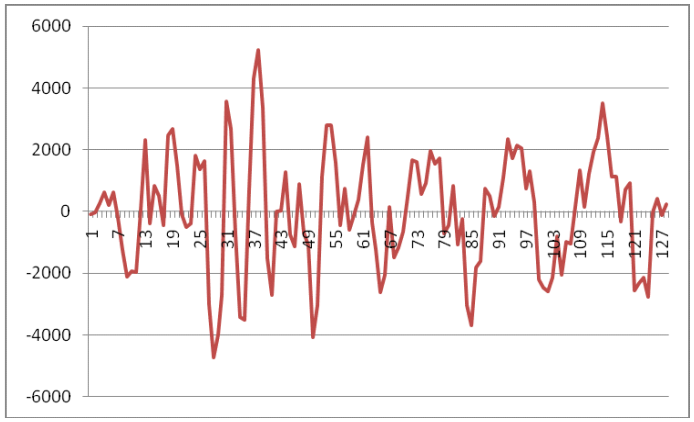


Attēls 4. Etalons ar vienu svārstību.

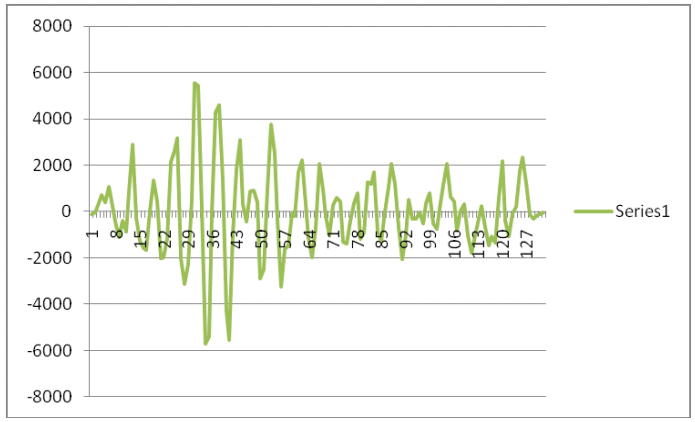


Attēls 5. Etalons ar divām svārstībām.

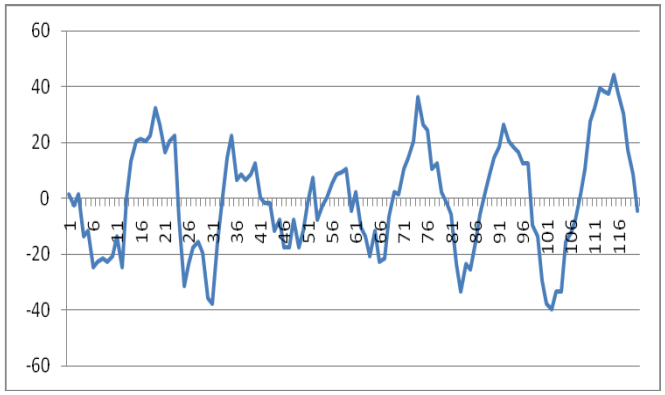
Attēlos 6 un 7 ir parādīti ar konvolūciju iegūtie filtrēšanas rezultāti.



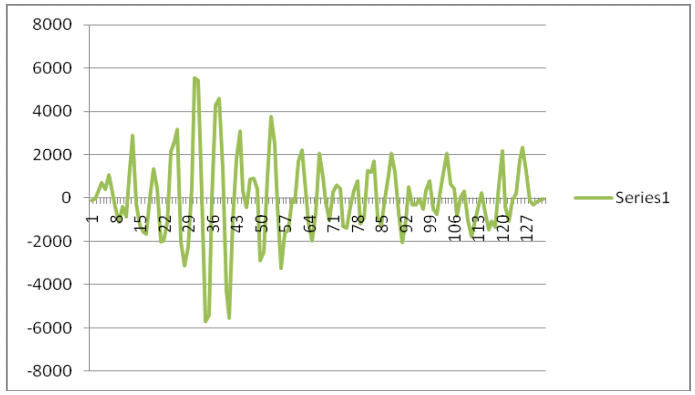
6. att. Signāla filtrēšanas rezultāts ar vienu svārstību garu etalonu



7. att. Signāla filtrēšanas rezultāts ar divu svārstību garu etalonu



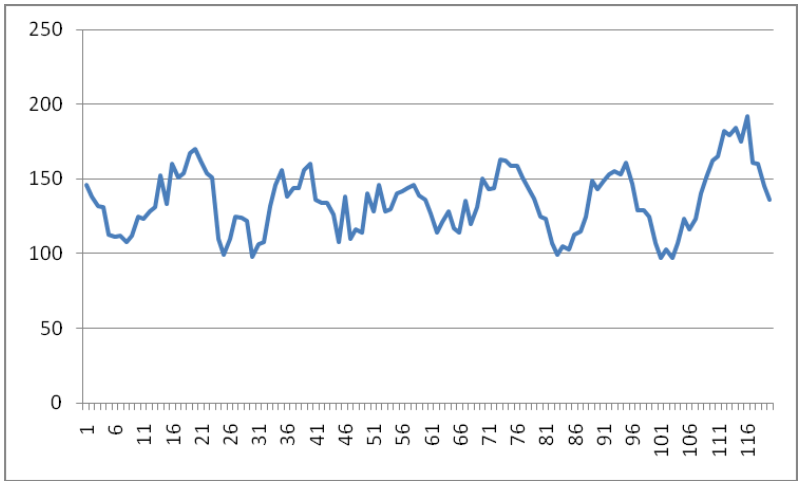
8. att. Ar radiolokatoru reģistrētais signāls.



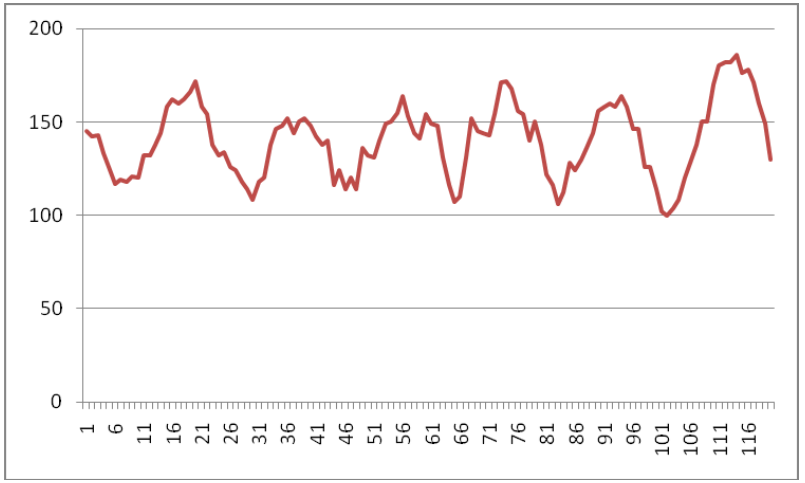
9. att. Ar papildus signālapstrādi iegūtais rezultāts.

No 7. attēla ir skaidri redzams atstarojums no meklējamā objekta izvērses pirmajā trešdaļā. Salīdzinājumam attēlos 8 un 9 ir atkārtoti parādīts sākotnējais radiolokatora reģistrētais signāls un ar papildus signālapstrādi iegūtais rezultāts.

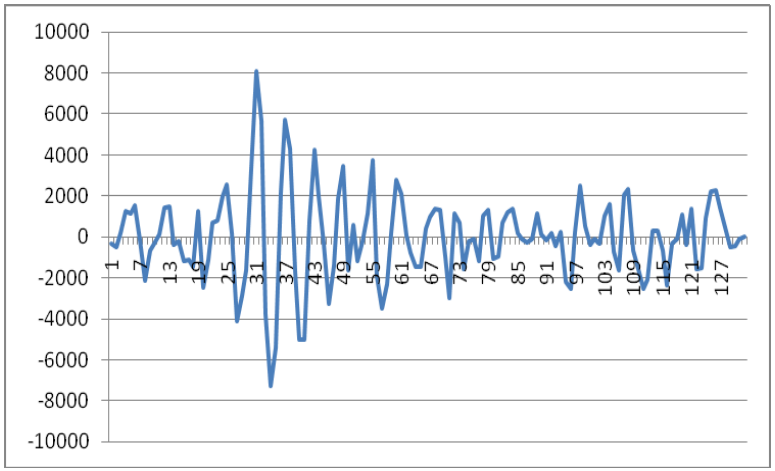
Augstāk minētā filtrēšanas metodika tika pielietota arī kustīga objekta atklāšanai aiz necaurredzamas sienas. Attēlos 10 un 11 ir parādīti ar radiolokatoru reģistrētie no kustīga objekta atstarotie signāli, tam atrodoties attiecīgi 1. un 2. pozīcijā



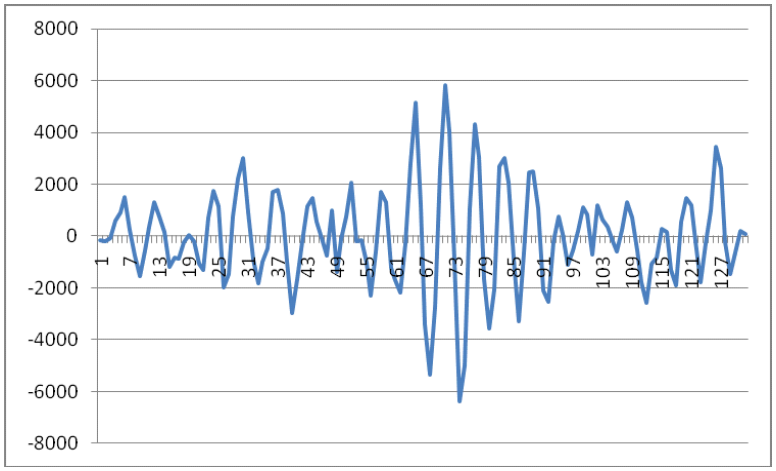
10. att. Atstarojums no kustīga objekta pirmajā pozīcijā, viena izvērse



11. att. Atstarojums no kustīga objekta otrajā pozīcijā, viena izvērse

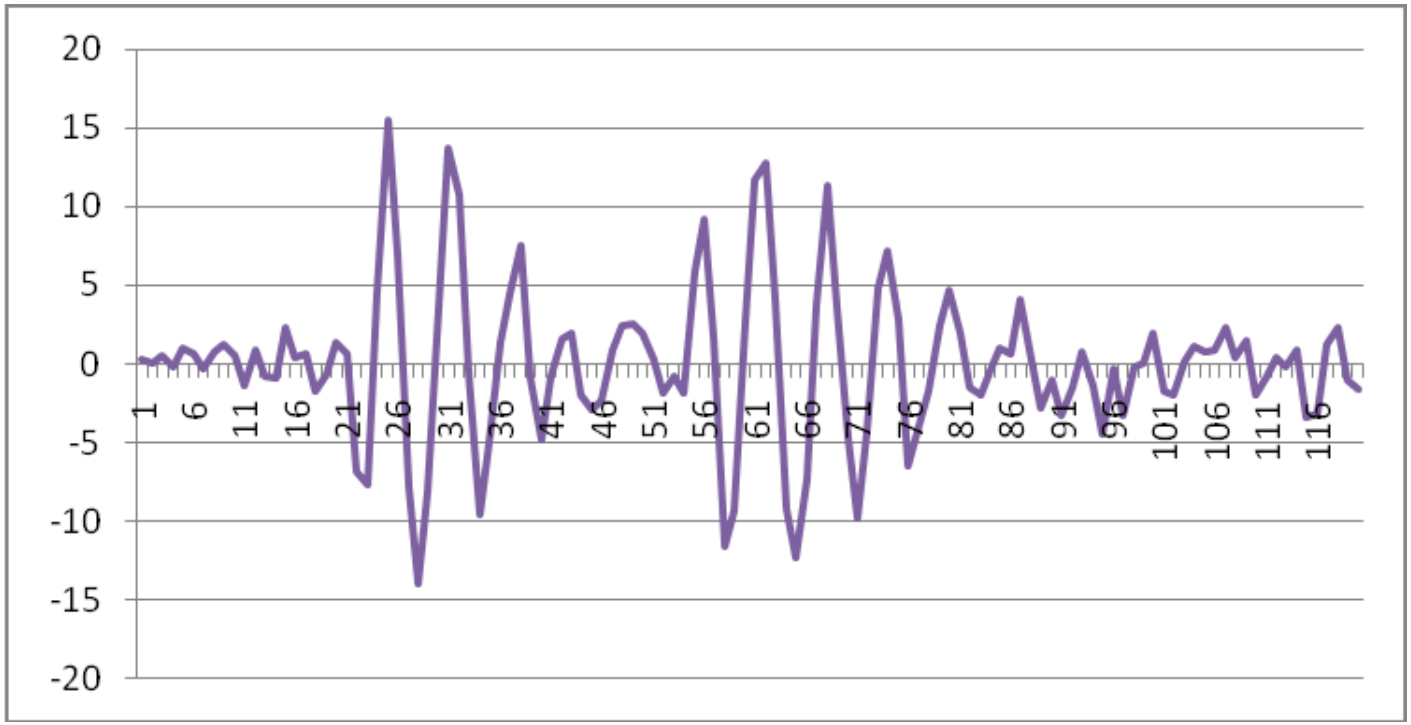


12. att. Vienas izvērses filtrācijas rezultāts ar objektu pirmajā pozīcijā, pielietojot konvolūciju ar divu periodu etalonu



13. att. Vienas izvērses filtrācijas rezultāts ar objektu otrajā pozīcijā, pielietojot konvolūciju ar divu periodu etalonu

Kustīgu objektu atklāšanā var izmantot objekta pārvietošanos atstarojumu izdalīšanai uz traucējumu fona. Šajā sakarā tiek pierakstītas un viduvētas vairākas (tika izmantotas 39) izvērses, objektam atrodoties vienā pozīcijā, un pēc tam – izvērses otrā pozīcijā. Atskaitot vienu viduvēto izvērsi no otras, panākam efektivitātes ziņā konvolūcijas filtram līdzvērtīgu rezultātu.



14. att. No kustīga objekta atstaroto viduvēto signālu starpība, objektam atrodoties divās atšķirīgās pozīcijās

Paldies par uzmanību!

Kādi jautājumi?

Viedie risinājumi skoliozes noteikšanai un ārstēšanai, izmantojot sensoru tīklu tehnoloģijas

Krišjānis Nesenbergs, krisjanis.nesenbergs@edi.lv
Atis Hermanis, atis.hermanis@edi.lv
Taranovska Alīna, alina.taranovska@edi.lv
Modris Greitāns, modris_greitans@edi.lv

Kas ir skolioze

- Mugurkaula deformācija sāniskā virzienā kombinēta ar skriemeļu rotāciju
- Sākas kā simptoms citām slimībām, bet var attīstīties straujas augšanas laikā
- Biežāk attīstās ~10-12 g.v. meitenēm.
- Vairums pacientu jūtas taisni un simetriski, un skoliotisko izliekumu paši nepamana



Eksistējošie risinājumi

- Korsetes (23h dienā)
- Fizioterapija
- Ķirurģiska iejaukšanās

- Atgriezeniskā saite:
  - Locīšanās, stiepes u.tml. sensori
  - Optiskā pozicionēšana
  - Inerciālās pozicionēšanas sistēmas



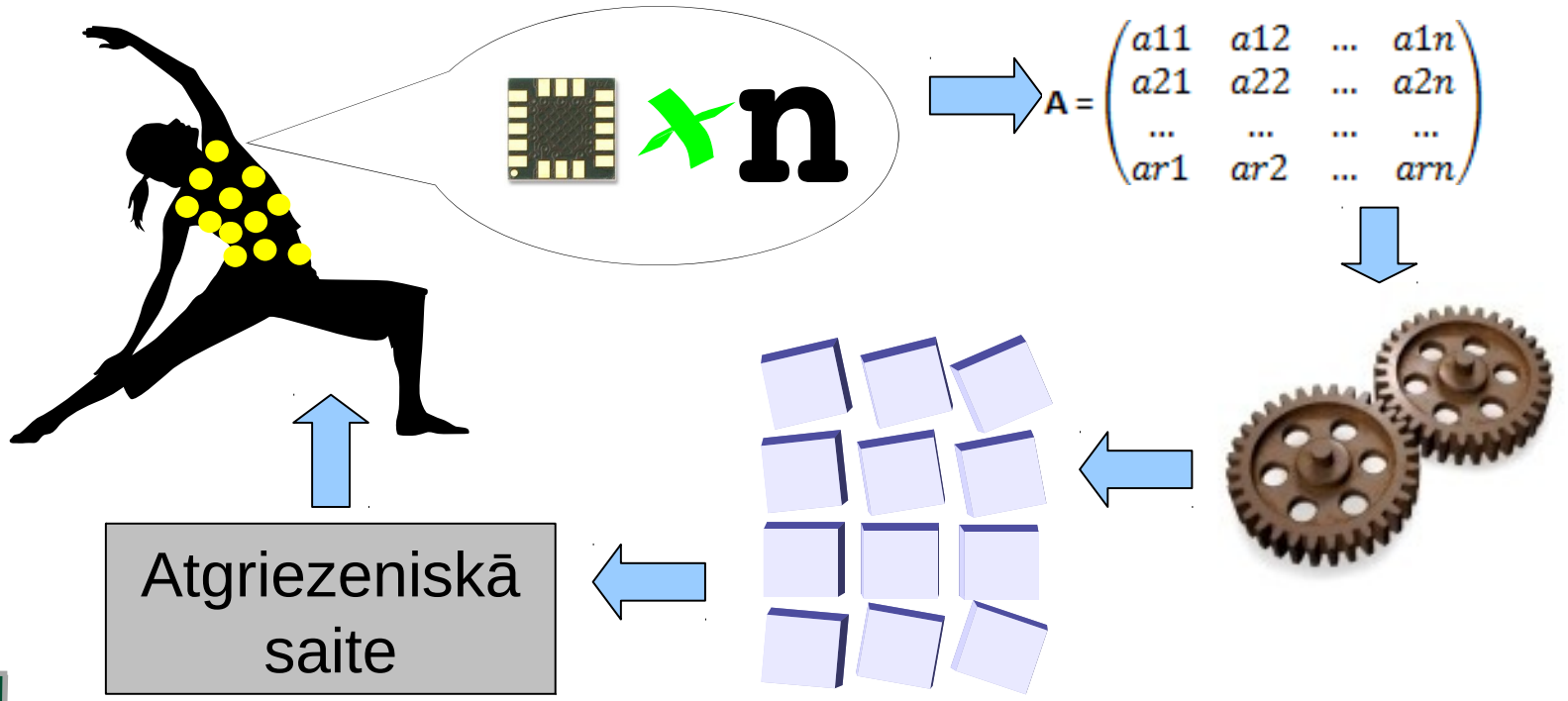
Projekta mērķis

Izveidot sistēmu, kas uzlabotu dzīves kvalitāti aizvietojot cietās korsetes:

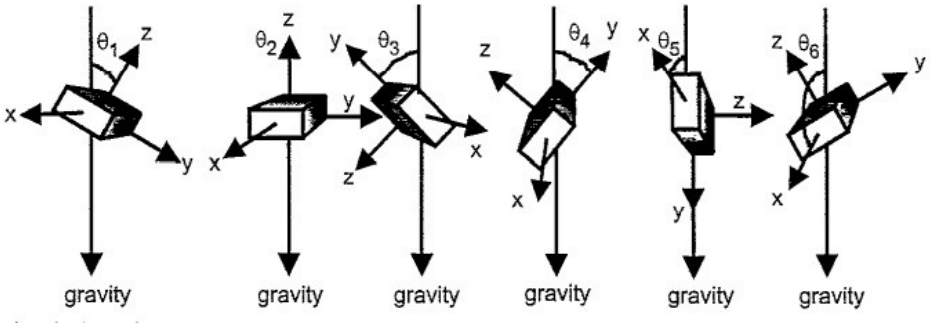
- Būtu ērti lietojama ikdienā – valkājama katru dienu
- Nodrošinātu ilgstošu paškorekciju ar atgriezeniskās saites palīdzību.
- Būtu ar salīdzinoši mazām izmaksām
- Iespējams nākotnē ļautu riska grupām veikt pārraudzību un laicīgu diagnostiku.

Mūsu pieeja

Uz ķermeņa novietota akselerometru tīkla datu analīze



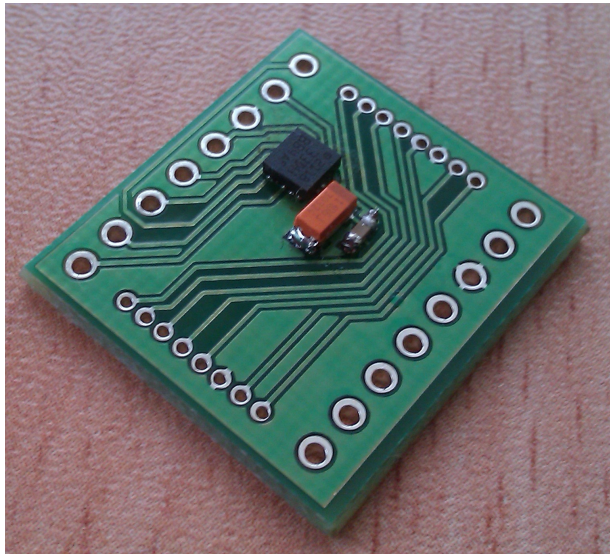
Akselerometri un gravitācija



Miera stāvoklī:

$$|\vec{g}| = \sqrt{g_x^2 + g_y^2 + g_z^2}$$

Izvēlētais modelis: LIS331DLH
Izmēri: 3 x 3 x 1 mm
Ražotājs: ST Electronics
Diapazons: ±2g
Izšķirtspēja: 16 bit
Plates izmēri: 21x20 mm



Kalibrācija

Katrai asij savs linearitātes un nobīdes koeficients:

$$g_x = a_x x + b_x$$

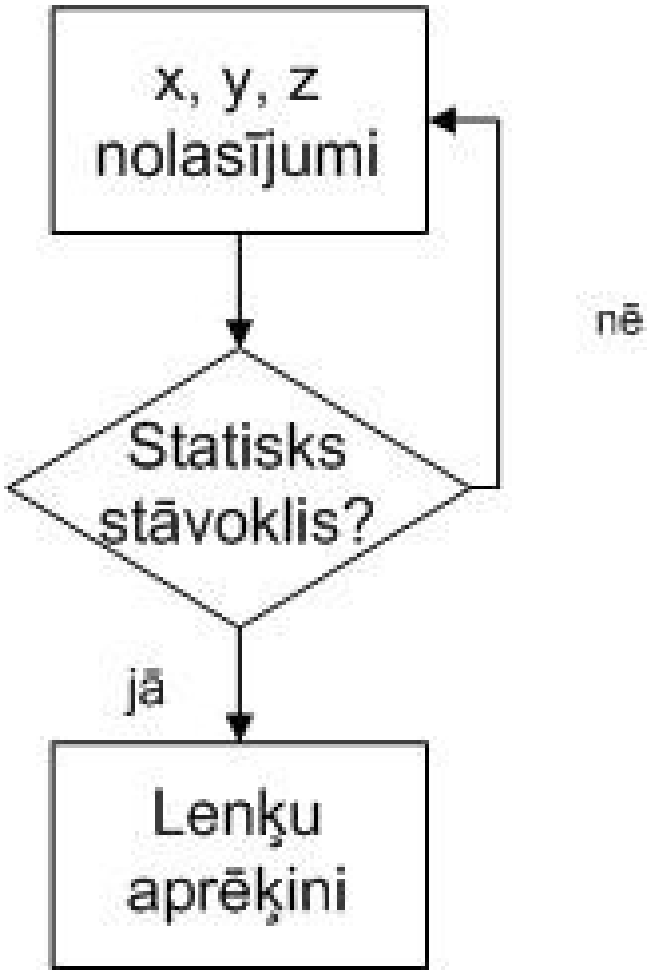
- g_x ir gravitācijas vektora x ass komponente
- x ir nolase no akselerometra x asij
- a_x ir linearitātes koeficients x asij
- b_x ir nobīdes koeficients x asij

$$|\vec{g}| = \sqrt{(a_x x + b_x)^2 + (a_y y + b_y)^2 + (a_z z + b_z)^2}$$

Izdarot mērījumus n (n>=6) dažādās pozīcijās varam iegūt šos koeficientus.

Datu apstrāde

- Statisku stāvokļu noteikšana
- Katra sensora leņķa noteikšana pret gravitācijas vektoru (sagitālajā un koronālajā plaknē, bet ne transversajā)
- Visu sensoru tīkla elementu savstarpējā relatīvā novietojuma modelis



Datu interpretācija un pielietojums

- Nevēlamo auguma stāvokļu atpazīšana
- Atgriezeniskā saite – uztverot ilgstošu nevēlamu stāvokli pacients tiek informēts veicinot paškorekciju
- Paškorekcijas kontrole:
  - Datu vākšana ilgākā laikā statistikas veidošanai
  - Modeļa vizualizācija reālā laikā

Turpmākais darbs

- Izveidot pirmo prototipu ar 12 sensoriem
- Datu savākšana
- Datu analīze un interpretācja
- Ieviest automātisko kalibrāciju

Paldies par uzmanību!

Atsauces

Wai Y Wong, Man S Wong, **Smart garment for trunk posture monitoring: A preliminary study**, Scoliosis 2008

Elias Kallistratos, Vassilis Mahairas, Maria Papadopoulou and Themistoklis Parintas, **The development of a novel biofeedback system for the evaluation, recording, control and correction of the spinal posture**, Scoliosis 2009

Projekts Nr. 2 „Inovatīvas signālapstrādes tehnoloģijas viedu un efektīvu elektronisko sistēmu radīšanai”

sadaļas

“Rīku izstrāde transporta līdzekļu pozicionēšanas precizitātes paaugstināšanai un transporta plūsmu vadības efektivitātes uzlabošanai“

2011.gada rezultāti

seminārs 12.10.2011

Ansis Klūga

Galvenie rezultāti:

Tika izstrādāts transportlīdzekļu skaita un ātruma automātiskā radiolokācijas reģistratora uzbūves princips un signālu apstrādes algoritmi.

Tika eksperimentāli pārbaudīti automātiskā radiolokācijas reģistratora divos kustības virzienos vienlaikus raksturojumi, kas parādīja izvēlētā nemodulētā signāla principa pareizību.

Tika veikti pētījumi GPS un GLONASS satelītu sistēmu fāzu mērījumiem, kas parādīja iespēju sasniegt centimetru precizitāti reāllaika korekcijas režīmā.

Tika veikti pētījumi MEMS inerciālo sensoru gadījuma kļūdu mērījumu raksturojuma noteikšanai, kas parādīja Allana variācijas metodes efektivitāti.

Tika veikti pētījumi slīdošā loga un adaptīvā Kalmana filtra metodes salīdzinājumi dinamisko koordinātu datu filtrācijai, kas parādīja pēdējās metodes priekšrocības vairāku sensoru gadījumā.

Pētījumi tika veikti RTU Transporta elektronikas un telemātikas katedrā. Tajos piedalījās:

A.Klūga Dr.sc.ing.,

A.Zeļenkovs Dr.hab.sc.ing.,

I.Mitrofānovs M.sc.ing.,

V.Beļinska M.sc.ing.,

V.Bistrovs M.sc.ing.,

E.Grabs M.sc.ing.,

J.Klūga M.sc.ing.,

M. Paegle B.sc.ing.

Projekta ietvaros aizstāvēti divi bakalaura un divi maģistra darbi, pašlaik tiek gatavota aizstāvēšanai doktora disertācija (V.Bistrovs), kas tiks iesniegta promocijas padomē gada beigās vai nākošā gada sākumā.

Publikācijas:

1. А.Зеленков. Вычисление параметров скрытых марковских моделей, используемых в системах навигации наземного транспорта для привязки к карте: Обзор. Автоматика и вычислительная техника, №6, 2010, стр. 5-24.
2. V. Zelenkov. Calculation of the Parameters of Hidden Markov Models Used Land Vehicle Navigation Systems for the Map-Matching: An Overview, Automatic Control and Computer Science, 2010, vol.44, No.6, pp.5-24
3. A.Kluga, J.Kluga. Dynamic Data Processing with Kalman Filter. Electronics and Electrical Engineering- Kaunas: Telecommunications Engineering. - No. 5(111). (2011) pp. 33-36.
4. V.Bistrovs, A.Kluga. MEMS INS/GPS Navigation Data Fusion using Particle Filter. Electronics and Electrical Engineering, Automatıon, robotıcs. - No. 6(112).(2011) pp. 77-80.
5. В.Бистров. Исследование характеристик случайных ошибок измерения МЭМС. Автоматика и вычислительная техника. No. 5, 2011. 11 lpp.
6. А. Зеленков. Разработка и экспериментальная проверка радара для регистрации числа и скорости транспортных средств на двух направлениях движения одновременно. Автоматика и вычислительная техника (tiek gatavots).

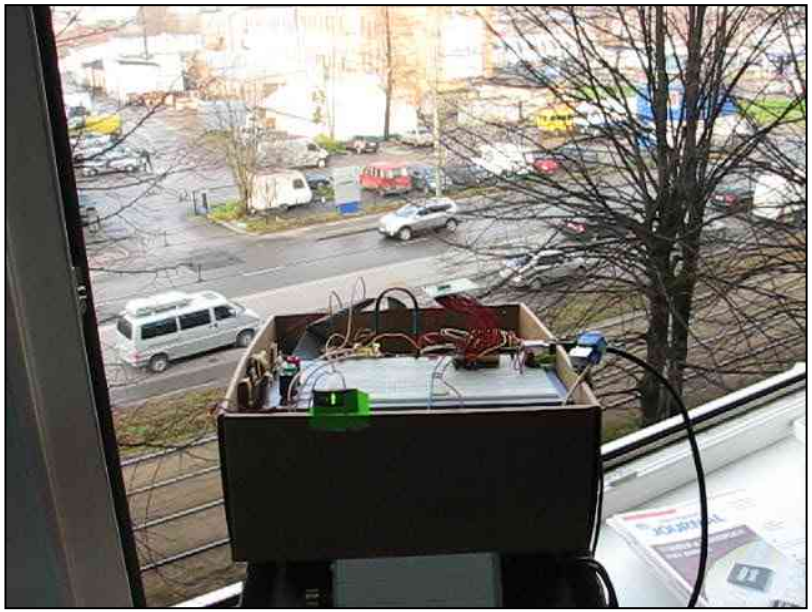
Prezentācijas konferencēs:

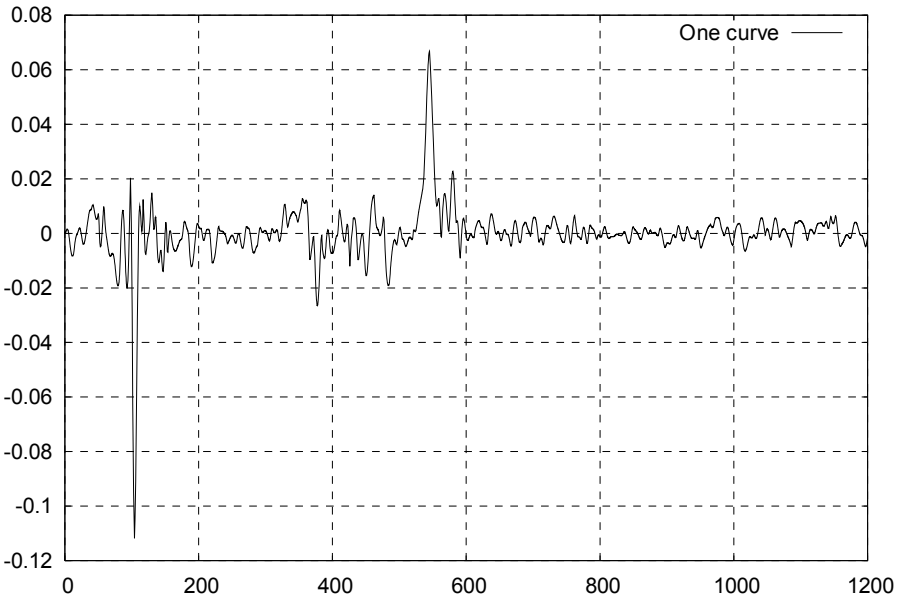
1. A.Kluga, J.Kluga. Dynamic Data Processing with Kalman Filter. The 15th International Conference Electronics’2011, Kaunas University of Technology, May 17-19, 2011.
2. V.Bistrovs, A.Kluga. MEMS INS/GPS Navigation Data Fusion using Particle Filter. The 15th International Conference Electronics’2011, Vilnius Gedeminas Technical University, May 17-19, 2011.

Transportlīdzekļu skaita un ātruma automātiskā radiolokāciju reģistratora izstrāde un eksperimentālā pārbaude divos kustības virzienos vienlaikus (piedalījās arī Didzis Liepkalns, Aleksandrs Jeršovs, Aleksandrs Maklakovs)

Tika izpētīti divi radaru tipi ar nepārtrauktu izstarojumu - radars ar frekvenču modulāciju (FMCW - Frequency Modulation Continuous Wave Radar) un radars ar nemodulēto izstarojumu (CW - Continuous Wave Radar). Ir veikta to eksperimentālā pārbaude uz funkcionējošiem maketiem.

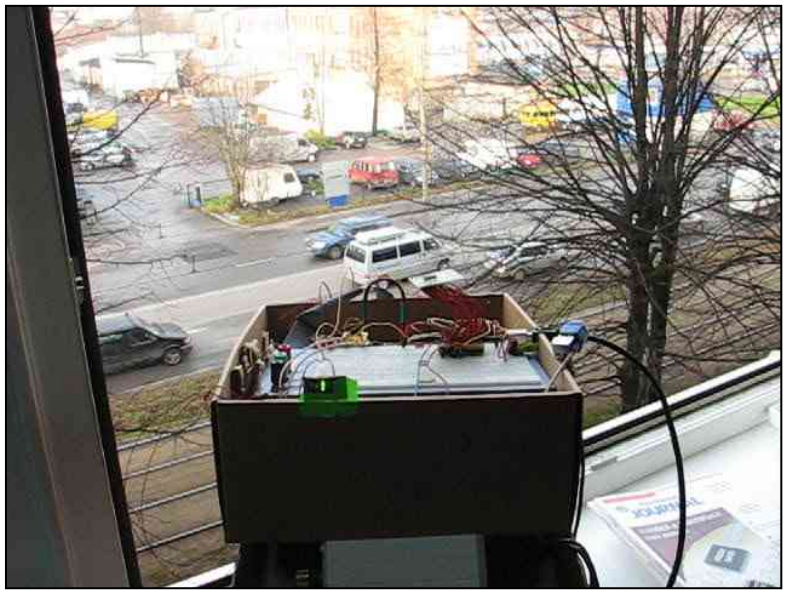
Parādīts, ka garām radaram pabraukušo transportlīdzekļu skaita un to ātrumu reģistrēšanai reālajā laikā abos kustības virzienos vienlaikus jāizmanto CW radars kā noturīgākais pret uztvērēja trokšņiem un traucējumiem, kuri rodas IQ jaucēja kvadratūras kļūdu dēļ, antenas virziena diagrammas sānu daivu esamības dēļ, un traucējošiem atstarojumiem no mazkustīgiem un nekustīgiem mērķiem. Ir izstrādāti signālu ierakstu apstrādes algoritmi un programmas nodrošinājums abiem radaru tipiem. Izstrādātais apstrādes algoritms CW radaram pašlaik ir realizēts uz FPGA Xilinx programmējamo loģisko integrālo shēmu (PLIS) bāzes.

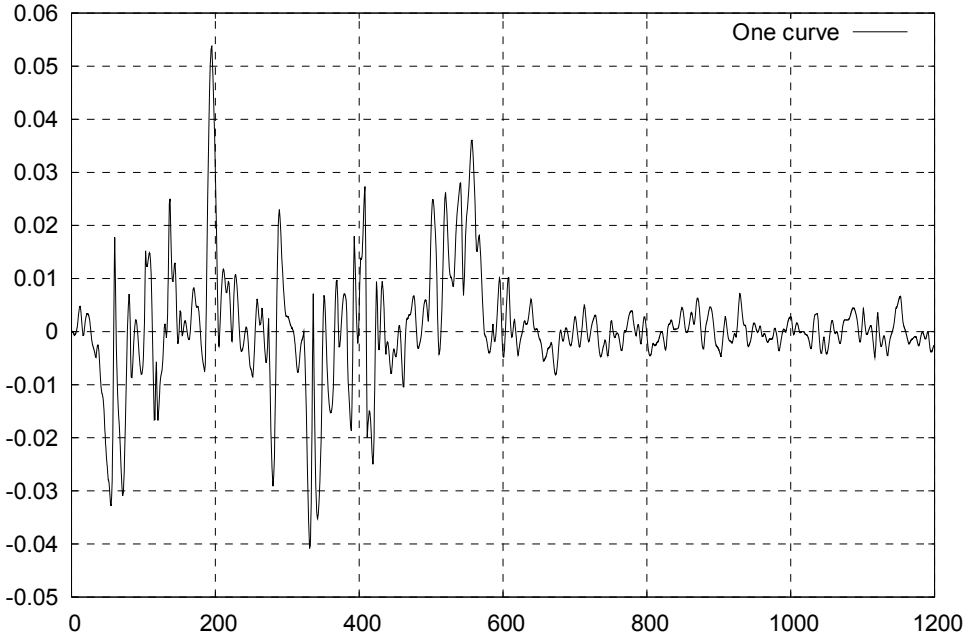




FMCW radara kā transportlīdzekļu skaita reģistratora darba eksperimentālā pārbaude

Kustīgu mērķu atpazīšana no RoadTest3_30164.wav faila ieraksta 28.kadra





FMCW radara kā transportlīdzekļu skaita reģistratora darba eksperimentālā pārbaude

Kustīgu mērķu atpazīšana no RoadTest3_30164_sy.wav faila ieraksta 92.kadra

No apskatītajiem piemēriem ir saprotams, ka amplitūdu-frekvenču spektrs (AFS) pulsācijas signāla maksimumiem modulācijas pus periodos radara starā divu un vairāk automobiļu ar vienu un to pašu vai ar pretējo kustības virzienu var būt novietots dažādās kombinācijās, kuru liela daļa noteikti noved pie kļūdām attāluma, ātruma, virziena un automobiļu skaita reģistrācijā. Tādēļ nav rekomendēts pielietot aplūkoto FMCW radaru automobiļu skaita reģistrācijai. Uzticamākā metode transportlīdzekļu skaita reģistrācijai ir tāda, kuras pamatā ir CW radara pielietojums.

Kustīgu transportlīdzekļu skaita reģistrācija ar CW radara palīdzību.

CW radarā tiek izmantots raidītājs ar nemodulēto izstarojumu. Šajā gadījumā izmērīt attālumu līdz mērķim, izmantojot tikai vienu uztvērējantenu uz augstām frekvencēm kā 24GHz nav iespējams, pārāk īss viļņa garums. Var tikai, izmantojot Doplera efektu, izmērīt ātrumu un mērķu kustības virzienu, turklāt, pat tajos gadījumos, kad starā vienlaikus atrodas divi un vairāk mērķu, ja tie neaizsedz viens otru izstarojuma virzienā.

Pie tam var arī saskaitīt mērķus, kuri kustas pretējos virzienos, un izdarīt to reālajā laikā. Kas attiecas uz ceļa ātrumu (attiecībā pret zemi), tad to aprēķina pārrēķinot radiālo ātrumu (attiecībā pret radaru) pie zināma leņķa starp ātruma vektoru (paredzams, ka tas ir paralēls ceļa asij) un virzienu pret radaru (paredzams, ka radara VD pietiekami šaura, lai tās galīgā platuma dēļ kļūda būtu nenozīmīga). Prakse rāda, ka par optimālākiem leņķiem starp VD maksimumu vizēšanas līniju un ceļa asi jāizvēlas diapazonā 45º±10º pie VD platuma 10º…20º.

Galvenais uzdevums ir automobiļu skaita noteikšana, kuri brauc gar radaru divos pretējos virzienos reālā laikā. Var piedāvāt vairākas metodes šī uzdevuma risinājumam. Pirmā metode - tā ir mērķu esamības reģistrācija pēc kustības virziena signālu apliecējas amplitūdas, sadalot kopējo atstaroto signālu uz diviem, kur katrs atbilst savam virzienam. Otrā metode piedāvā izmantot mērķu ātruma trajektorijas, kuras atrodas radara starā.

Principā, radaram garām pabraukušo transportlīdzekļu skaita reģistrācijas uzdevums, var tikt atrisināts, ja noteiktu atstarotā signāla apliecējas atsevišķi katram kustības virzienam, izmantojot nesējfrekvences Doplera nobīdes zīmi. Doplera frekvences zīmes noteikšanai nesējsvārstība no raidītāja caur slāpētāju tiek padota uz IQ jaucēju vai kvadratūras jaucēju kā lokālā heterodīna svārstība. Vairākumā radaros tā arī tiek darīts, jo nulles atstarpe, kā šajā gadījumā, vienkāršo radara uztvērēja analogās daļas uzbūvi.

Pastāvīgā un zemfrekvences komponentes, kuras atbilst mazkustīgiem mērķiem (cilvēkam, velosipēdistiem) un Doplera traucējumiem no nekustīgiem mērķiem (kokiem), tiek slāpētas ar vienkāršiem analogiem režektoru filtriem vai tālāk pie ciparu apstrādes pēc ĀFT. Pie tam uztvērēja jaucēja divās izejās (I un Q) ir divi kvadratūras signāli pulsācijas frekvences diapazonā no nulles līdz maksimālai frekvencei, kura tiek noteikta ar maksimālo izmērāmo ātrumu, piemēram pie 200km/h tā sastāda 8-10kHz. Tālāk trokšņu un traucējumu spektrālās komponentes tiek slāpētas ar kropļojumu novērses filtriem jaucēja izejā.

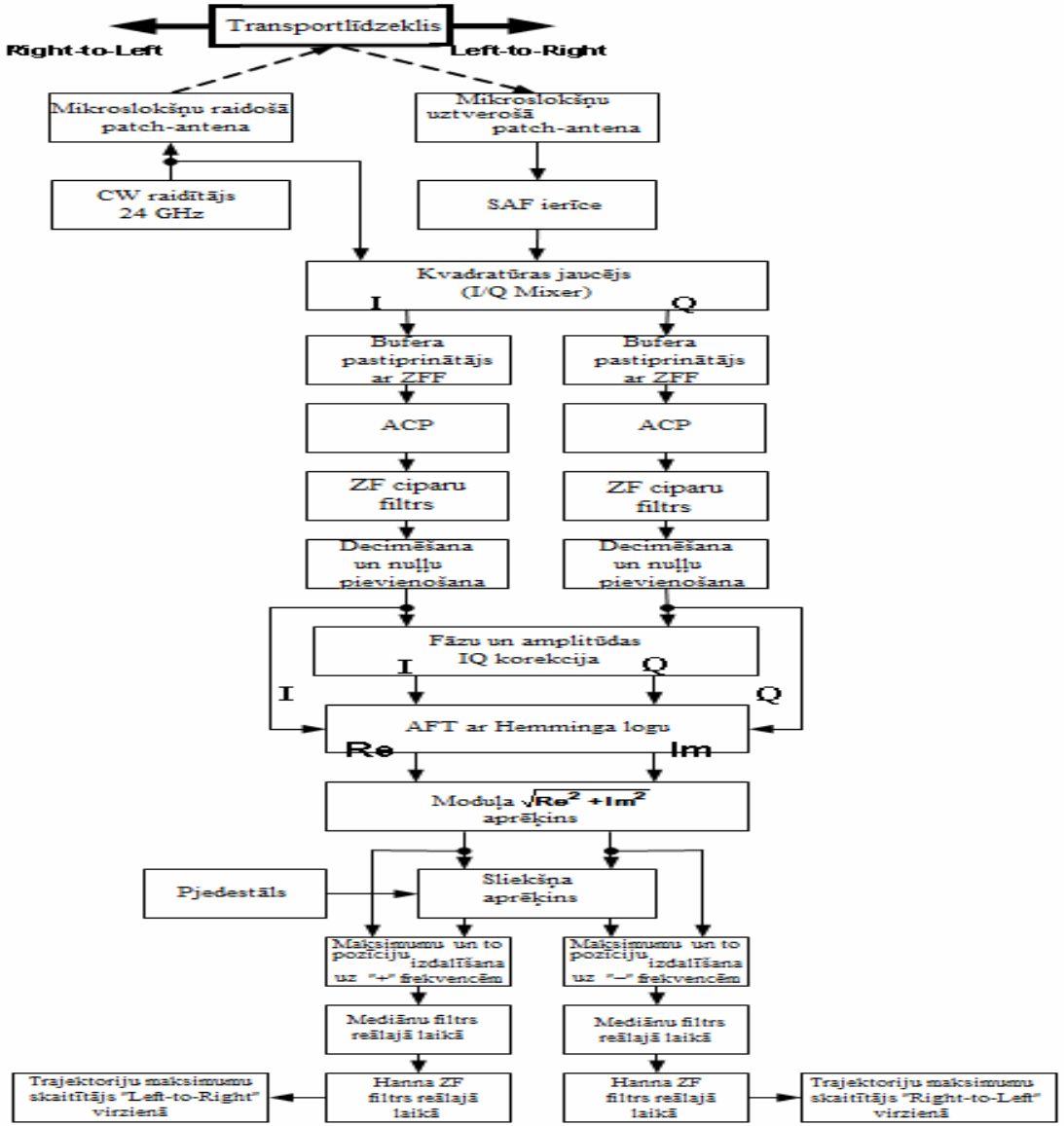
Piemēram, pie diskretizācijas frekvences 40…50kHz tāds ZF filtrs nav sarežģīts realizācijā (visbiežāk – tie ir aktīvi RC filtri uz operacionālajiem pastiprinātājiem). Ja mūs interesē automobiļu skaita mērījums pēc kustības virzienu signālu apliecējām, tad sadalīt uztverto signālu uz virzienu signāliem var pēc IQ jaucēja ar AFT palīdzību, izmantojot, piemēram, jaucēja I izeju pēc pirmā ACP par ieejas AFT kompleksā signāla reālo daļu, bet Q izeju pēc otrā ACP par šī paša signāla imagināro daļu. Pēc tam ar apgriezto AFT palīdzību atsevišķi kompleksā signāla spektra pozitīvas un negatīvas frekvences uz katra definēšanas intervāla formējas viena un pretēja tam virziena kompleksie analītiskie signāli. Katram no šiem signāliem ir aprēķināma Gilberta apliecēja un tālāk, aprēķinot maksimumus, var noteikt automašīnu skaitu par to vai citu laika sprīdi.

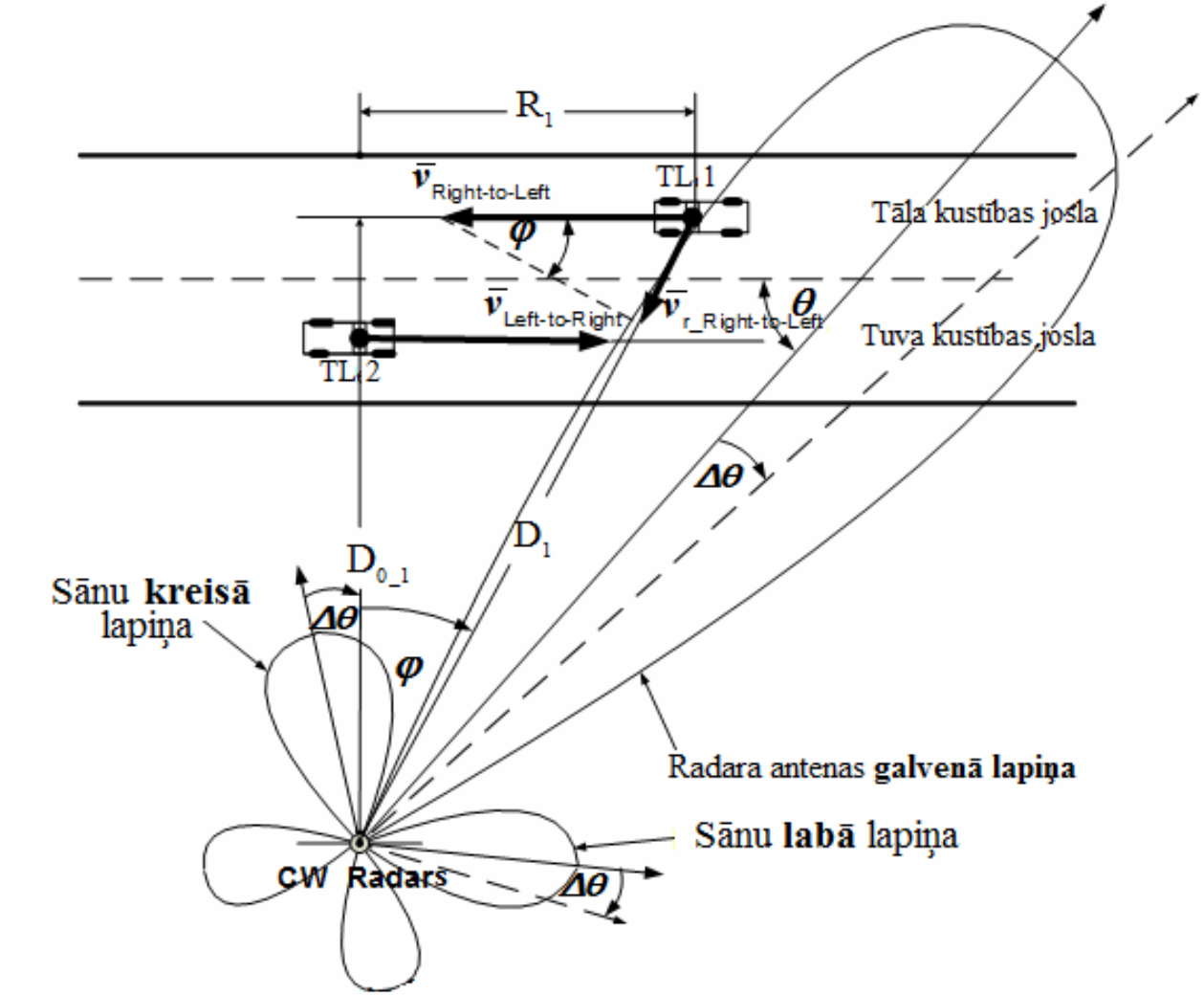
Šī metode tika realizēta un pārbaudīta. Tomēr tai piemīt vairāki trūkumi. Pirmais un galvenais no tiem ir apliecējas maksimumu amplitūdu būtiska izkliede, kurus formē atstarojumi no transportlīdzekļiem, kuri atrodas dažādā attālumā, pie trokšņu un Doplera traucējumu klātbūtnes. Ir iespējama pseidoreģistrācija, ja reģistratora sliekšņa līmenu pieņem tuvu trokšņa līmenim, vai mērķu izlaišana, kuri atrodas lielā attālumā, ja pielieto augstu sliekšņa līmeni. Bez tam, ir arī otrs trūkums, kurš ir saistīts ar disbalansa kļūdām IQ jaucējā.

Disbalansa dēļ no viena virziena liela līmeņa mērķiem, bez sava virziena maksimumiem apliecējā, tajā pašā vietā rodas manāmi pēc līmeņa pretvirziena maksimumi apliecējā, kuri noved pie šī virziena transportlīdzekļa pseidoreģistrācijas. Dotās mērķu reģistrācijas metodes pārbaude reālos apstākļos parādīja tās zemo efektivitāti. Īpaši efektīva reģistrācijai ir otrā metode, kuras pamatā ir kustīgu mērķu - transportlīdzekļu ātruma trajektoriju izmantošana, kas iegūtas ar CW radara palīdzību.

Trajektoriju metodes būtība ir sekojoša. 2.1.attēlā ir paradīta CW radara struktūrshēma ar ātruma trajektoriju pašreizējā skaita, maksimumu lieluma (pulsācijas frekvences, t.i. ātruma) novērtējumu uzreiz divos kustības virzienos. Attiecīgi ceļa klātnei atrodas no sāniem 1.6m augstumā (uz trijkāja), 3.6 m (uz slietnēm un trijkāja) un uz 6.5 m (uz tilta virs ceļam) tā, lai VD vizēšanas leņķis būtu vienāds apmēram , kā parādīts 2.2.attēlā.

VPP IMIS projekta daļa "Rīku izstrāde transporta līdzekļu pozicionēšanas precizitātes paaugstināšanai un transporta plūsmu vadības efektivitātes uzlabošanai" 2011.gada rezultāti




R1
v Right-to-Left
TL 1
Tāla kustības josla
φ
v Left-to-Right
v r_Right-to-Left
θ
Tuva kustības josla
TL 2
Δθ
D1
D0_1
Sānu kreisā lapiņa
Δθ
φ
Radara antenas galvenā lapiņa
Sānu labā lapiņa
CW Radars
Δθ

Nepārtraukts raidītāja signāls tiek izstarots ar mazgabarīta mikroslokšņu antenu, atstarojas no kustīgiem transportlīdzekļiem (atstarojumi no nekustīgiem un mazkustīgiem objektiem tiek apslāpēti pie apstrādes), kurš atrodas starā, un tiek uztverts precīzi ar tādu pašu uztvērēja antenu, pastiprinās SAF ierīcē ar mazu trokšņa koeficientu un tiek padots uz IQ jaucēja ieeju. Pēc pastiprināšanas un sākotnējās ZF filtrācijas (kropļojumu novērses) kvadratūras pulsācijas signāls no I un Q jaucēja izejām padodas uz ACP ieejām un pārveidojās ciparu formā.

Tad pēc decimēšanas un nuļļu pievienošanas (precīzākai maksimumu fiksācijai frekvences apgabalā) signāls tiek padots uz AFT ieeju tieši (bez amplitūdu un fāzes korekcijas) vai caur automātiskās amplitūdu un fāzes korekcijas shēmu. Pēc AFT tiek aprēķināts amplitūdu-frekvenču spektrs (AFS) atsevišķi pozitīvām („+”) un negatīvām („-”) Doplera frekvencēm. Uz AFS bāzes ar pulsācijas signāla frekvenču apgabala darba daļas robežu vidējošanu tiek aprēķināts „peldošais” slieksnis un pie tā pievieno regulēšanas laikā uzstādāmo optimālo pēc lieluma pastāvīgo komponenti (pjedestālu).

Tālāk pozitīvām un negatīvām AFS frekvencēm tiek izpildītas vienādas operācijas - divu lielāko pēc nozīmes maksimumu (1. un 2. maksimums) un to pozīciju izdalīšana, atsevišķi 1. un 2. maksimuma pozīciju trajektoriju mediānu filtrācija un šo trajektoriju lineāra ZF filtrācija to nogludināšanai. Mediānu un lineārā filtrācija tiek izpildīta reālajā laikā, kad ienāk dati. Divi lielākie maksimumi tiek izdalīti, lai izmantotu tos abus, atrodot dažus mērķus starā vienlaikus. Izmantojot kopā abu maksimumu ātruma trajektorijas kopīgi, dažkārt var atšķirt tādus mērķus.

Lai nodrošinātu realitāti visas apstrādes procedūras laikā, ieeju datu definēšanas intervāli AFT formējas ar pusaizsegšanu. Tas nozīmē, ka kamēr viens no intervāliem tiek apstrādāts, cits aizpildās ar datiem, un tad otrādi. Maksimumu izdalīšana AFS tiek izpildīta ar nolašu, kuras pārsniedz slieksni, slīdošo trijnieku (triāžu) metodi. Lai nebūtu kļūdu izdalīšanā, tā kā mērķi nav punktveida, tāda procedūra atkārtojas divreiz. Lai izslēgtu izlaidumus pie skaitļu ierobežotas kārtu skaita, slīdošo triādi var papildināt ar vēl vienu nolasi uz priekšu iepriekšējo divu nolašu savstarpējās vienādības pārbaudei.

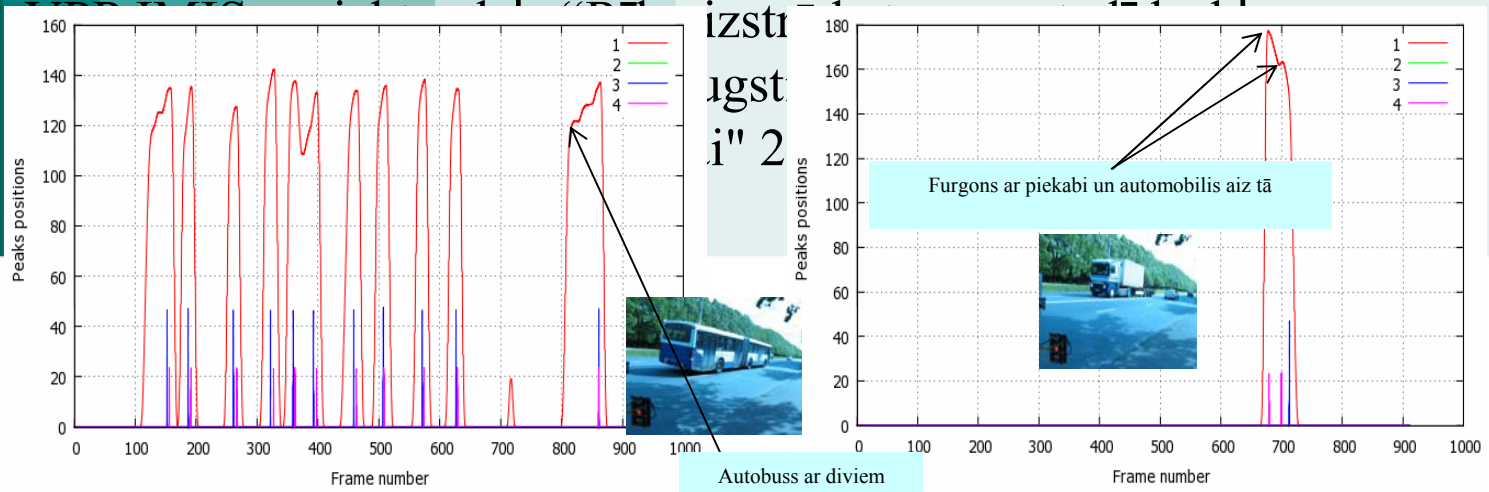
Kustīga transportlīdzekļa reģistrācija ar skaitītāju notiek ātruma trajektorijas tekošās maksimālās vērtības fiksācija. Ātruma trajektorijas maksimums pienākas uz kārtējā mērķa izejas no radara antenas VD galvenās daivas (stara) pie kustības no kreisās uz labo pusi vai pie iebraukšanas starā pie kustības no labās uz kreiso pusi (skat.2.2.attēlā). Lielākā maksimuma pozīcijas vērtība AFS maksimālai ātruma trajektorijai pie tam atbilst radiālam ātrumam, kurš ir īpaši tuvs ceļa ātrumam, kad transportlīdzeklis krusto staru no labās uz kreiso pusi (Right-to-Left) vai, pretēji, no kreisās uz labo pusi (Left-to-Right).

Radara antenas VD sānu daivas mērījuma procesā var radīt traucējumus. VD kreisā sānu daiva gadījumā, ja automobiļi brauc tuvu radaram, var radīt traucējumu ātruma trajektorijas kustības pretvirzienā, bet labā sānu daiva - tā paša kustības virzienā. Ar tādiem traucējumiem var pietiekami efektīvi cīnīties, ja pagrieztu radaru tā, lai kreisā sānu daiva nokļūtu nulles radiālo ātrumu apgabalā, bet labo pagriezt sānis no ceļa, lai tā ietekme samazinātos. Tad, ar kreiso sānu daivu radītas ātruma trajektorijas var būt atdalītas kā mazkustīgu mērķu trajektorijas, bet signāli, kuri ir uztverti ar labo sānu daivu, pie tāda pagrieziena var nokļūt zemāk par sliekšņu līmeni.

Atzīmēsim, ka apskatītajai kustīgu mērķu indikācijas metodei ar CW radaru pēc ātruma trajektoriju maksimumiem ir divas būtiskas priekšrocības salīdzinājumā ar to fiksācijas metodi pēc virzienu signālu apliecēju maksimumiem. Pirmā ir tā, ka maksimālajiem trajektorijas ātrumiem reģistrācijas vietu vairākumam, bet šīs vietas var noteikt iepriekš, ir šaurāks dinamiskais diapazons, nekā maksimumu amplitūdas apliecējās. Piemēram, vairākums transportlīdzekļu ceļa posmos starp luksoforiem pilsētā vai uz šosejas aiz pilsētas ir ierobežoti ātrumā no augšas un no apakšas.

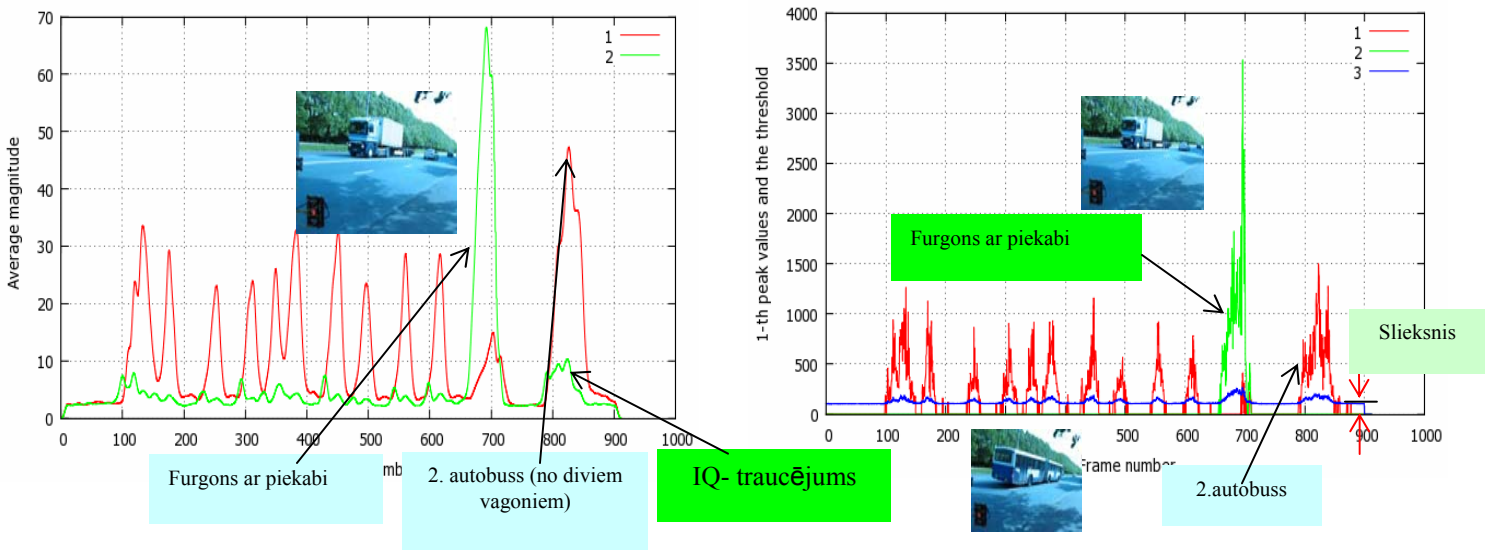
Ātrums ir saistīts ar Doplera frekvences maksimuma pozīciju uz definēšanas intervāla, nevis ar tā vērtību, un maksimuma vērtības izmaiņas maz iespaido kustīga objekta reģistrācijas faktu. Otrā priekšrocība ir tāda, ka mērķa radiālā ātruma maksimumu vērtības ir tuvas ceļa ātrumam, vismaz, tās ir viegli pārrēķināt kustīga objekta ceļa ātrumā, t.i., fiksācijas fakts un objekta ātrums ir apvienoti kā viens notikums, kurš neprasa atsevišķas apstrādes procedūras reģistrācijā. Virzienu signālu apliecēju reģistrācijas gadījumā pēc maksimumu amplitūdām ātrumu jāaprēķina ar atsevišķas procedūras palīdzību.

CW radara signāla apstrādes piemērs, izmantojot transportlīdzekļu reģistrācijas metodi ar ātruma trajektoriju palīdzību, ir paradīts 2.3.attēlā. Radars tika uzstādīts uz statīva 1.6 m augstumā pie attāluma līdz ceļa klātnes vidum ~12 m, radara stara vizēšanas leņķis horizontālajā plaknē 45º, un iestādīts uz punktēto līniju, kura sadala trešo un ceturto kustības joslu. 2.3, a. un 2.3, b.attēlā ir paradītas transportlīdzekļu radiālā ātruma (ātruma trajektorijas) atkarības kā laika funkcija diviem kustības virzieniem - no kreisās uz labo pusi un no labās uz kreiso pusi, kuras ir iegūtas vienā 30-sekunžu ierakstā Nr.64, viena no pulsācijas signāla no I un Q kvadratūrās jaucēja izejām eksperimenta scenārija (r15_0064_dcmx4 fails.wav) apstrādes rezultātā.



a) Ātruma trajektorijas „Left-to-Right” virzienā

b) Ātruma trajektorijas „Right-to-Left” virzienā



c) Apvienots grafiks:

- virziena „Left-to-Right” frekvencēm
- virziena „Right-to-Left” frekvencēm

d) Apvienots grafiks:

- 1-ais Doplera maksimums „Left-to-Right”
- 1-ais Doplera maksimums „Right-to-Left”
- peldošais slieksnis + pjedestāls

Rīku izstrāde transporta līdzekļu pozicionēšanas precizitātes paaugstināšanai.

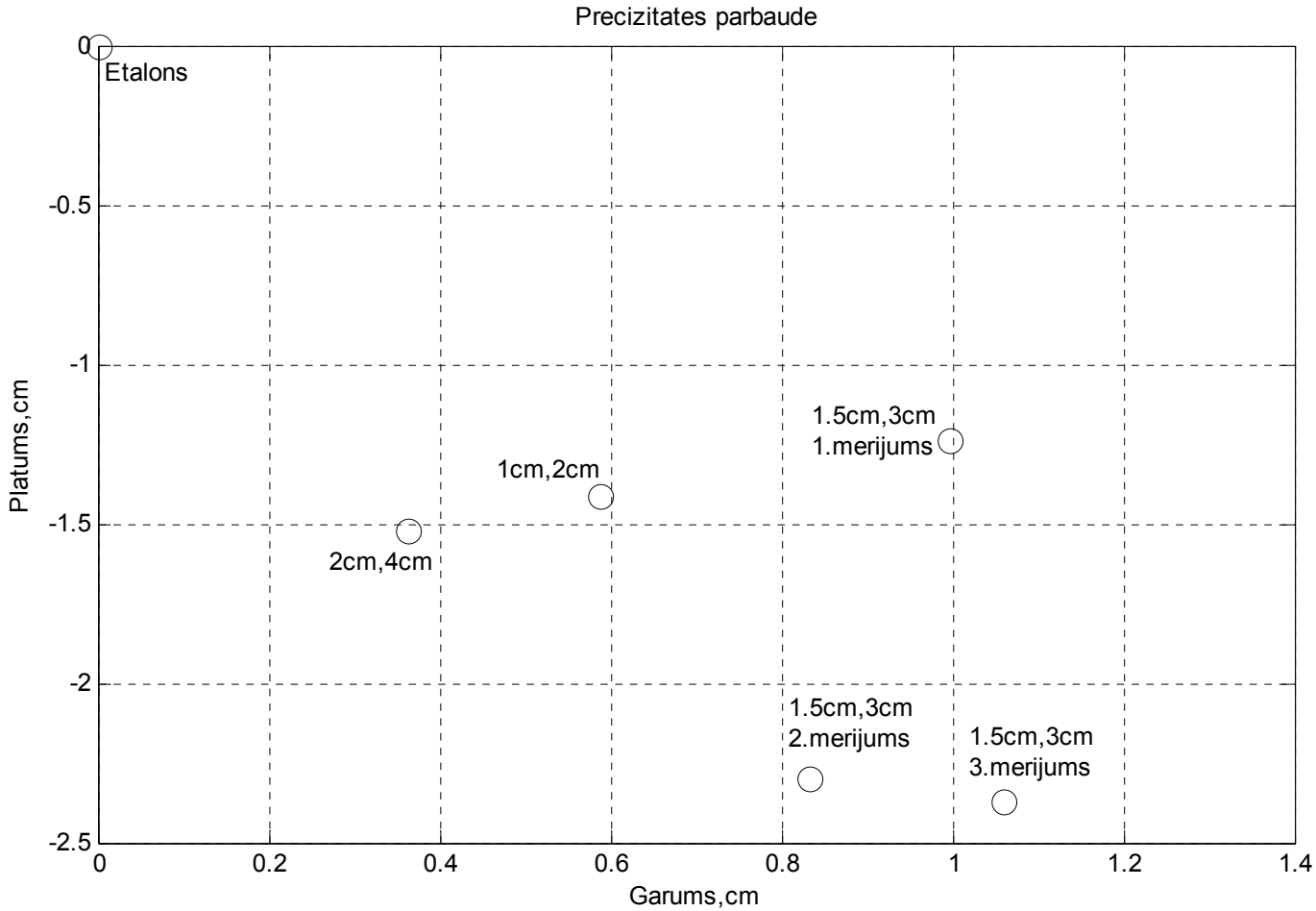
Pētījumi notika trīs virzienos:

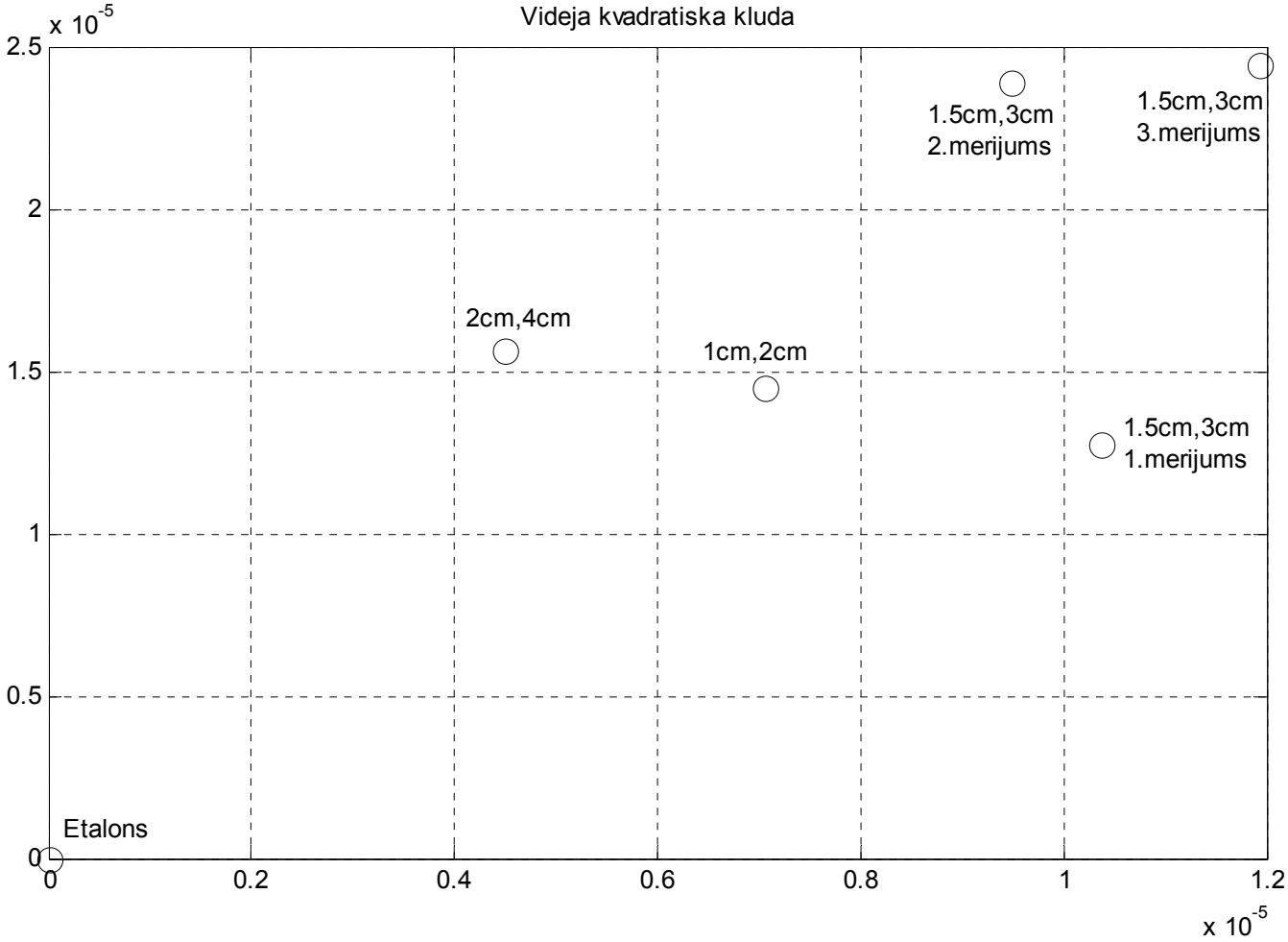
- GPS satelītu sistēmas ar fāzu mērījumiem precizitāti noteikšana reāllaika korekcijas režīmā;
- MEMS inerciālo sensoru gadījuma kļūdu mērījumu raksturojuma noteikšana ar Allana variācijas metodi;
- slīdošā loga un adaptīvā Kalmana filtra metodes salīdzinājumi dinamisko koordinātu datu filtrācijai.

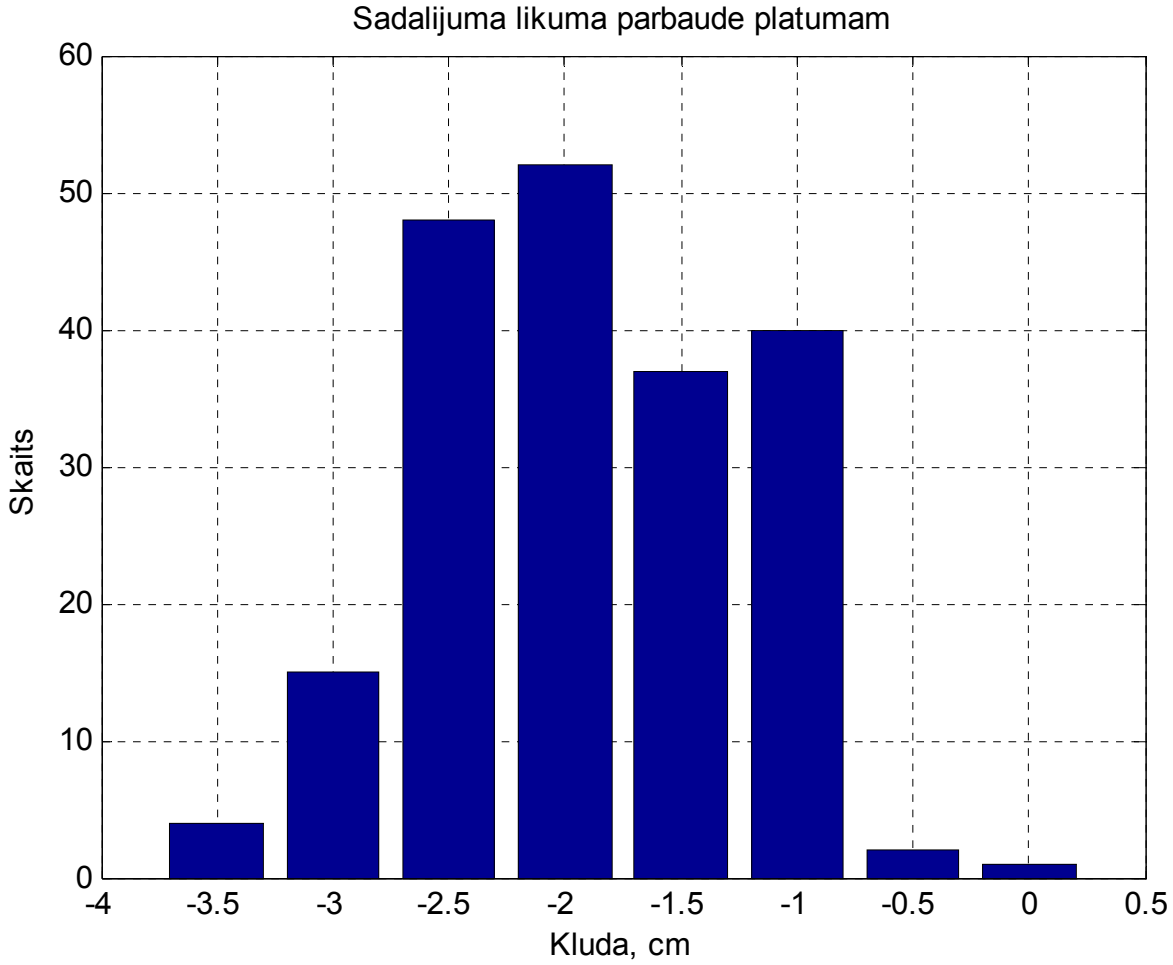
GPS satelītu sistēmas ar fāzu mērījumiem precizitāti noteikšana reāllaika korekcijas režīmā.

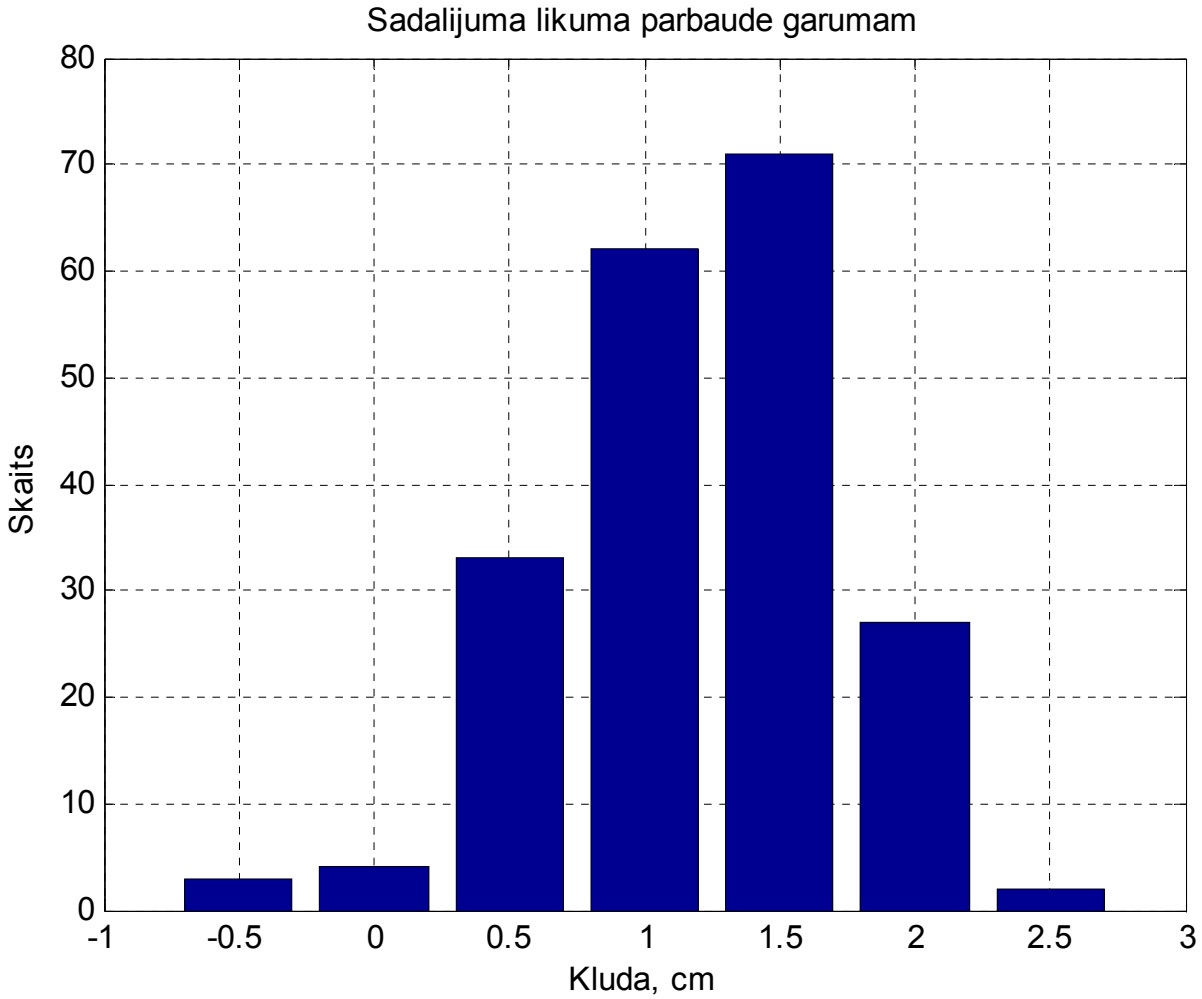
Rezultāti. Statiskā režīmā pat ar vienkanāla aparatūru precizitāte ir ļoti augsta (kļūda nepārsniedz dažus centimetrus). Korekcijai tika izmantots EUPOS tīkls. Mērījumi tika veikti ar Topkon firmas aparatūru, kura tika papildināta ar programmatūru, kas nodrošina RTK režīmu. Gatavojamies veikt pētījumus dinamiskā režīmā.
Iegūtie rezultāti atainoti nākošos slaidos.

VPP IMIS projekta daļa “Rīku izstrāde transporta līdzekļu pozicionēšanas precizitātes paaugstināšanai un transporta plūsmu vadības efektivitātes uzlabošanai" 2011.gada rezultāti




Videja kvadratiska kluda
x 10^-5
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
x 10^-5
1.5cm,3cm
2.merijums
1.5cm,3cm
3.merijums
2cm,4cm
1cm,2cm
1.5cm,3cm
1.merijums
Etalons


Sadalijuma likuma parbaude platumam
Skaits
Kluda, cm
60
50
40
30
20
10
0
-4
-3.5
-3
-2.5
-2
-1.5
-1
-0.5
0
0.5


Sadalijuma likuma parbaude garumam
Skaits
Kluda, cm
0
10
20
30
40
50
60
70
80
-1
-0.5
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3

MEMS inerciālo sensoru gadījuma kļūdu raksturojumu pētīšana

Allana variācijas (AV) ir efektīva metode dažādu stohastisko procesu identifikācijai un to parametru raksturojumam. AV līknes tiek izmantotas trokšņu veidu un to lielumu noteikšanai. Pēc eksperimentāliem rezultātiem ir redzams, ka MEMS akselerometriem piemīt gadījuma dreifa ātruma un gadījuma dreifa paātrinājuma trokšņi. MEMS žiroskopiem piemīt gadījuma dreifa, leņķiskā ātruma gadījuma dreifa trokšņi, kā arī flikertroksnis. Iegūtos rezultātus var izmantot INS/GPS sistēmas kļūdu modeļa izveidei MEMS sensoru datu apstrādes algoritmam.

Teorētiski, statiskajā režīmā *MotionNode IMU* divu akselerometru (X un Z) un trīs žiroskopu (X, Y, Z) izejas signāliem jābūt vienādiem ar nulli, bet akselerometra signālam Y jāatbilst brīvās krišanas paātrinājumam g (m/s2) . Tomēr praksē tā nav. Dažāda veida trokšņu un tehnoloģiju kļūdu dēļ *IS* izejā rodas ne-nulles trokšņu signāls. Tādējādi, sensori statiskajā režīmā ģenerē vienu no iespējamām gadījuma procesa iespējām.

Nulles nobīdes statisko daļu apraksta izmantojot gadījuma konstantes modeli.

Allana variāciju izmanto nulles nobīdes dinamiskās daļas trokšņu identifikācijai.

Allana variacijas (AV) metode ir aprakstīta detalizēti standartā IEEE STD 647-2006 [12]. AV katram videjošanas laikam ir noteikta ar šādu izteiksmi:

$$\sigma^2(\tau) = \frac{1}{2\cdot(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \left(\overline{s_{i+1}}(\tau) - \overline{s_i}(\tau)\right)^2, \qquad (7)$$

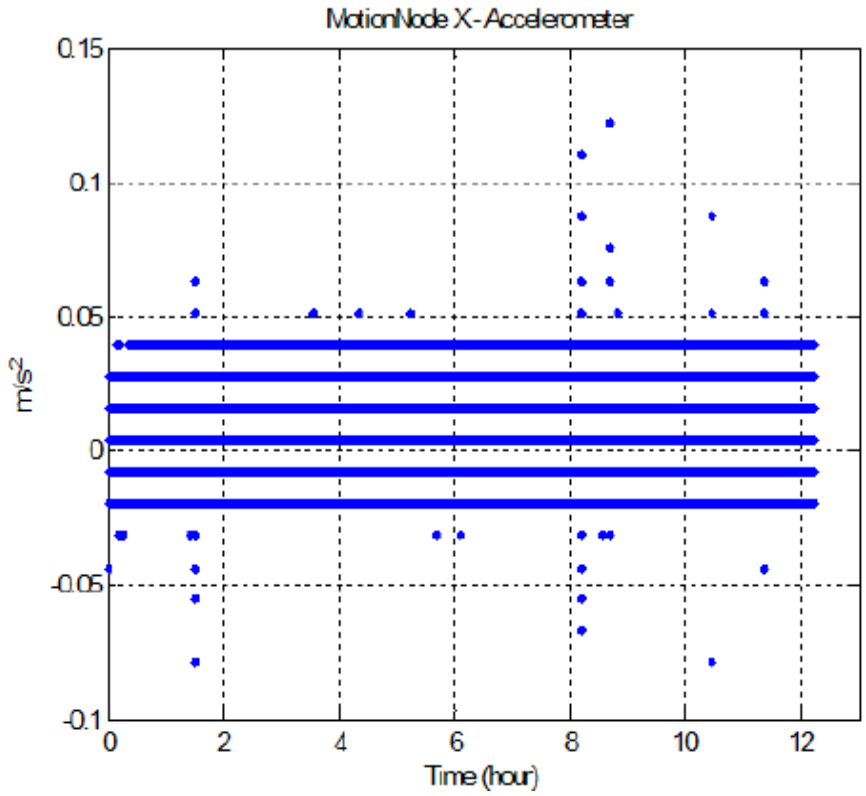
kur $\sigma(\tau)$ -Allana variācija , $\overline{s_i}(\tau)$ – i-signāla segmenta vidēja, N – segmentu skaits signālā, τ- vidējošanas laiks.

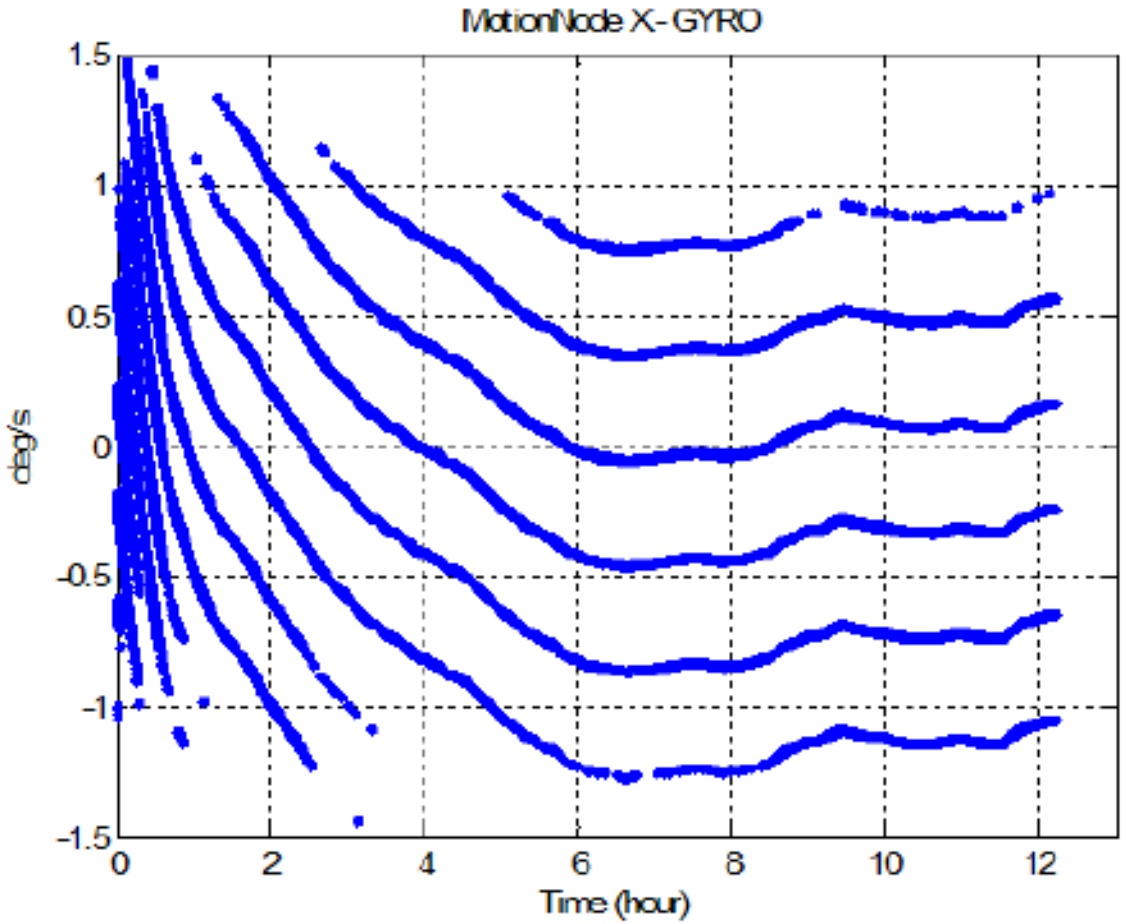
Ar segmenta skaita samazināšanās *Allana variācijas* (*AV*) aprēķina kļūda palielinās [12]. Tāpēc ar analizējamā signāla fiksēto garumu nelielām vidējošanas laika vērtībām (τ <10s) *AV* kļūda būs maza un, attiecīgi, lielām τ kļūda būs liela. Izmantojot aprēķinam AV segmentus ar pārsedzi (*overlapping*), ar nākamo rezultātu vidējošanu var palielināt AV rezultējošās līknes precizitāti [5]. Šī metode ir *AV* aprēķina modificētā versija.

Veicot konstruēto pēc eksperimentāliem datiem ar taišņu palīdzību *Allana funkciju* posmu aproksimāciju vidējā kvadrātiskajā nozīmē un nosakot taisnes leņķisko koeficientu (LK), var identificēt nulles nobīdes dinamiskās komponentes troksni. Lai aprēķinātu *AV* līknes, tika pierakstīti *Motion Node IMU* signāli ar 50 Hz frekvenci statiskajā režīmā 12 stundu laikā. Tātad analīzei tika izmantots datu masīvs, kas sastāv no viena *IS* 2160000 mērījumiem.

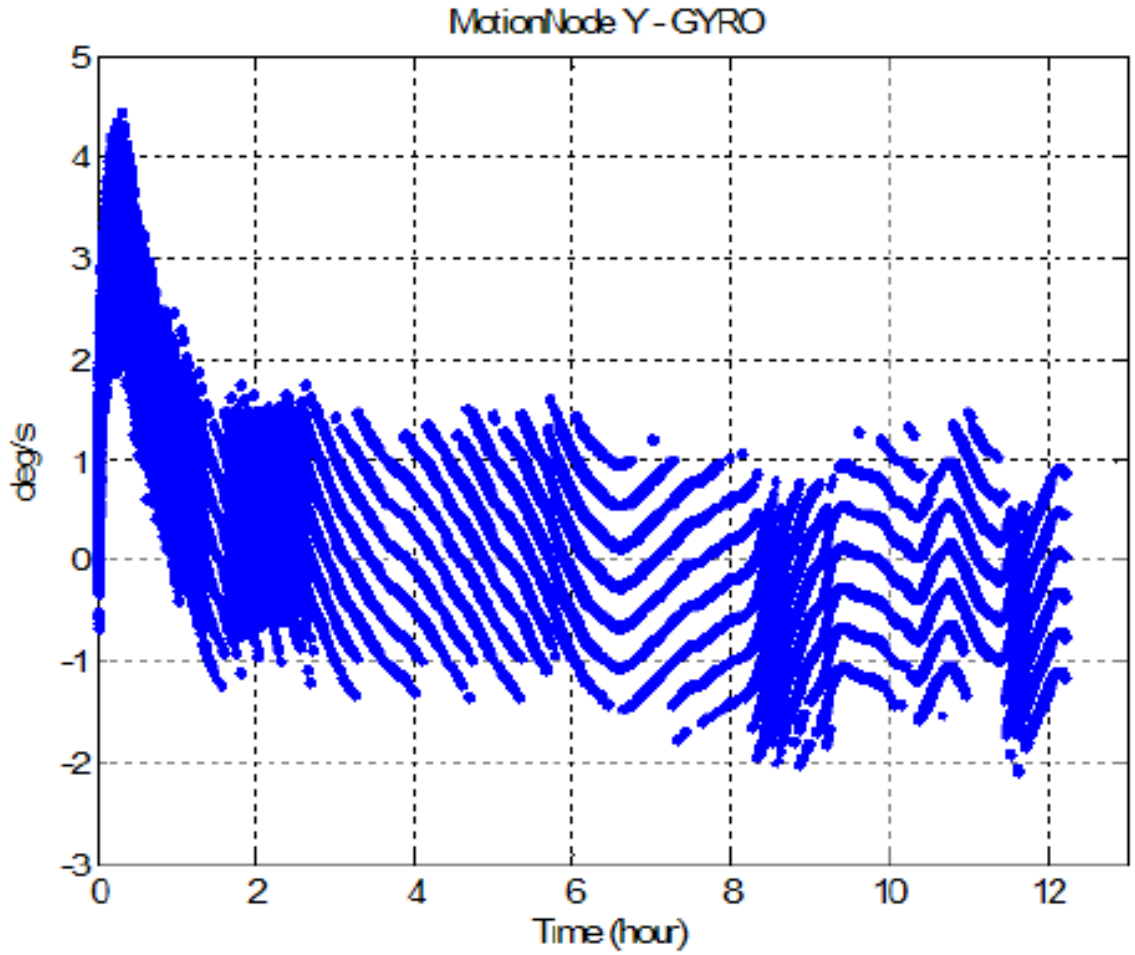
Mērījuma dati X — akselerometram ir parādīti 1. attēlā. Katram mērījumam atbilst viens punkts grafikā. Vairāki punkti savienojas līnijā mērījumu augsta blīvuma dēļ dotajā grafika mērogā. Katras līnijas platums, kas izteikts lineārā paātrinājuma vienībās, atbilst sensora izšķirtspējai. Šajā gadījumā izšķirtspēja ir vienāda ar 0.012 m/s^2.

Mērījuma dati X,Y žiroskopam ir parādīti 2.-3. attēlos.

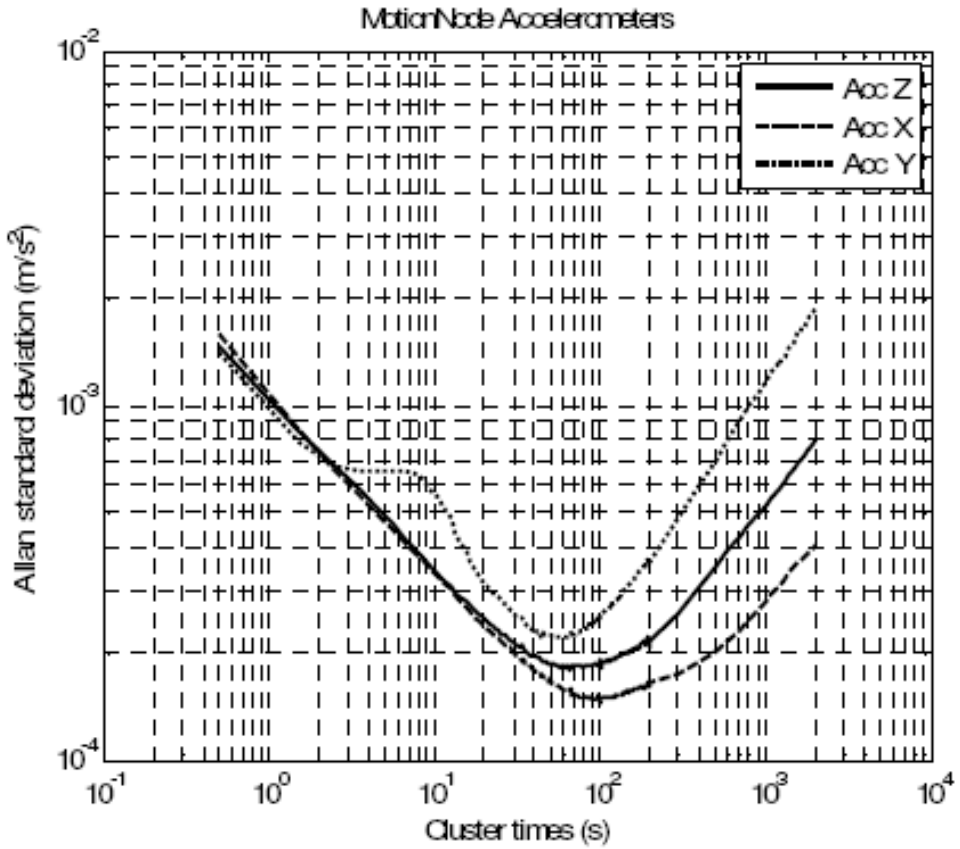




2. att. X - žiroskopa mērījumi statiskajā režīmā

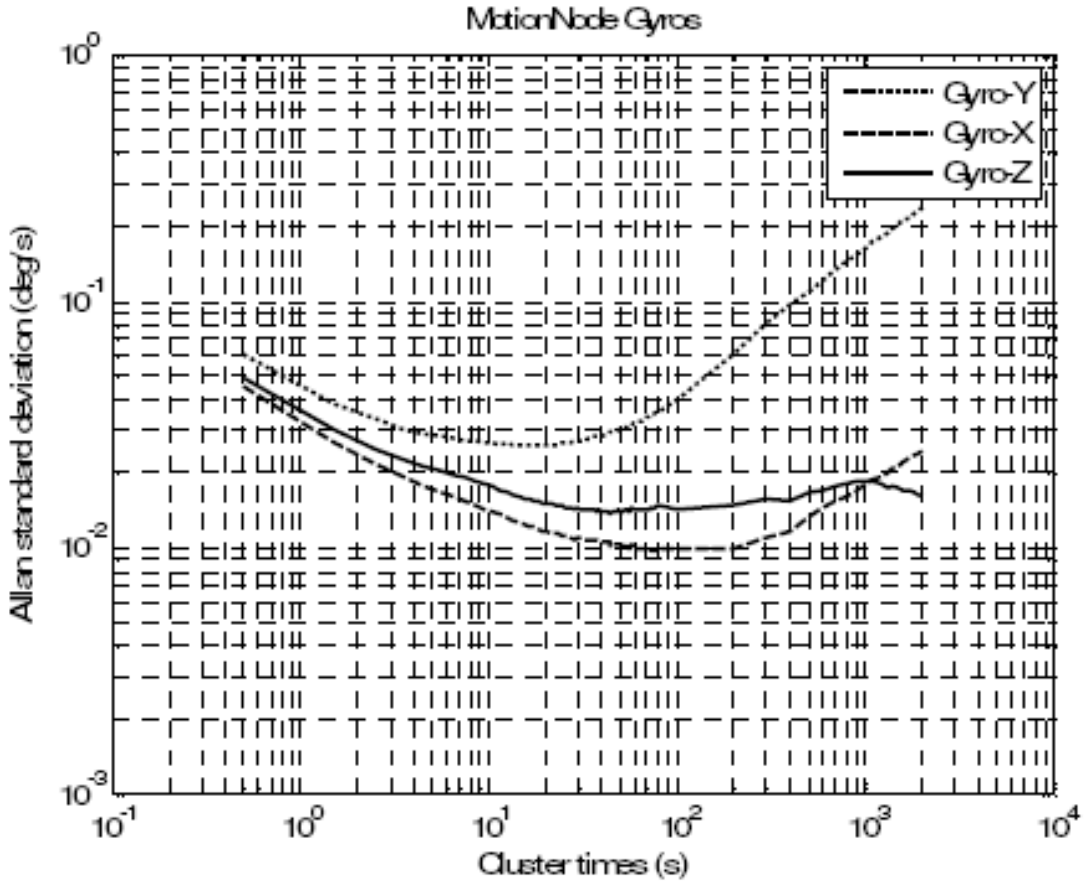

MotionNode Y - GYRO
deg/s
Time (hour)
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
0
2
4
6
8
10
12

Allana variācijas (*AV*) aprēķina rezultāti akselerometriem ir parādīti 4. attēlā.

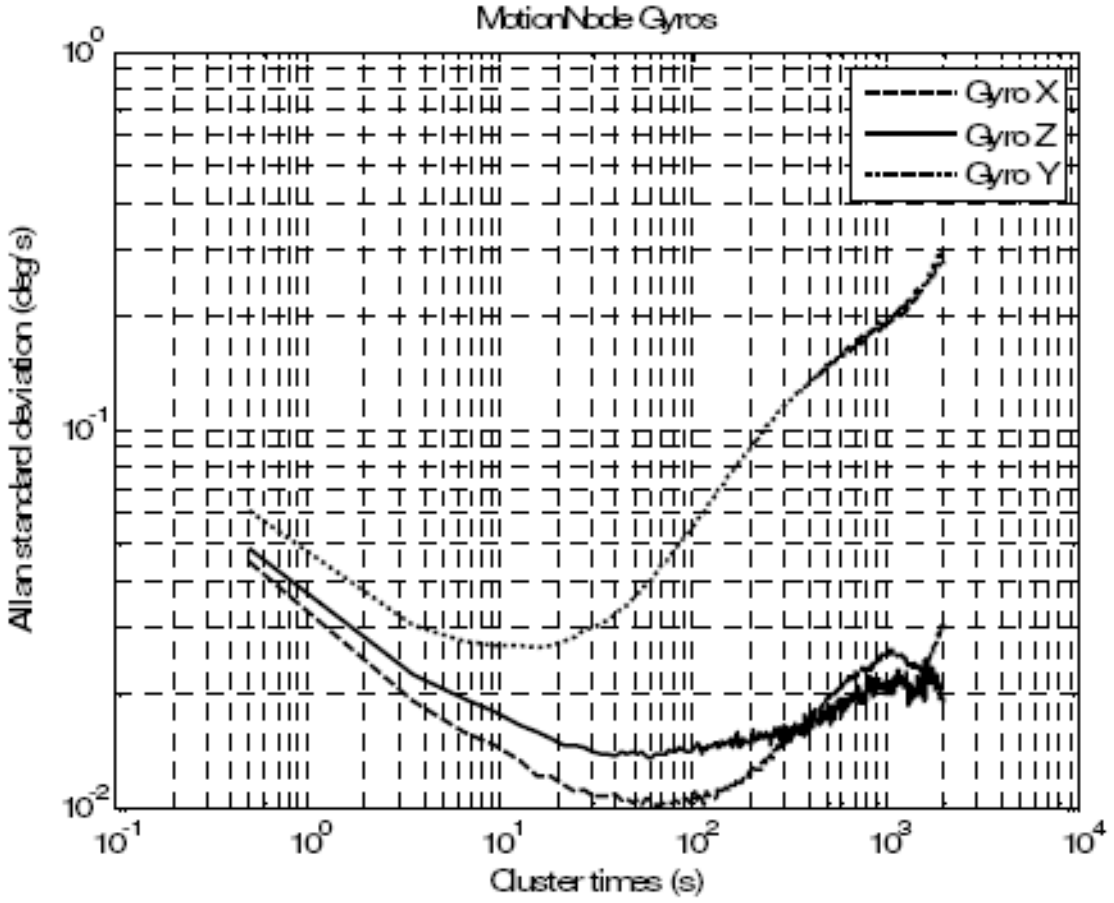


4. att. AV līknes MotionNode akselerometriem

5.- 6. attēlā ir parādītas žiroskopu trokšņu signālu *AV* līknes, kuras ir aprēķinātas ar standarta un modificētu metodi. Kā tas ir redzams 6. attēlā, *AV* funkcijai lielo vidējošanas laika vērtību apgabalā fluktuācijas dēļ piemīt liela vērtību nenoteiktība. Tajā pašā laikā *AV* līknei, kas aprēķināta pēc modificēta algoritma, piemīt liela precizitāte (*5. attēls*)



5. att. AV līknes MotionNode žiroskopiem



6. att. AV līknes MotionNode žiroskopiem

AV funkcijas analīzes rezultātā ir redzams, ka kļūdas avots akselerometra signālā ir gadījuma dreifa ātruma (*velocity random walk*) un gadījuma dreifa paātrinājuma (*acceleration random walk*) trokšņi. Y akselerometram piemīt arī korelēts troksnis (τ=3..8s). *IS* leņķiskajam ātrumam piemīt gadījuma dreifa (*angle random walk*), leņķiskā ātruma gadījuma dreifa trokšņi (*rate random walk*), kā arī flikertroksnis (kas atbilst nulles nobīdes nestabilitātes posmam uz *AV* funkcijas), kas ir vairāk izteikts salīdzinājumā ar *AV* līkni akselerometriem, kur flikertrokšņa praktiski nav. Ātruma gadījuma dreifs tiek raksturots ar parametra lielumu N_A (m/s/stunda$^{1/2}$). Paātrinājuma gadījuma dreifs tiek raksturots ar parametra lielumu K_A (m/s^2/stunda$^{1/2}$). Leņķa gadījuma dreifs tiek raksturots ar parametra lielumu N_G (grādi/stunda$^{1/2}$). Leņķiskā ātruma gadījuma dreifs tiek raksturots ar parametra lielumu K_G (grādi/stunda/stunda$^{1/2}$). Žiroskopa flikertroksnis tiek raksturots ar nulles nobīdes nestabilitātes parametru B_G (grādi/s). Augstāk identificēto *AV* trokšņu [5] parametri un noteikšanas precizitāte ir minēti 1. un 2. tabulās.

1. tabula.

Trokšņu parametri MotionNode akselerometriem

	N, m/s/ stunda$^{1/2}$	LK	ε,%	K, m/s^2/stunda$^{1/2}$	LK	ε,%	B, m/s^2	ε,%
X	0.06	-0.48	±2.4	$9.326 \cdot 10^{-4}$	0.50	±15	$2.233 \cdot 10^{-4}$	±3.4
Y	0.057	-0.49	±2.2	0.0051	0.65	±15	$3.602 \cdot 10^{-4}$	±2.1
Z	0.06	-0.46	±2.1	0.0021	0.57	±15	$2.8833 \cdot 10^{-4}$	±2.6

2. tabula.

Trokšņu parametri MotionNode žiroskopiem

	N, grādi/stunda$^{1/2}$	LK	ε,%	K, grādi/stunda/stunda$^{1/2}$	LK	ε,%	B, grādi/stunda	ε,%
X	1.94	-0.38	±1	275	0.51	±15	54	±5.6
Y	2.71	-0.36	±0.6	2969	0.63	±15	143	±1.7
Z	2.16	-0.40	±0.6	-	-		75	±7.9

SECINĀJUMI

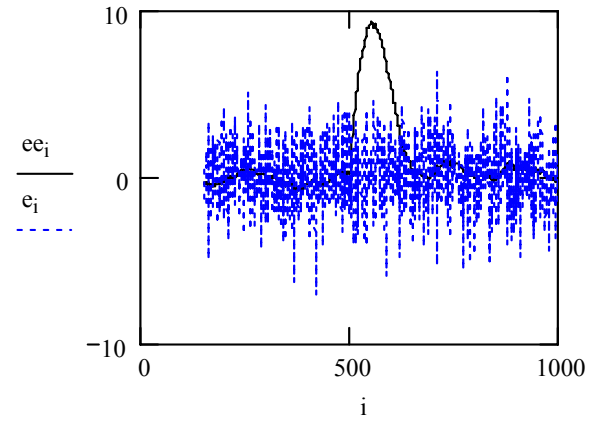
AV ir efektīva metode dažādu stohastisko procesu identifikācijai un to parametru raksturojumam. AV līknes tiek izmantotas trokšņu veidu un to lielumu noteikšanai. Pēc eksperementaliem rezultātiem ir redzams ka MEMS akselerometriem piemīt gadījuma dreifa ātruma un gadījuma dreifa paātrinājuma trokšņi. MEMS žiroskopiem piemīt gadījuma dreifa, leņķiskā ātruma gadījuma dreifa trokšņi, kā arī flikertroksnis. Iegūtus rezultātus var izmantot INS/GPS sistēmas kļūdu modeļa izveidei MEMS sensoru datu apstrādes algoritmam.

Slīdošā loga un adaptīvā Kalmana filtra metodes salīdzinājumi dinamisko koordinātu datu filtrācijai

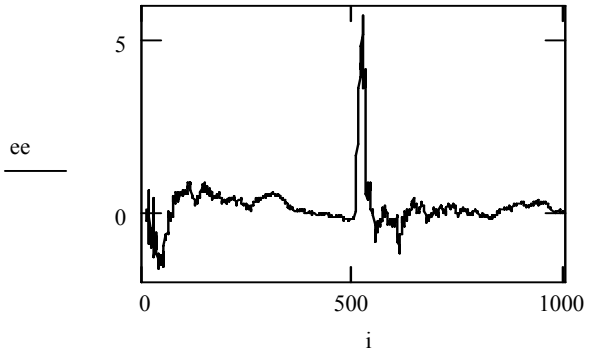
Abos gadījumos strauju kustības parametru izmaņas gadījumā rodas dinamiskā kļūda, kuras novēršanai jāpielieto adaptācijas algoritmi.

Pašreiz izpētīti vienkāršākie no tiem: loga garuma maiņa un filtra parametru koeficienta izmaiņa.

Daži rezultāti:

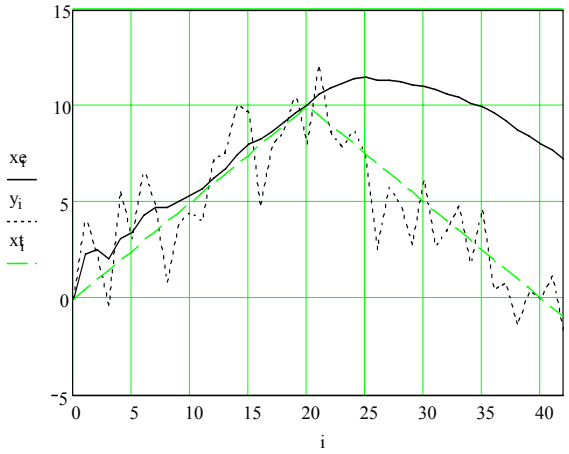


Estimation error *eei* and measuring error *ei* modeling results with constant length sliding window *w* = 200 and velocity change in point *i* = 500 from +0.2 to -0.2

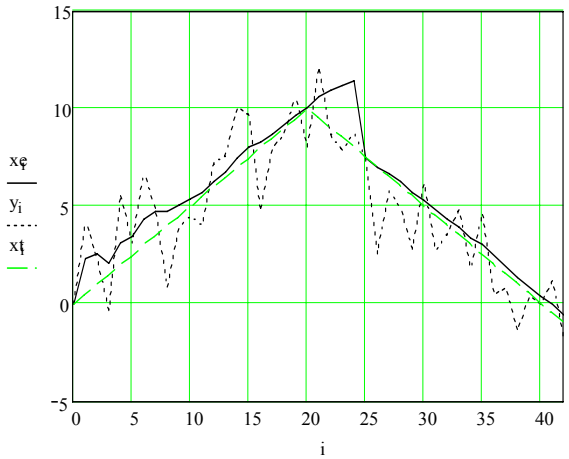


Estimation error for variable parameter trajectory determination *wmin* = 10, *wmax* = 500, *n1* = 2σe, *n2* = 3 σe and *n3* = 4 σe.

Daži rezultāti:



Trajectory estimation results with two measuring devices and Kalman filtering and velocity change in point i=20 from +0.5 to -0.5, Sx = SV =0



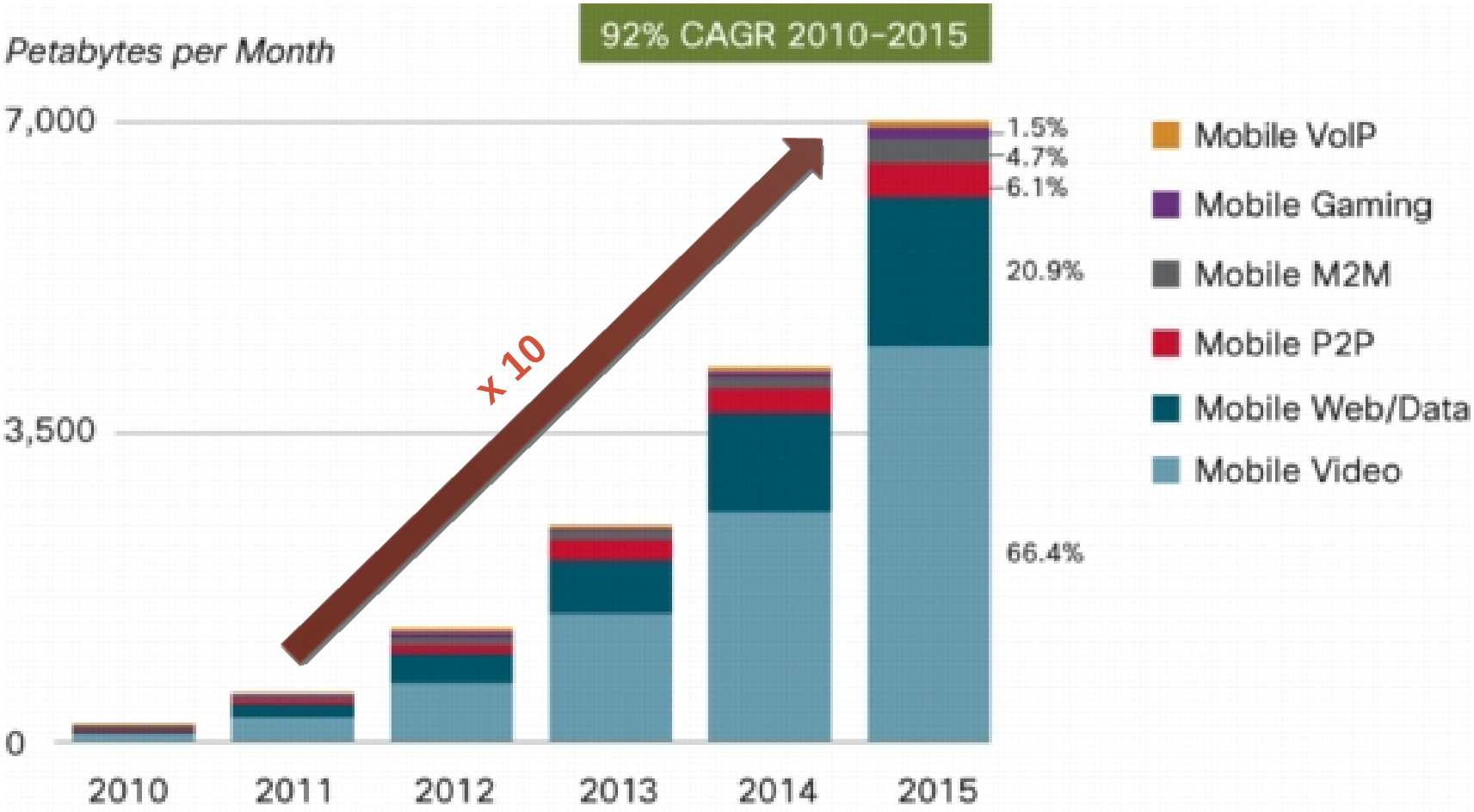
Trajectory estimation results with two measuring devices and adaptive Kalman filtering and velocity change in point i=20 from +0.5 to -0.5, Sx = SV =0, adaptation in point i=25, when estimation and measuring error difference is more than σe=2

Paldies par uzmanību

DATU PLŪSMU EFEKTĪVAS PĀRRAIDES RISINĀJUMU IZPĒTE MOBILOS BEZVADU AD-HOC TĪKLOS

Lauris Cikovskis
Ilmārs Slaidiņš
Sergejs Vdovins

M-pakalpojumu prognozes

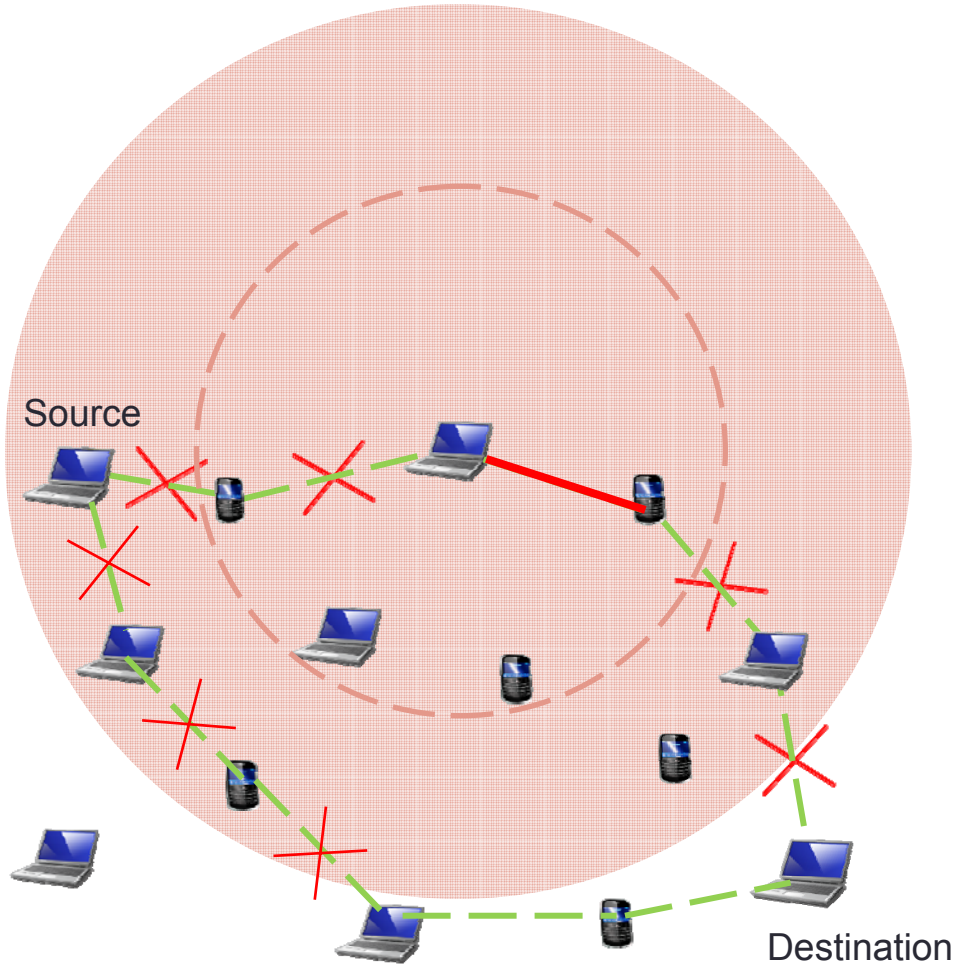


VoIP traffic forecasted to be 0.4% of all mobile data traffic in 2015.

Source: Cisco VNI Mobile, 2011

Intesīvas datu plūsmas m-pakalpojumos

- CSMA/CA novērš arī iespējami veiksmīgas pārraides (*exposed station* problēma)
- Daudzceļu maršrutēšana varētu palīdzēt mazināt traucējumus



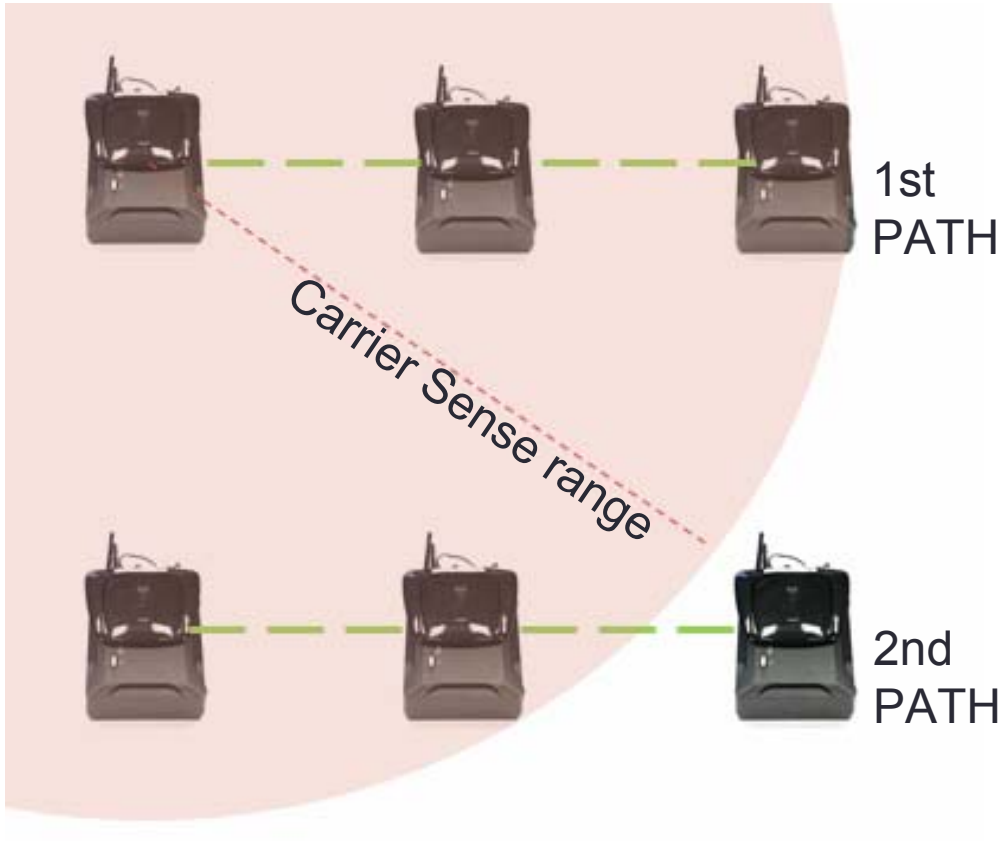
Eksperiments bezvadu ad-hoc tīklā (testbed)

- Seši 802.11 b/g/n mezgli ar autonomu barošanu
  - Hardware: Cisco Linksys WRT160NL, FSP Nano 360W
  - Software: Open-Wrt firmware, OLSR routing, Iperf

6 x



Eksperimenta gaita



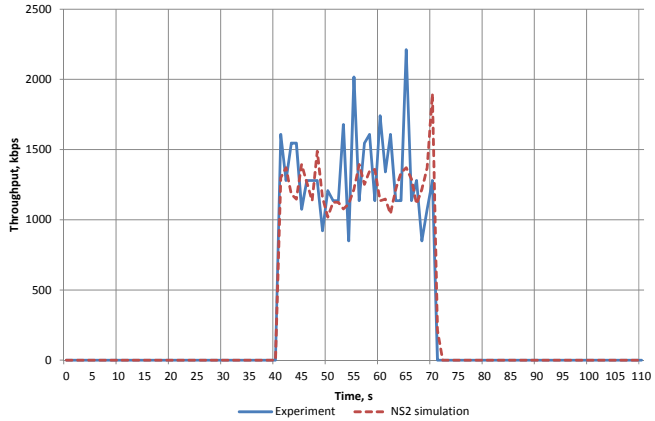
Setup parameters	
Simulation time	110s
First FTP session period	10s - 100s
Second FTP session period	40s - 70s
Distance between nodes	10m
Inter-path distance	14, 24m
Transmission range	15m
Carrier sense range	25m
Wireless standard	802.11b
RTS/CTS	Off
Maximum bitrate	11Mbits
TCP packet size	1500 bytes
Transimission power	1 W

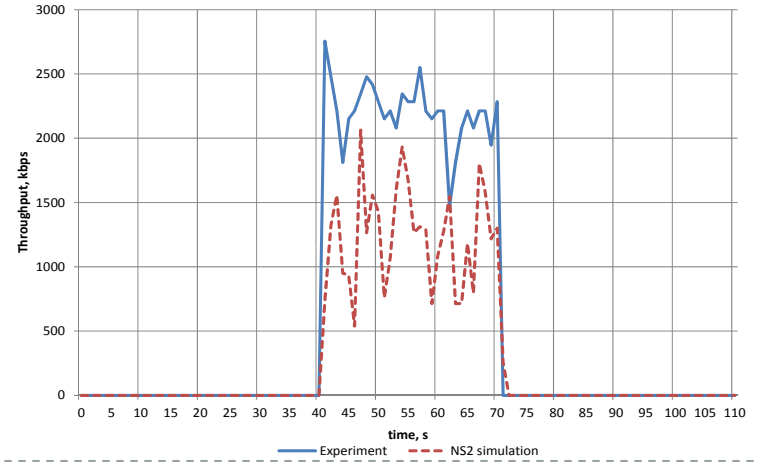
Modelēšanas un eksperimenta rezultāti

Lieli starpceļu traucējumi

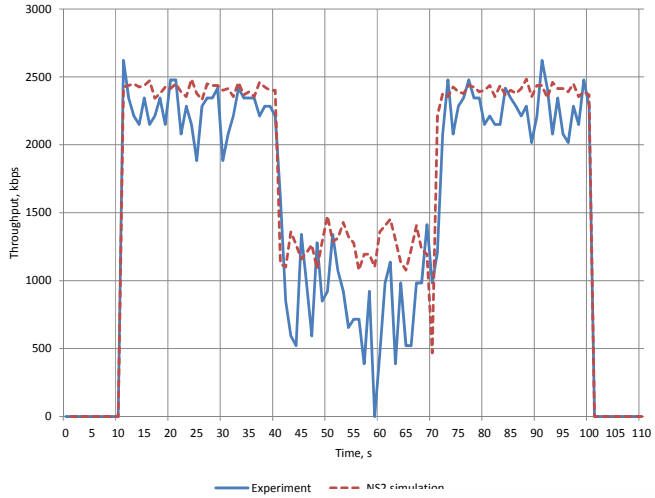
Mazi starpceļu traucējumi

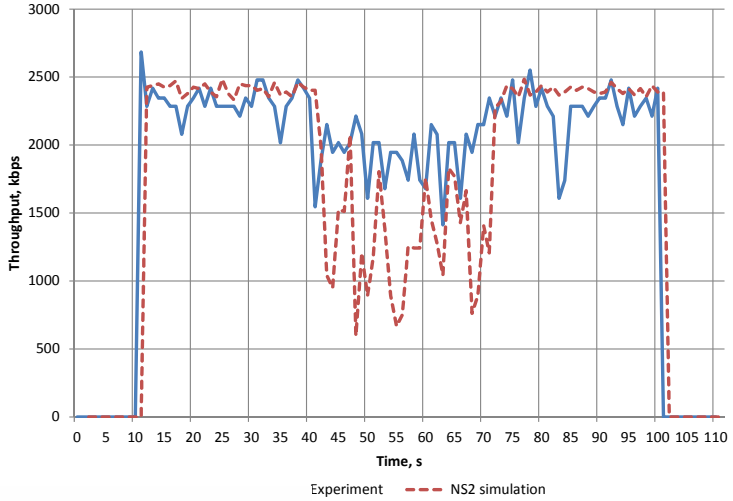
1. CEĻŠ





2. CEĻŠ



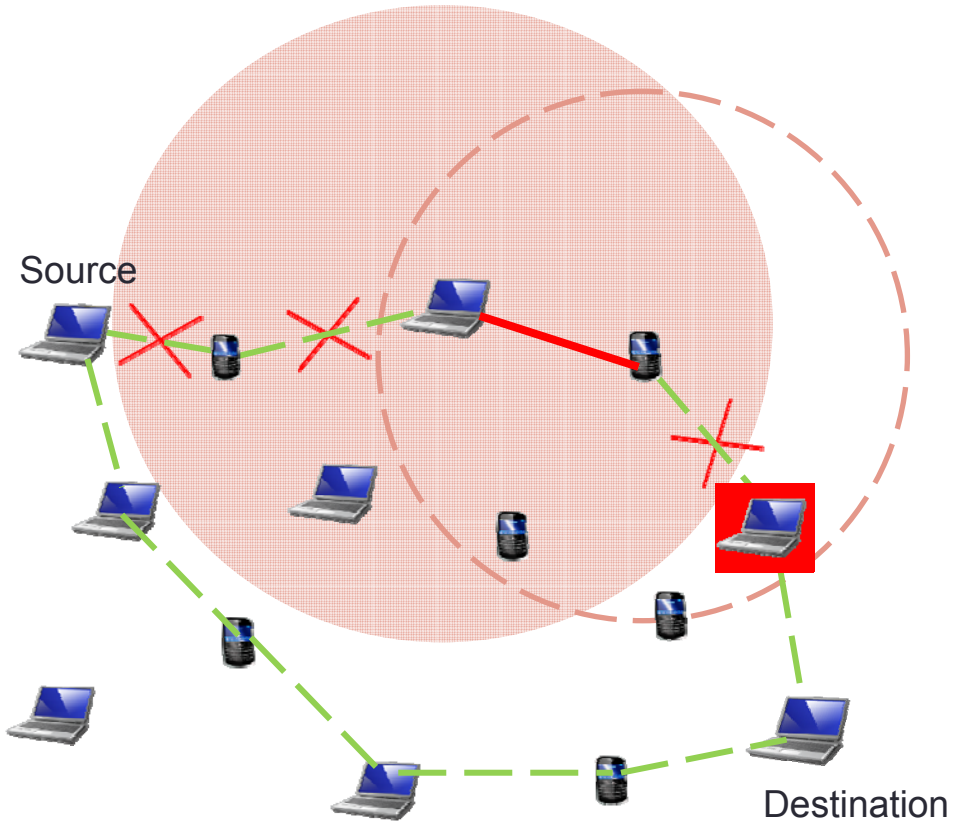


Experiment NS2 simulation

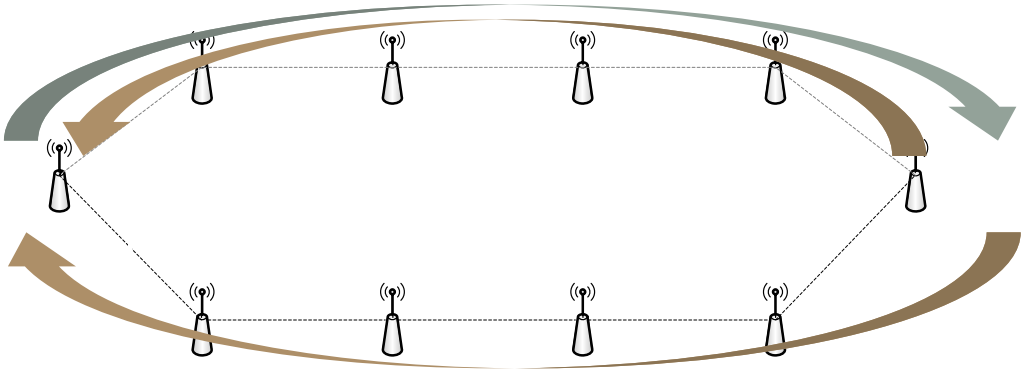
Adaptīva fiziskā nesēja jušana (1)

- *Pysical Carrier Sense* tiek pieskaņots pēc vairāku ceļu izveides

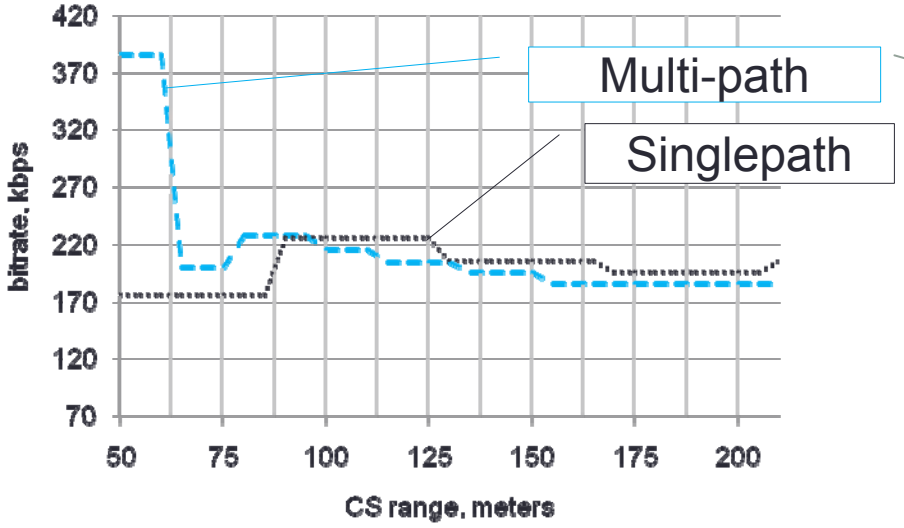
- Kompromiss starp ceļu savstarpējiem traucējumiem un slēptajām stacijām katrā atsevišķā ceļā



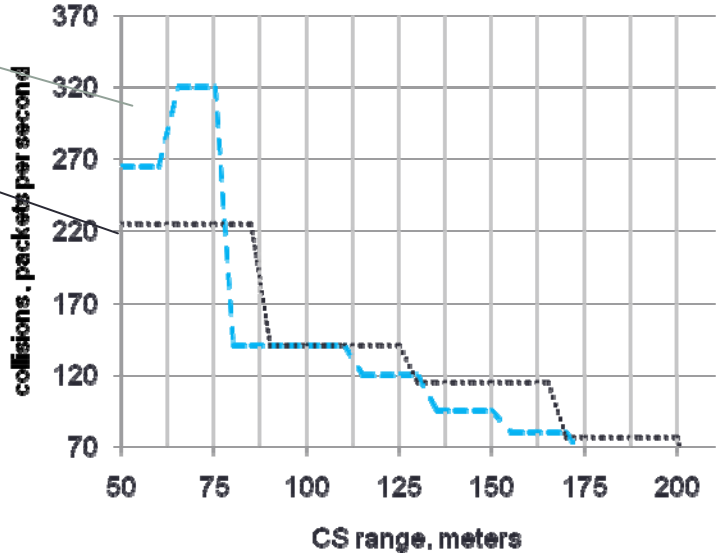
Adaptīva fiziskā nesēja jušana (2)



Achievable bitrate vs. carrier sense range

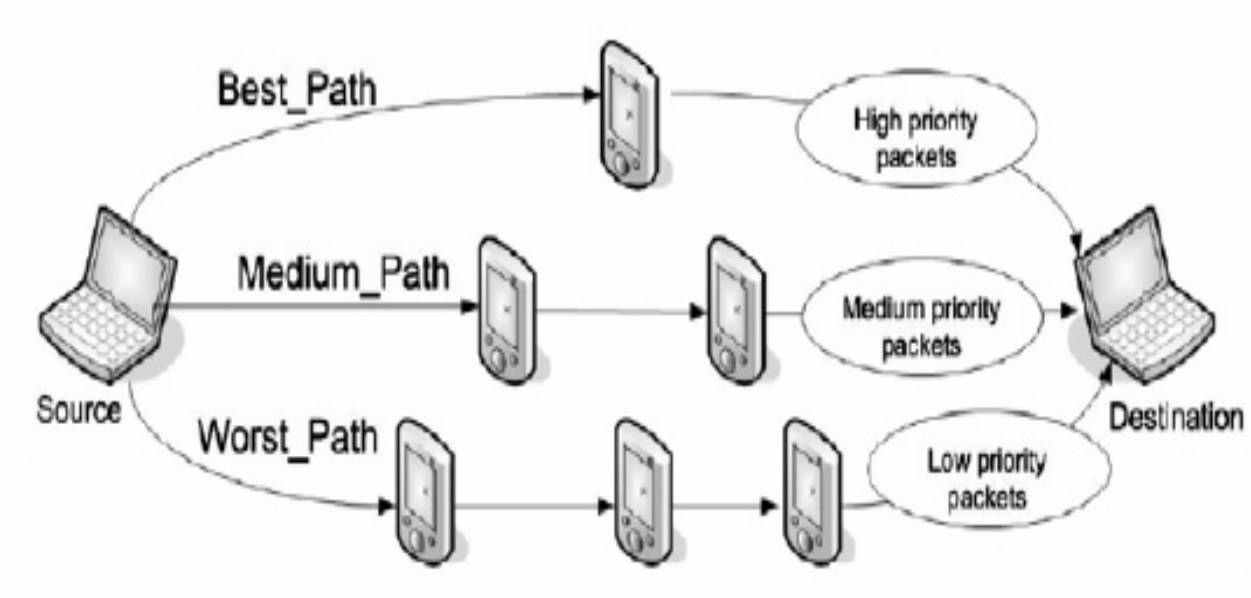


Collisions vs. carrier sense range



Video plūsmu sadalīšanas analīze

- Vairāku plūsmu kodēšanas metožu salīdzinājums
  - *Multiple Description Coding, Layer Coding, Scalable Video Coding, Network coding*
- Optimālā ceļu skaita izvēle



Video plūsmu sadalīšanas analīze (2)

- Pie lieliem kanāla zudumiem (>10%)
  - *Multiple Description Coding*
- Pie liela mezglu skaita (> 120)
  - *Multiple Description Coding* + *Multi-Path Opimized Link State Routing* (MP-OLSR)
  - 4 vienlaicīgi ceļi

Rezultātu apkopojums (1)

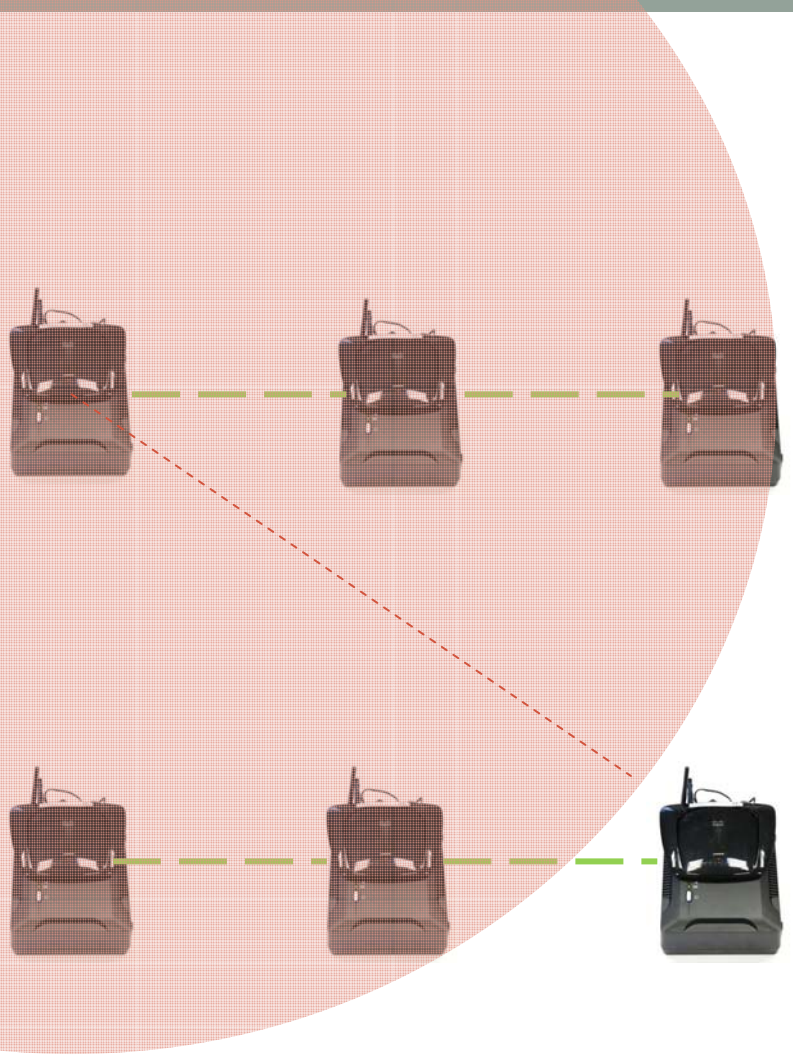
- Izpētītas plūsmu sadalīšanas metodes m-pakalpojumu efektīvākai pārraidei
- Izstrādāta metode daudzceļu pārraides efektivitātes uzlabošanai MANET tīklos
- Izveidots bezvadu ad-hoc tīkls (testbed)
- Veikts eksperiments fiziskā nesēja jušanas ietekmes novērtēšanai
- Veikta datormodelēšana

Rezultātu apkopojums (2)

- Strādā 2 doktoranti
- Izstrādāts un aizstāvēts 1 maģistra darbs
- Piedalīšanās konferencēs (1 + 2)
- Publikācijas (1 + 2)
  - ***Multipath Routing with Adaptive Carrier Sense for Video Applications in Wireless Ad-hoc Networks***
  - *Impact of Physical Carrier Sense Range on Network Throughput in Wireless Ad-hoc Networks*
  - *Optimal Multipath Routing for Multimedia Data Transmission over MANET with QoS Provision*

Paldies par uzmanību!

Kontakti:
Lauris Cikovskis
Rīgas Tehniskā Universitāte
Elektronikas un telekomunikāciju fakultāte
lauris.cikovskis@rtu.lv



Parametrisko ortogonālo pārveidojumu FPGA realizācijas automatizācija

G. Valters, RTU

Šī prezentācija attiecas uz VPP atbilstošo sadaļu:

- 1.1. Uz rotācijas leņķiem balstītas vispārinātas signālu diskretizācijas, analīzes, sintēzes, kompresijas un filtrācijas teorijas, metožu un algoritmu attīstība.
- 2.2. uz rotācijas leņķiem balstītu signālu ciparapstrādes ierīču moduļu izstrāde un mikrominiaturizācija (ASIC/FPGA).
- 3.1. Uz rotācijas leņķiem balstītas (ar vispārināto OFDM) datu pārraides iekārtas prototipa izveide.
- 4.4. Tiks izveidotas specializētas programmatūras bibliotēkas oriģinālo DSA metožu izmantošanai MATLAB/Simulink "Phi-FunctionsToolbox/Blockset" uz rotācijas leņķiem balstītai apstrādei, signālatkarīgas apstrādes pārveidojumiem u.c..

Galvenie rezultāti 2011

*Ir izveidota (pagaidu versija bija jau 2010.g) automatizēta sistēma elementāro rotatoru VHDL kodu sintēzei (**E**lementary **G**eneralized **U**nitary **R**otation **I**mplementation **T**ool - **EGURIT**).*

*Ir izanalizētas problēmas, kas saistītas ar vispārināto unitāro pārveidojumu īstenošanu FPGA. Norit darbs pie automatizētas sistēmas izveides VHDL kodu sintēzei (**UNITIT** – **UNI**tary **T**ransform **I**mplementation **T**ool).*

Pienesums atbilstošajai Matlab/Simulink bibliotēkai (Matlab/Simulink "Phi-FunctionsToolbox/Blockset").

Šie rezultāti ir ietverti arī iesniegtajā promociju darbā (aizstāvēšana paredzēta 2012.g. 12. janvārī)

Publikācijas 2011

Par tēmu “Kādēļ tas viss ir vajadzīgs?”:

G. Valters, P. Misans, ”Automation of FPGA Implementation of Unitary Transforms Based on Elementary Generalized Unitary Rotation”, accepted for oral presentation at 52nd International RTU Conference, Oct. 13-14, Riga, Latvia, for publication in RTU Scientific Proceedings, 6 pages, in press.

Par tēmu “Kas uz 2011.g. 19.augustu ir izdarīts?”:

G. Valters, ”Initial version of MATLAB/ SIMULINK based tool for VHDL code generation and FPGA implementation of Elementary Generalized Unitary Rotation”, accepted for oral presentation at 29th IEEE Norchip 2011 Conference, Nov. 14-15, Lund, Sweden. Accepted for publication in proc. of 29th IEEE Norchip 2011 Conference, 6 pages.

Vispārinātie Unitārie Parametriskie Pārveidojumi

- Ir realizējami ar ātro algoritmu, reizinot kāpņveida vai arī citas retinātas matricas, kuru pamatķieģelītis ir vispārinātā Jakobi matricai

$$\mathbf{Y} = \left(\prod_{p=n}^{1} \mathbf{P}_p \cdot \mathbf{B}(\varphi_p) \right) \cdot \mathbf{X}$$

EGURIT

$$\mathbf{y} = \mathbf{T} \cdot \mathbf{x}$$

UNITIT

$$\mathbf{B}_p = \begin{bmatrix} \mathbf{T_{1\,p}} & \vdots & 0 & 0 \\ & \vdots & 0 & 0 \\ \cdots & \ddots & & \cdots \\ 0 \quad 0 & \vdots & & \mathbf{T}_{\frac{N}{2}p} \\ 0 \quad 0 & \vdots & & \end{bmatrix}$$

- Vispārinātajai elementārajai unitārajai matricai (Jakobi matricai) ir iespējami 32 (64) dažādi veidoli un tās konkretizācijai ir nepieciešami 6 parametri – 3 maināmie parametri (leņķi) un 3 veidola izvēlei (jebkura no 32 (64)).

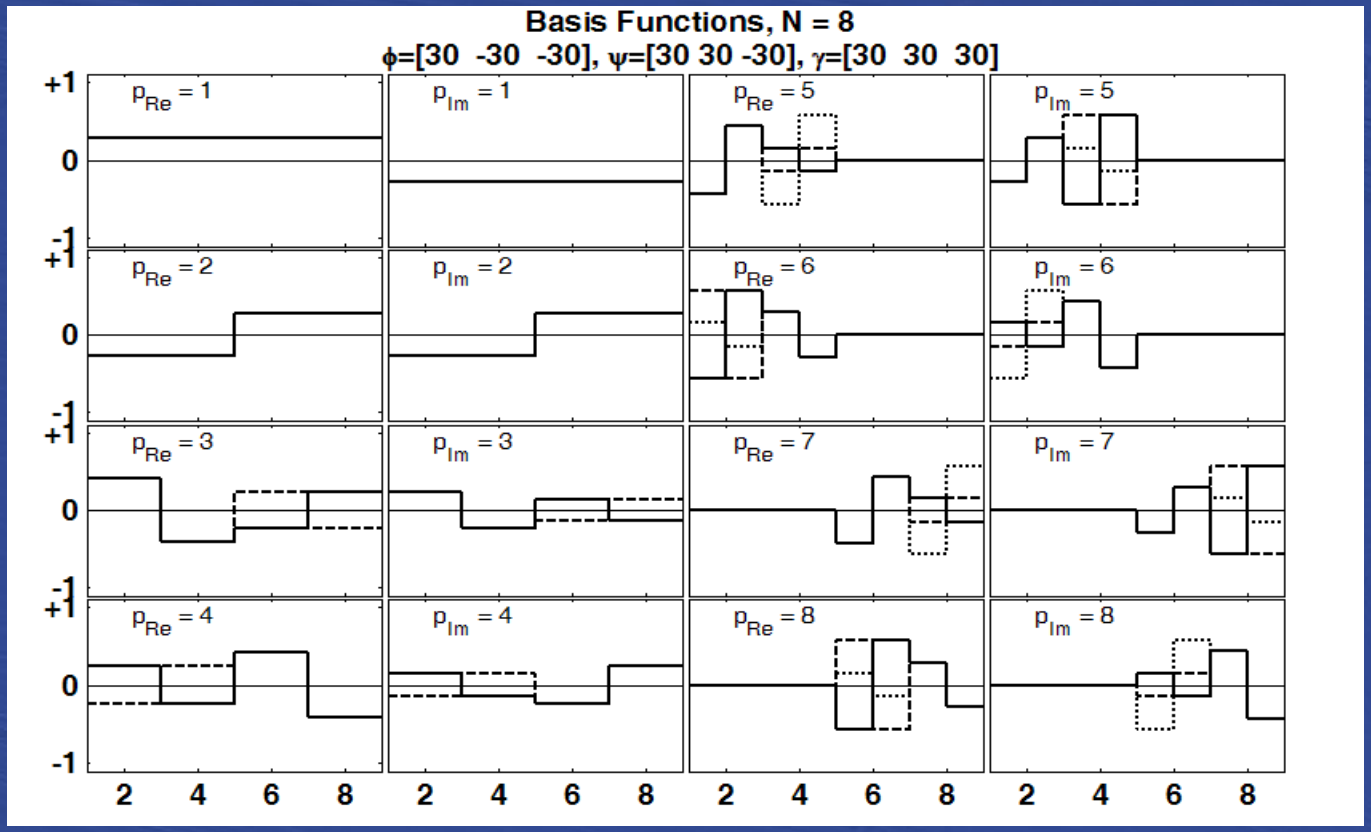
Elementārā Vispārinātā Unitārā Matrica

- Vispārinātajai elementārajai unitārajai matricai (Jakobi matricai – publ.EGURM) ir iespējami 32 (64) dažādi veidoli un tās konkretizācijai ir nepieciešami 6 parametri – 3 maināmie parametri (leņķi) un 3 veidola izvēlei (jebkura no 32 (64)). Tabulā parādīti trīs patvaļīgi veidoli.

ID *id1*	*Index set* $\{a, b, u\}$, *id3*	*Rotation matrix*
1	$\{1,1,1\}$ 111	$\begin{bmatrix} -\sin\phi \cdot e^{+j\psi} & -\cos\phi \cdot e^{+j\gamma} \\ -\cos\phi \cdot e^{-j\gamma} & +\sin\phi \cdot e^{-j\psi} \end{bmatrix}$
6	$\{1,2,2\}$ 122	$\begin{bmatrix} -\cos\phi \cdot e^{-j\psi} & -\sin\phi \cdot e^{-j\gamma} \\ -\sin\phi \cdot e^{+j\gamma} & +\cos\phi \cdot e^{+j\psi} \end{bmatrix}$
64	$\{8,2,4\}$ 824	$\begin{bmatrix} +\cos\phi \cdot e^{+j\psi} & +\sin\phi \cdot e^{-j\gamma} \\ +\sin\phi \cdot e^{+j\gamma} & -\cos\phi \cdot e^{-j\psi} \end{bmatrix}$

Piemērs: Vispārinātās Parametriskās Hāra funkcijas

- Diskrētas, KOMPLEKSAS, kompaktas, līdzīgas veivletiem, ir atsevišķa līdzkomponente, vidējā vērtība = 0, "pārīši", ir PARAMETRISKAS (var mainīt formu nenulles segmenta ietvaros) – (2010.g. Piemērs). Ne-Hāra funkcijas var būt arī "nekompaktas" – arī ar bezgalīgu izskata dažādību.



Kādēļ vajadzīga automatizācija?

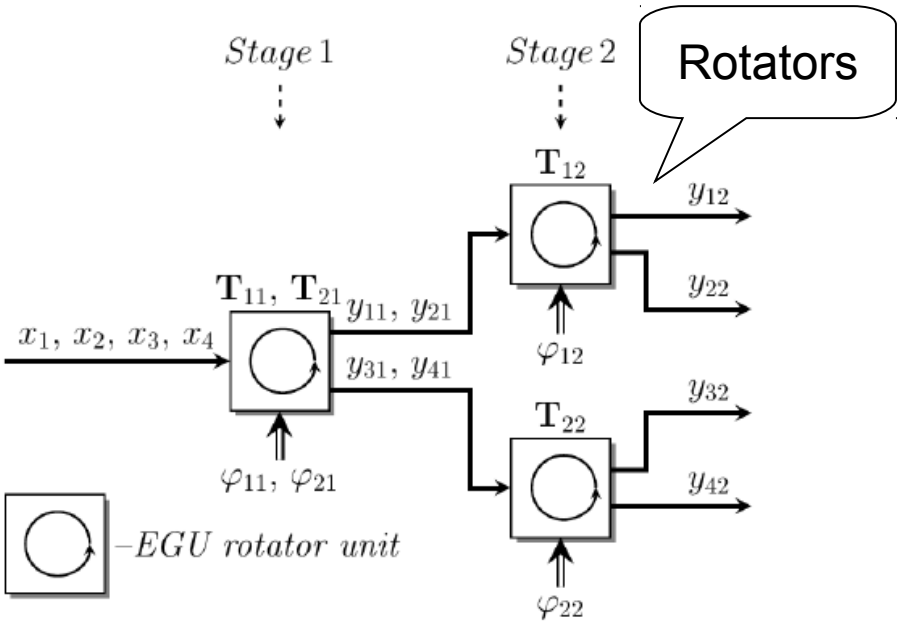
- "Hameleoniska" pārveidotāja (filtra, analizatora utt.) struktūra.
- Milzīgs skaits dažādas vienkāršojuma (*faces*) pakāpes rotatoru. ***Kā tūkstošiem formulu pārtaisīt VHDL***?
- FPGA resursu patēriņa sarežģīta prognozējamība ("Satilps vai nesatilps?")

THE NUMBER OF OPERATIONS FOR SOME SETS OF ANGLES AND ROTATORS WITHOUT USING MEMORY

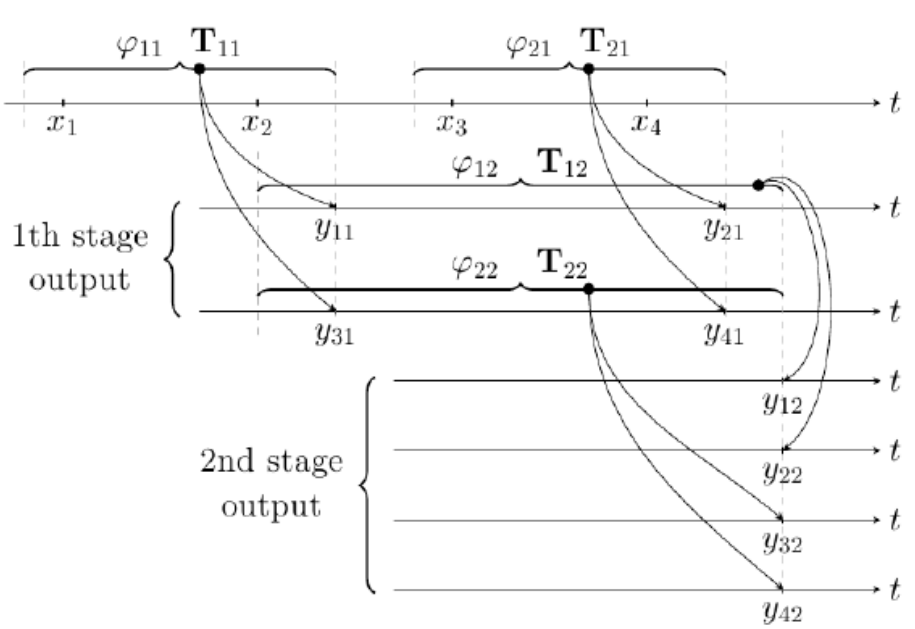
ϕ	var	var	var	$\pi/2$	var	var	$\pi/2$
ψ	var	var	$\pi/4$	$\pi/4$	0	$\pi/2$	$\pi/2$
γ	var	0	$\pi/4$	var	0	$\pi/2$	any
M	20	14	8	0	8	0	0
A	12	8	4	4	4	4	0
MC	0	0	4	4	0	0	0

Pārveidojuma realizācijas struktūra

- Par vispiemērotāko ir atzīta pārveidojuma kokveida struktūra. Līdzīgu struktūru izmanto arī veivletu dekompozīcijas filtros. Galvenā atšķirība ir saistīta to, ka rotators ir PARAMETRISKS un ka pats rotators ik pēc divām nolasēm var tikt nomainīts



(a) Simplified block diagram

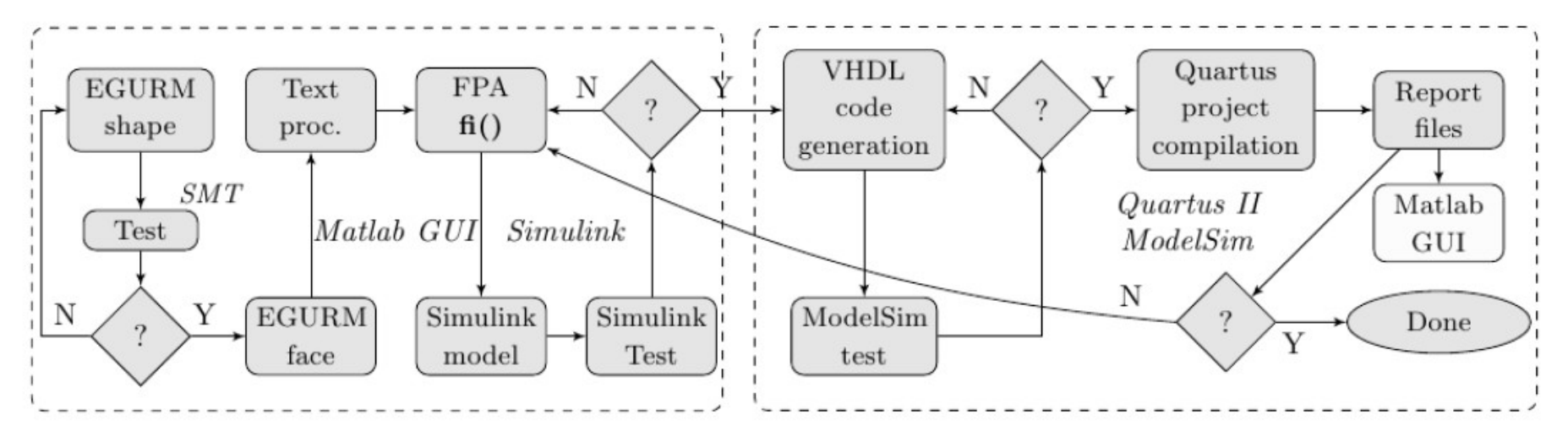


(b) Simplified timing diagram

Fig. 1. Parametrical unitary decomposition structure (for $N = 4$)

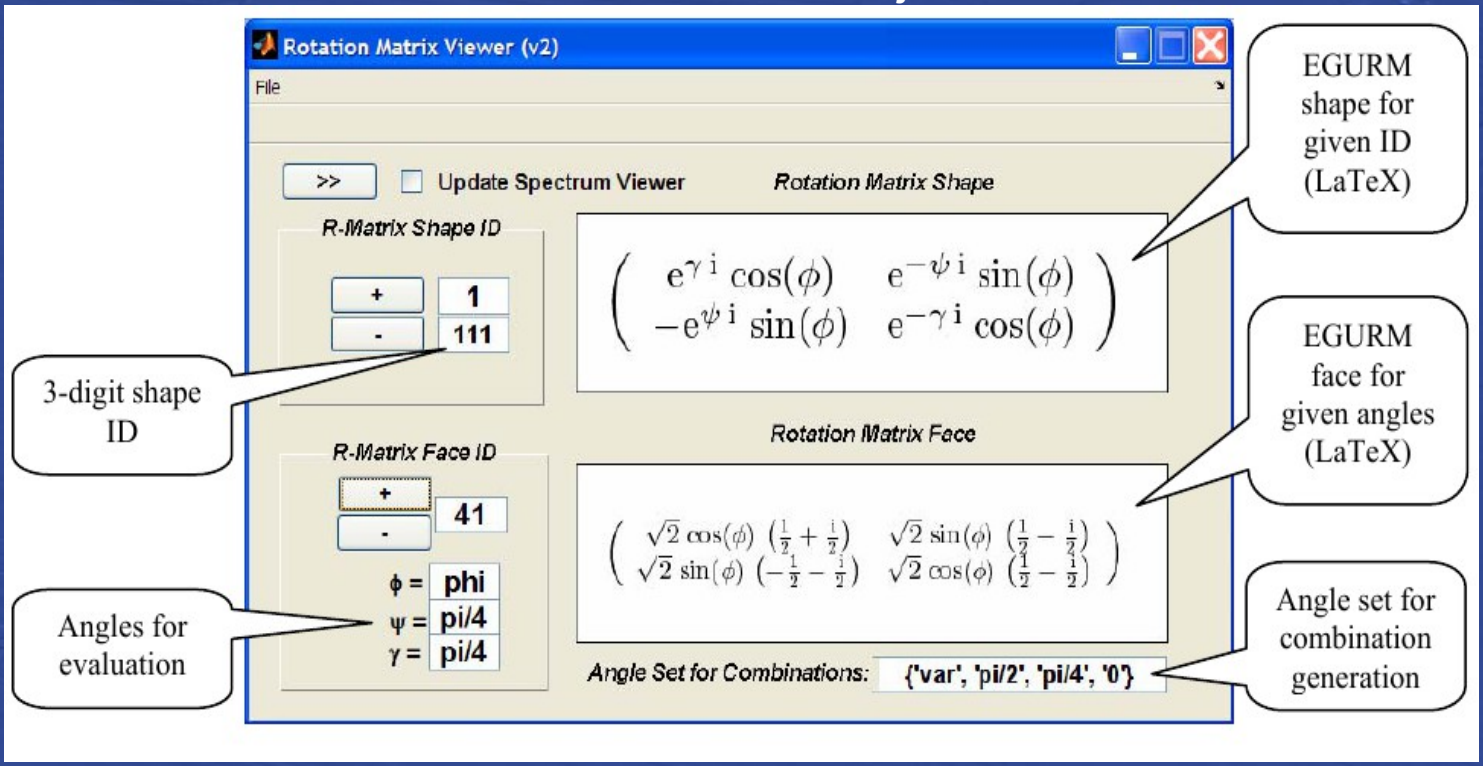
Automatizētās sistēmas struktūra

- Lai tiktu galā ar elementārā pārveidojuma visu iespējamo vienkāršojumu lērumu, t.i. veiktu ceļu **Formula → VHDL kods**, ir jārealizē virkne aktivitāšu, kuras attēlotas vienkāršotā diagramā.



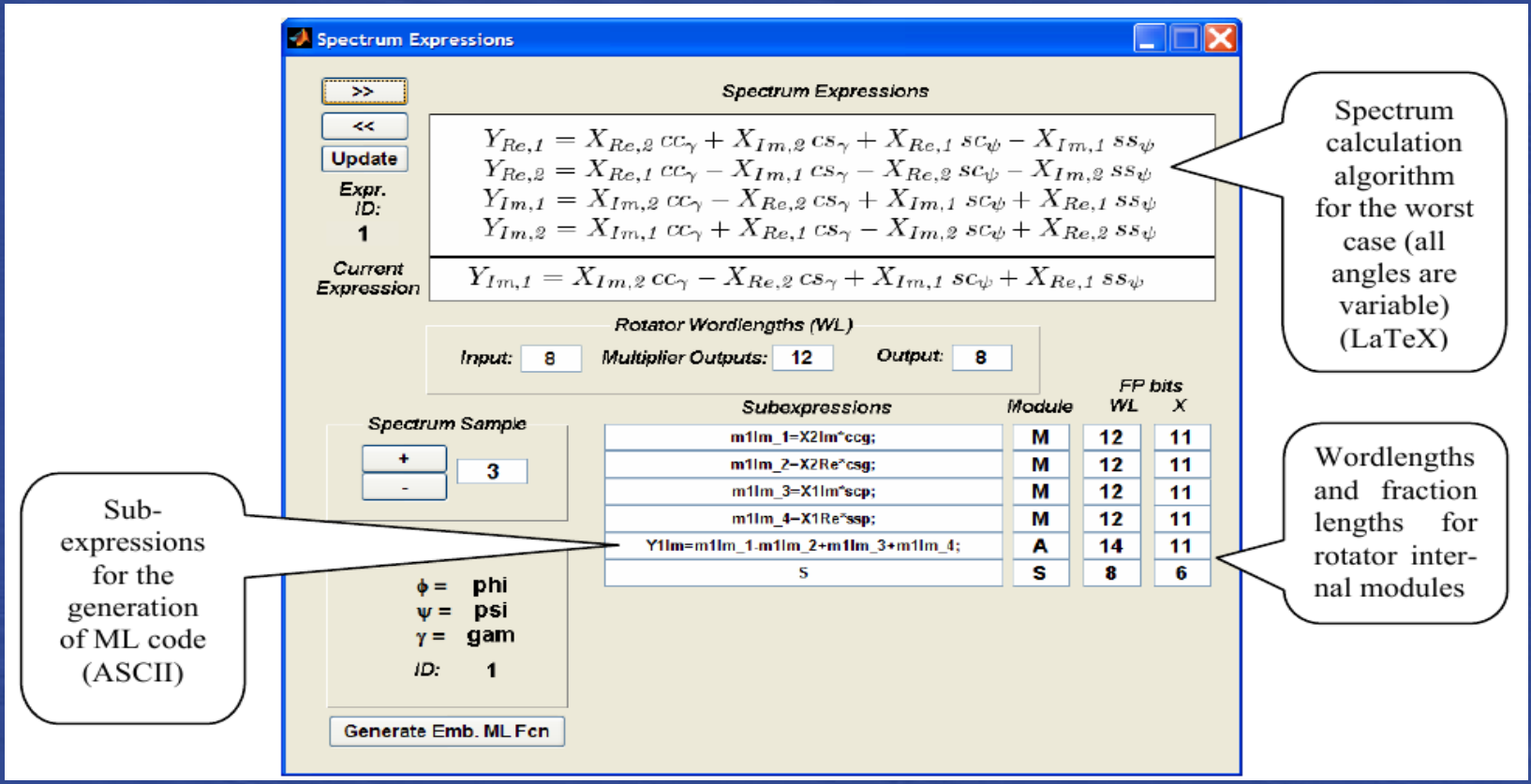
Matricas vienkāršojumi

- Ja kād(-s)-i no parametriem (leņķiem) ir konstant(-s)-i, tad konkrētajam veidolam var sanākt ĻOTI DAUDZ vienkāršojumu (*faces*). Tā, piemēram, ja katram leņķim ir 6 dažādas iespējamības {var, 0, pi/6, pi/4, pi/3, pi/2}, tad ir iespējami **32x215=6880** vienkāršojumu varianti. Šajā EGURIT dialoga logā redzam konkrēta veidola vienu no vienkāršojumiem.

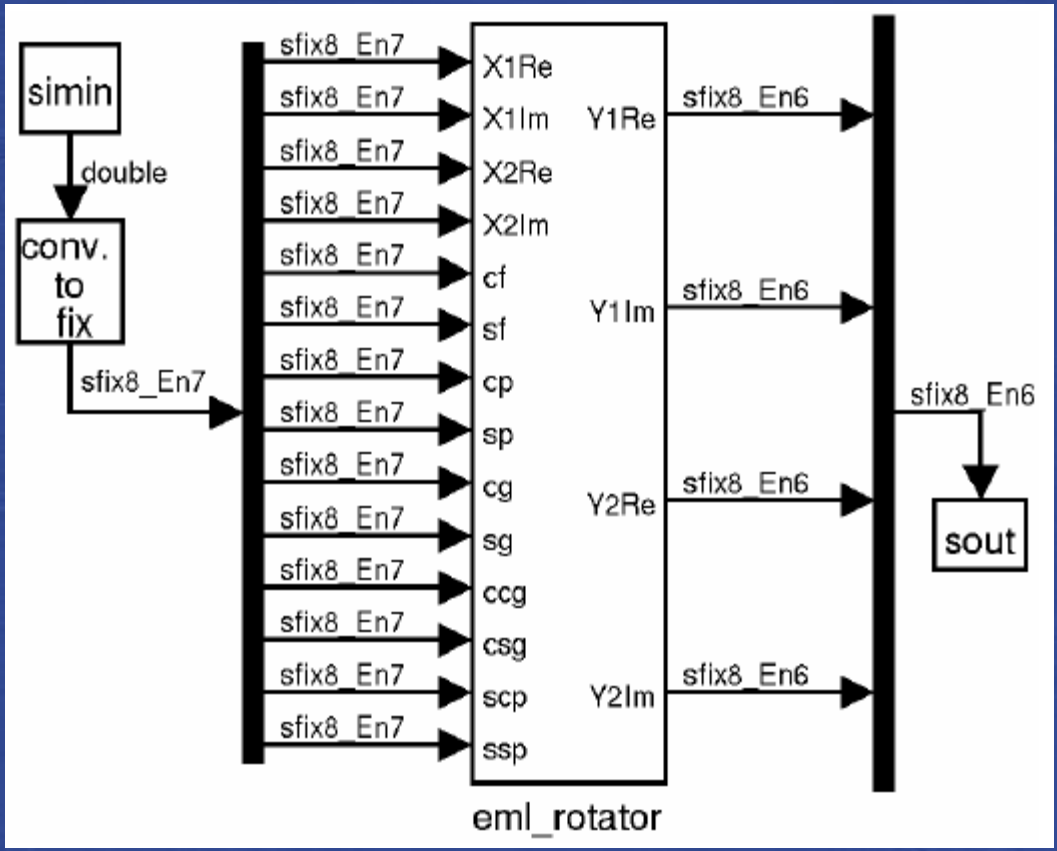


Elementārā spektra aprēķina izteiksmes

- Lai ieintegrētu izteiksmes VHDL kodā, tās vispirms ir jāiegūst teksta veidā. Šajā EGURIT dialoga logā redzamas gala izteiksmes ar visām starpizteiksmēm.

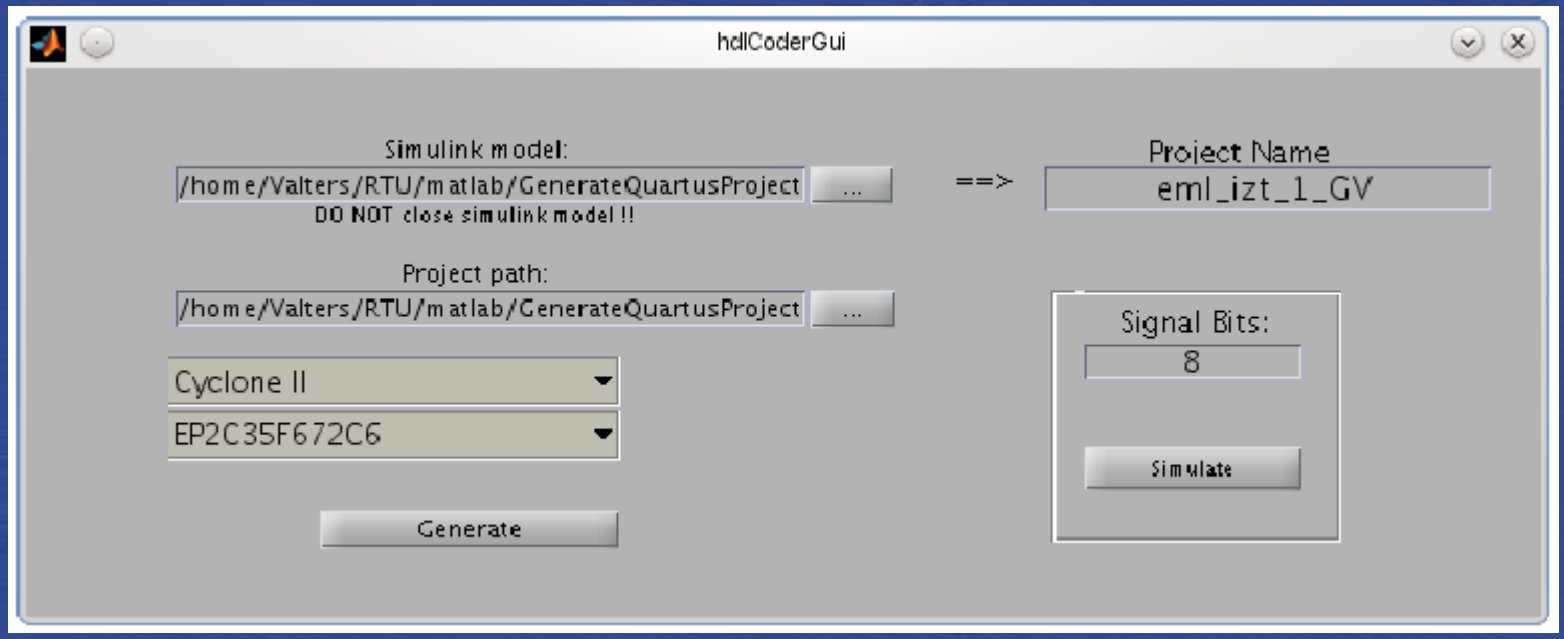


Atbilstošie Simulink bloki



No MatLab/Simulink uz FPGA

- VHDL koda ģenerācija ar makehdl(),
- Quartus II kompilācija,
- VHDL koda modelēšana,



Cik ātri tas viss notiek?

Action	*Approx. time (s)*
Simulink simulation (2500 points) with EMLF code generation	4.5
Simulink simulation (2500 points)	0.7
VHDL code and script file generation from Simulink model	2
Folder creation	0.003
ModelSim simulation	2
Quartus project compilation (time depends on the used device and algorithm)	38 - Cyclone C12, FA* 545 -StratixIV E820, FA 28 - Cyclone II C35, SA* 45 - Cyclone II C35, SA

*FA – the full algorithm, SA –the simplest algorithm

Secinājumi

- Quartus II un ModelSim komandrindu režīms un MatLab iespējas ļauj veikt efektīvu automatizācijas līdzekļu izstrādi.
- EGURIT relatīvi īsā laikā ļauj iegūt:
  - milzīga skaita dažādo RE struktūru parametrus,
  - ļauj novērtēt arī uz rotācijas leņķiem bāzētu pārveidojumu FPGA īstenošanas iespējas pie N > 2 (novērtēt potenciāli izmantojamos resursus – LE, DSP elementu skaitu un laikus).
- Ar izstrādāto automatizācijas līdzekli, relatīvi īsā laikā iespējams sintezēt un realizēt FPGA VHDL kodus, jebkurai no tūkstošiem iespējamo RE struktūru un modifikāciju

Paldies par izturību!