
Valsts pētījumu programma “Informācijas tehnoloģiju zinātniskā bāze”
Projekts Nr.4

Jaunu tehnoloģiju izpēte un pielietošana elektroniskās aparātbūves jomā

Elektronikas un datorzinātņu institūts

Projekta vadītājs: Dr.hab.sc.comp. Jurijs Artjuhs

Svarīgākie rezultāti 4. projekta izpildē 2009. gadā

2009.g. UZDEVUMI

Uzdevums Nr.1. Inovatīvas augstas precizitātes tehnoloģijas izstrāde tādu „laiks-cipars” pārveidotāju radīšanai, kuri pēc cenas/kvalitātes attiecības ir konkurētspējīgi pasaules augstu tehnoloģiju produkcijas tirgū, konkrēti kosmiskās aparātubūves tirgū, tajā skaitā Zemes mākslīgo pavadoņu Lāzer-lokācijas jomā. (Darba vadītājs: Dr. J.Artjuhs)

Uzdevums Nr.2. Ekonomiska augstas precizitātes laiks-cipars pārveidotāju kompleksas kvalitātes novērtēšanas tehnoloģijas izstrāde, kurai nav nepieciešama dārga test-aparatūra, kas ļaus samazināt ražošanas izmaksas. (Darba vadītājs: Dr. J.Buls)

Uzdevums Nr.3. PPM (Pulse Position Modulated) datu ieguves, kompresijas un rekonstrukcijas metodikas izstrāde, vienkāršotas konstrukcijas signālapstrādes iekārtu radīšanai ar pazeminātu ražošanas pašizmaksu. (Darba vadītājs: Dr. I.Biļinskis)

Uzdevums Nr.4. Attēlu apstrādes tehnoloģijas izstrāde objektu identifikācijai rūpnieciskās kvalitātes kontroles sistēmās, kas darbojas reālā laika režīmā. (Darba vadītājs: I.Mednieks)

Uzdevums Nr.1. Sasniegtie rezultāti

Iepriekš zināmā, uz DSP balstītā metode kā notikumus piesaistīt reālam laikam ar augstu izšķiršanas spēju, ir būtiski uzlabota sekojošā veidā:

- Radīta jauna metode, kā diskreti reprezentēt laika marķējumus veidā, kas ļauj palielināt mērījumu atkārtotāšanās frekvenci.
- Izstrādāta jauna metode ET funkcijas identifikācijai, kas ļauj paaugstināt mērījumu izšķiršanas spēju, precizāk korektējot integrālās nelinearitātes kļūdas.
- Tehnoloģijas realizācijas principi ir pielāgoti modernās elektronikas pielietošanas īpatnībām.

Izmantojot izstrādāto tehnoloģiju, konstruētas divas specifiskas notikumu laika piesaistes sistēmas attālumu mērīšanai līdz satelītiem un tās piegādātas lietotājiem Japānā un Ķīnā.

- Izgatavota DEMO sistēma, lai novērtētu tehnoloģijas realitāti un īsto pielietošanas potenciālu



Pierādīts tehnoloģijas potenciāls:

- Sasniedzamā izšķiršanas spēja: 3.5-4 ps RMS
- Augstākā mēr. frekvence: 20 MSPS
- Sagaidāmā pašizmaksa: 6 000 EUR gab.

Uzdevums Nr.2. Sasniegtie rezultāti:

- Definēti galvenie laika mērīšanas precizitātes raksturlielumi un to svarīgums populārākiem pielietojumiem

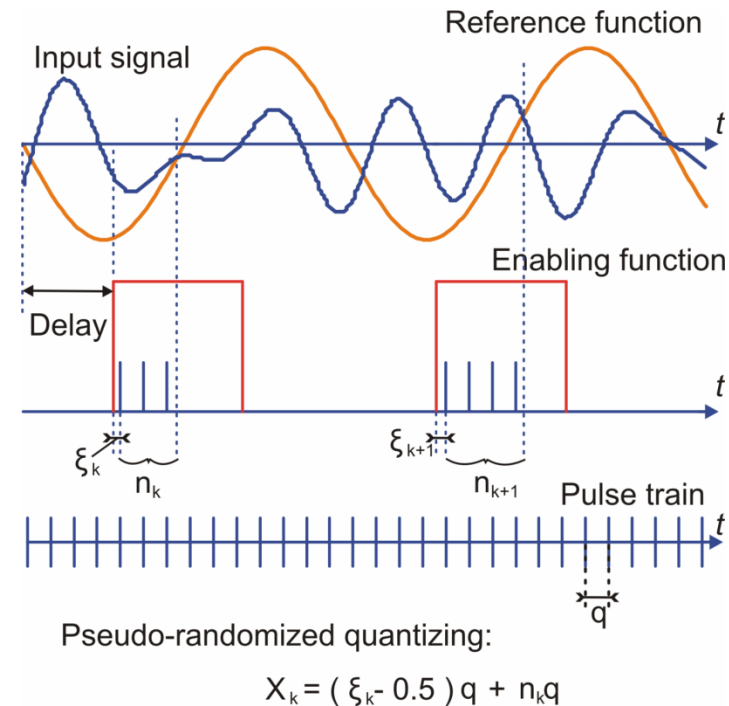
Galvenie precizitātes raksturlieknes	Populārākie pielietojumi kuras vajadzēti precizākās laika mērīšanas iekartēs				
	Kārtēja Satelītu lāzerlokācija	Moderna Satelītu lāzerlokācija	Viena virziena lāzerlokācija	Laika pārraide ar lāzera staru	Lāzeru skanēšana 3D attēlam
Viena mērījuma precizitāte	Ļoti svarīga	Ļoti svarīga	Ļoti svarīga	Ļoti svarīga	Ļoti svarīga
Integrālas nelinearitātes kļūda	Ļoti svarīga	Ļoti svarīga	Ļoti svarīga	Ļoti svarīga	Ļoti svarīga
Intervāla nelinearitātes kļūda	Ļoti svarīga	Ļoti svarīga	Ļoti svarīga	Ļoti svarīga	Ļoti svarīga
Viena ieeja kavēkļa variācija	Svarīga	Svarīga	Ļoti svarīga	Ļoti svarīga	Svarīga
Starp ieejas kavēkļa variācija	Ļoti svarīga	Ļoti svarīga	Nav tik svarīga	Nav tik svarīga	Nav tik svarīga

- Izstrādāts precizitātes testēšanas metožu kopums, kas ļaus visas definētās raksturlieknes novērtēt ar pikosekunžu daļas precizitāti
- Izstrādāti un realizēti dažādi testa sekvenses ģeneratori, kas ļauj samazināt novērtēšanas laiku un automatizēt testēšanas procesu.

Uzdevums Nr.3. Sasniegtie rezultāti

Iepriekš izstrādātā datu ieguves metode, kas balstās uz SWC (Sine-wave Crossings) diskretizāciju, raksturojas ar vērtīgām priekšrocībām un dažiem tipiskiem trūkumiem (tādiem kā jutība pret trokšņiem, apgrūtināta SWC laika momenta noteikšana diskrētā veidā).

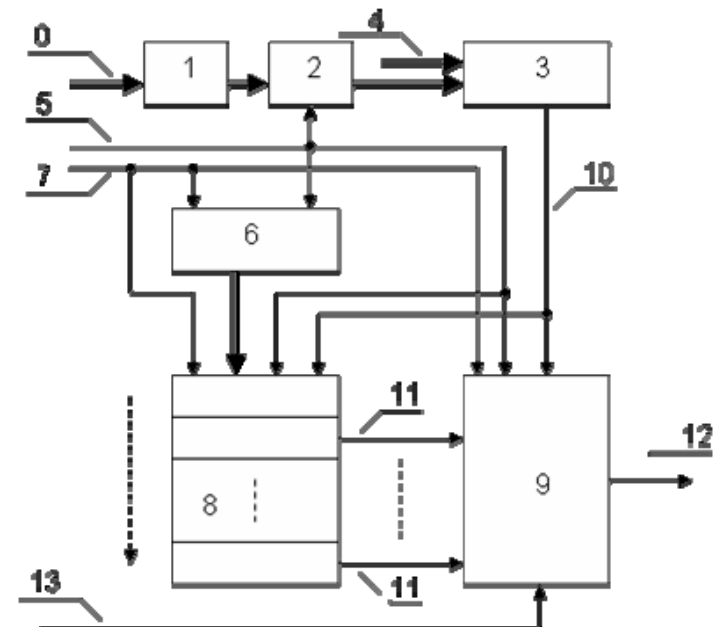
Izstrādāta jauna pieeja šāda tipa datu ieguvei. Uz tās pamata radīta datu ieguves metode un sistēma, kas apvieno SWC ar pseido-randomizētu kvantēšanu.



Uzdevums Nr.4. Sasniegtie rezultāti

- Pārbaudīta reālu rūpniecisku attēlu apstrādē un aprakstīta publikācijā attēlu apstrādes pieeja un tās aparātūras realizācija objektu identifikācijai reālā laika režīmā
- Izstrādātas iekārtu struktūras svešķermeņu atklāšanai objektos reālā laika režīmā
- Izstrādātas attēlu apstrādes apakšprogrammas un izveidota programmu bibliotēka, kas realizē objektu identifikāciju pelēko toņu attēlos
- Izpētītas izstrādāto attēlu apstrādes algoritmu realizācijas iespējas uz grafisko procesoru bāzes

Patentētas iekārtas struktūras piemērs



Iekārtu specifiskas iezīmes:

- apstrāde, neglabājot visu attēlu atmiņā
- visu bloku darbs pikseļu vērtību pienākšanas takts laikā
- piemērotas realizācijai FPGA struktūrās

Publikācijas 2009. gadā (1).

- A.Rybakov. Estimating the Time Position of the Pulse Signal Midpoint by a Small Number of Samples in High-Precision Event Timing // Automatic Control and Computer Sciences, 2009, Vol. 43, No. 1, pp. 9–16.
- V.Bespal'ko. A Nanosecond Pulse Amplitude-to-Time Interval Converter // Instruments and Experimental Techniques, 2009, Vol. 52, No. 2, pp. 204–206.
- Yu.Artyukh, V.Bespal'ko, E.Boole. Potential of the DSP-based Method for Fast Precise Event Timing // Electronics and Electrical Engineering. Kaunas: Technologija, 2009, No. 4(92), pp. 19–22.
- V.Vedin. Advanced Design of DSP-based High Precision Event Timer // Electronics and Electrical Engineering. – Kaunas: Technologija, 2009, - No.6(94). - pp.35-38.
- Yu.Artyukh, V.Bespal'ko, E.Boole, V.Vedin. Advances of High-precision Riga Event Timers // Proceedings of the 16th International Workshop on Laser Ranging, Poznan, Poland, 2009.
- Yu. Artyukh (Institute of Electronics and Computer Science, Latvia), Zhang Zhongping et al., (Shanghai Astronomical Observatory, China). Applications of Riga Event Timer at Shanghai SLR Station // Proceedings of the 16th International Workshop on Laser Ranging, Poznan, Poland, 2009.
- E.Boole, V.Vedin. Potentialities of Common-used TDC Chips for High-Speed Event Timer Design // Proceedings of the 16th International Workshop on Laser Ranging, Poznan, Poland, 2009.

Publikācijas 2009. gadā (2).

- I.Mednieks, A.Skageris. Real Time Image Processing for Object Detection // Electronics and Electrical Engineering, 2009, No.4(92), pp.33-36.
- A.Lorencs, I.Mednieks and J.Sinica-Sinavskis. Fast Object Detection In Digital Grayscale Images // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences. Vol.63, No.3, 2009, pp.116-124.
- J.Sinica-Sinavskis. Lineāras regresijas modeļu konstruēšanas problēmas. Maģistra darbs. Latvijas Universitāte / Fizikas un matemātikas fakultāte / Matemātikas nodaļa. 2009.g. jūnijs. Vadītājs: Dr.Hab.Mat. A.Lorencs.

LR patents Nr. 13857. "Digitālu rentgena attēlu analizators svešķermeņu atklāšanai objektos reālā laika režīmā". Izgudrotāji: I.Mednieks, A.Skaģeris. Īpašnieks: Elektronikas un datorzinātņu institūts, publicēts 20.03.2009.

• LR patents Nr. 13942. "Digitālu pelēko toņu attēlu analizators". Izgudrotāji: I.Mednieks, A.Skaģeris. Īpašnieks: Elektronikas un datorzinātņu institūts, publicēts 20.08.2009.

• LR patenta pieteikums Nr. P-09-125. "Interpolācijas metode "laiks-kods" pārvedošanai". Izgudrotāji: J.Arťjuhs, V.Bespaļko, J.Buls, V.Vedins. Ekspertīzes lēmums par LR patenta atzīšanu 14.09.2009.

Papildus tam, sniegtas 5 prezentācijas konferencēs.

Svarīgākie kopējie dati

par 4. projekta izpildi

2005. – 2009. gadus

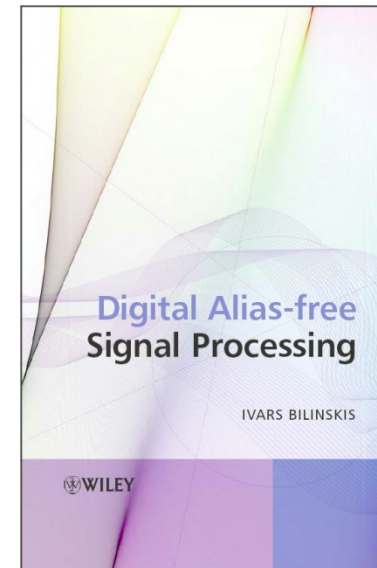
Svarīgākie zinātniskie rezultāti

DASP tehnoloģijas teorētiskā bāze ir būtiski paplašināta, ietverot tajā jaunas pielietojumu iespējas (datu ieguvī, izkliedētus A/D pārveidojumus, digitālo filtrāciju, utt.)

Pētījumu rezultāti šajā novirzienā atspoguļoti 15 rakstos un 12 starptautisku konferenču referātos (2005-2009). Iegūti 2 Eiropas un 1 ASV patents, kuri attiecas uz jaunām DASP metodēm un viņu realizācijām.

Galvenie DASP zinātniski-pētnieciskie rezultāti apkopoti monogrāfijā:

Ivars Bilinskis. Digital Alias-free Signal Processing, John Wiley and Sons, 2007.



Latvijas Zinātņu akadēmija nosaukusi šos pētījumu rezultātus par vienu no nozīmīgākajiem Latvijas zinātnes sasniegumiem 2007.gadā.

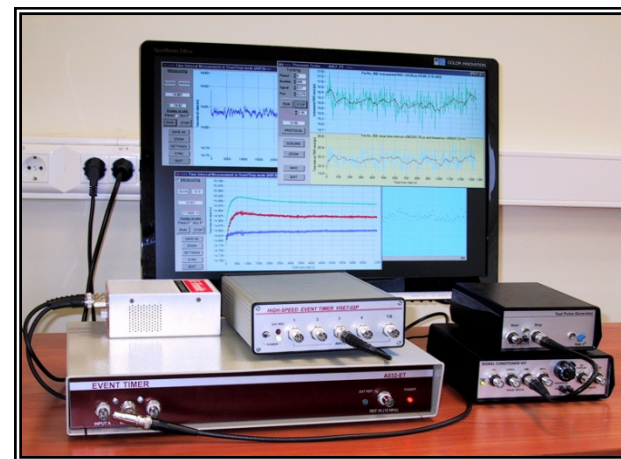
Svarīgākie zinātniskie rezultāti

Būtiski attīstīta zinātniskā bāze inovatīvām notikumu laika mērīšanas tehnoloģijām ar augstu izšķirtspēju, paplašinot to sekojošos virzienos:

- Uzlabotas uz DSA balstītas notikumu laika mērīšanas metodes
- Notikumu laika mērīšanas kļūdu teorija
- Notikumu laika mērīšanas procesu apraksti
- Notikumu plūsmu diskrētā apstrāde
- Jauni inovatīvi notikumu laika mērīšanas pielietojumi

Šīs jomas pētījumu rezultāti 2005.-2009.gados publicēti 14 rakstos un 10 starptautisku semināru prezentācijās, saņemti 2 Latvijas patenti.

Uz šīs zinātniskās bāzes izstrādātas vairākas specifiskas notikumu laika mērīšanas tehnoloģijas, kas realizētas vairāk kā 30 izgatavotās sistēmās, ko pasūtījušas 13 Eiropas un Āzijas organizācijas, kas nodarbotas ar satelītu lāzerlokāciju.



Citi nozīmīgie zinātniskie rezultāti:

- **Piedāvāta un tehnoloģiski pamatota jauna pieeja analoģu signālu reprezentācijai, izmantojot notikumu secību. Šī pieeja iesaka jaunu daudzsoļu skatu uz diskrētās signālapstrādes izmantošanu dažādās jomās**

Vadošais pētnieks: Dr. I.Biļinskis. Pētījumu rezultāti atainoti 9 publikācijās, tai skaitā 1 Eiropas patentā.

- **Izstrādātas attēlu apstrādes pieejas un algoritmi reālā laika pielietojumiem. Piedāvātie algoritmi un to kombinācijas veido pamatu sarežģītākai attēlu analīzei reālā laika režīmā.**

Vadošais pētnieks: Dr. I.Mednieks. Pētījumu rezultāti atainoti 6 publikācijās, tai skaitā 2 Latvijas patentos.

- **Izstrādāta jauna pieeja pielietojumam pielāgotu ciparu mikroshēmu projektēšanai. Specifiska mikroshēmu projektēšanas metode uz šīs pieejas bāzes būtiski samazina projektēšanas laiku.**

Vadošais pētnieks: Dr. V.Čapenko. Pētījumu rezultāti atainoti 3 publikācijās.

Svarīgākie lietišķie rezultāti

Inovatīva tehnoloģija notikumu laika mērīšanai ar augstu precizitāti

Šī tehnoloģija ir notikumu laika mērīšanas sistēmu projektēšanā agrāk izmantotās tehnoloģijas būtiski attīstīta versija. Tā piedāvā veikspējas raksturlielumus, kas salīdzināmi ar pasaules labākā šādu instrumentu parametriem, bet ar daudz mazākām ražošanas izmaksām.

Izstrādātā DEMO sistēma ilustrē uz šo tehnoloģiju balstītu risinājumu izšķirošās priekšrocības, tai skaitā unikālu precizitāti kombinācijā ar augstu mērīšanas frekvenci.



Saistītās publikācijas:

- Yu.Artyukh, V.Bespal'ko, E.Boole. *Potential of the DSP-based Method for Fast Precise Event Timing* // *Electronics and Electrical Engineering*. – Kaunas: Technologija, 2009, No.4(92), pp.19–22.
- Yu.Artyukh, V.Bespal'ko, E.Boole, V.Vedin. *Advances of High-precision Riga Event Timers* // *Proceedings of the 16th International Workshop on Laser Ranging, Poznan, Poland, 2009*.
- V. Vedin. *Advanced Design of DSP-based High Precision Event Timer* // *Electronics and Electrical Engineering*, 2009, No.6(94), pp.35-38.

Tehnoloģija domāta: uzņēmumiem, kas nodarbojas ar zinātnietilpīgu instrumentu izstrādi un ražošanu notikumu laika mērīšanai.

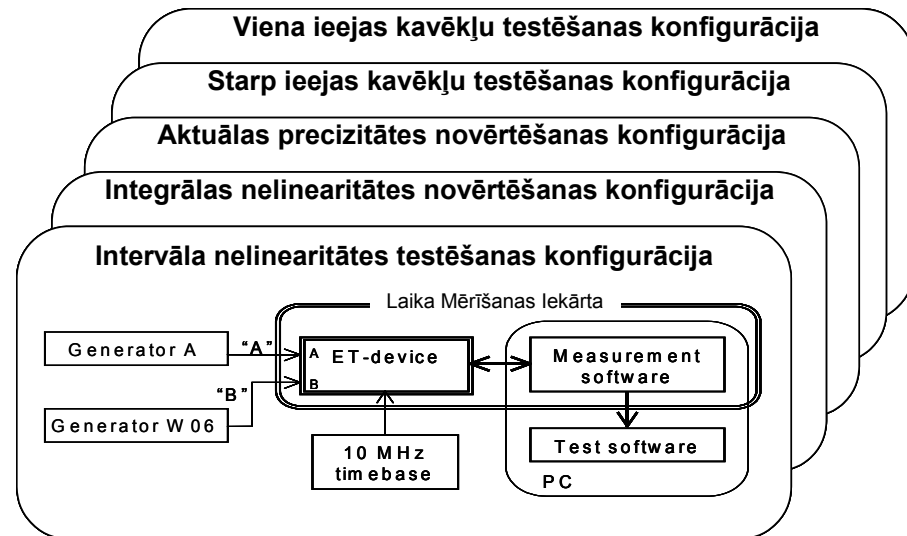
Izplatīšanas formas: brīva zināšanu pārnese publikāciju veidā; tehnoloģijas licencēšana pēc pieprasījuma.

Svarīgākie lietišķie rezultāti

Ekonomiska tehnoloģija precīzās laika mērīšanas iekārtu testēšanai

Radītā tehnoloģija iekļauj metožu, aparatūras un programmatūras līdzekļu kopumu, kas ļauj ticami un droši testēt laika mērīšanas iekārtas ar pikosekunžu precizitāti.

Izstrādāta DEMO sistēma demonstrē galveno tehnoloģijas priekšrocību, t.i. vienlaicīgo unikālo precizitāti un lielu ātrdarbību.



Saistītās publikācijas:

Yu.Artyukh, V.Bespal'ko, E.Boole. *Non-linearity errors of high-precision event timing* // *Automatic Control and Computer Sciences*, 2008, Vol. 42, No. 4, pp. 191-196).

Yu.Artyukh, V.Bespal'ko, E.Boole. *Statistical Approach to Linearity Evaluation of High-precision Event Timers*. *Electronics and Electrical Engineering*, 2006, Nr. 4(68), p. 73-76.

Tehnoloģija domāta: uzņēmumiem, kas nodarbojas ar zinātnietilpīgu instrumentu izstrādi un ražošanu notikumu laika mērīšanai.

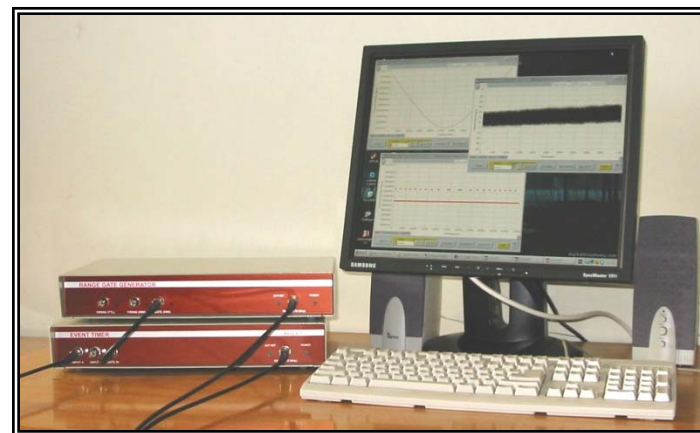
Izplatīšanas formas: brīva zināšanu pārnese publikāciju veidā; tehnoloģijas licencēšana pēc pieprasījuma.

Svarīgākie lietišķie rezultāti

Laika mērīšanas sistēmu projektēšanas tehnoloģija satelītu lāzerlokācijai ar KHz frekvenci

Šī tehnoloģija piedāvā strukturālus risinājumus SLL laika mērīšanas sistēmu radīšanai, kuras darbojas ar kHz frekvenci un izmanto Riga Event Timer iekārtas. Izstrādātā demonstrācijas sistēma parāda iespēju sasniegt līdz 4 kHz frekvenci pie satelītu attāluma, kas atbilst 1ms un lielākam laikam. Tas nodrošina šādu attīstītu SLL patreizējās prasības.

Tehnoloģija nodota organizācijas "International Laser Ranging Service" partneriem un tiek sekmīgi izmantota virknē SLL staciju Ķīnā, Vācijā un Somijā.



Saistītās publikācijas:

Yu, Artyukh, E. Boole, V. Vedin. *Instrumentation for Creating KHz SLR Timing Systems. Proceedings of the 15th International Workshop on Laser Ranging, Canberra, Australia, 2008, Vol.2, pp.311-315.*

Yu. Artyukh (Institute of Electronics and Computer Science, Riga, Latvia), Zhang Zhongping et al. (Shanghai Astronomical Observatory, CAS). *Applications of Riga Event Timer at Shanghai SLR Station. Proceedings of the 16th International Workshop on Laser Ranging, Poznan, Poland, 2009.*

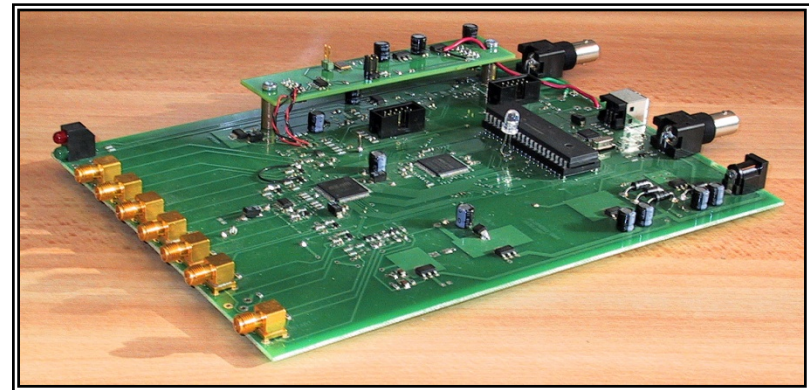
Tehnoloģija domāta: SLL stacijām, kuras izstrādā aparatūru SLL-ai ar kHz frekvenci.

Izplatīšanas formas: brīva zināšanu pārnese publikāciju veidā; brīva zināšanu pārnese pēc pieprasījuma.

Svarīgākie lietišķie rezultāti

Augsta līmeņa tehnoloģija daudzkanālu notikumu laika mērīšanai ar lielu frekvenci un neierobežotu mērījumu diapazonu

Izstrādāta laika mēroga paplašināšanas metode, kas balstās uz specifisku marķieru notikumu izmantošanu. Tā ļauj sasniegt praktiski neierobežotu mērījumu diapazonu notikumu laika mērīšanai ar kHz frekvenci. Piedāvāti korekti mehānismi marķieru notikumu ģenerēšanai un lietošanai, lai konstruētu neierobežotu vienas vērtības laika mērogu, kas ir brīvs no nenoteiktības kļūdām.



Tehniskās realizācijas principi ilustrēti ar DEMO sistēmas palīdzību.

Saistītās publikācijas:

Yu.Artyukh, V.Vedin. Constructing of Unlimited Single-valued Time Scale for TDC-based Event Timers.

Electronics and Electrical Engineering, 2008, No.4(84), pp.17-20.

E.Boole, V.Vedin. Potentialities of Common-used TDC Chips for High-Speed Event Timer Design // Proceedings of the 16th International Workshop on Laser Ranging, Poznan, Poland, 2009.

Tehnoloģija domāta: uzņēmumiem, kas nodarbojas ar zinātnietilpīgu instrumentu izstrādi un ražošanu notikumu laika mērīšanai.

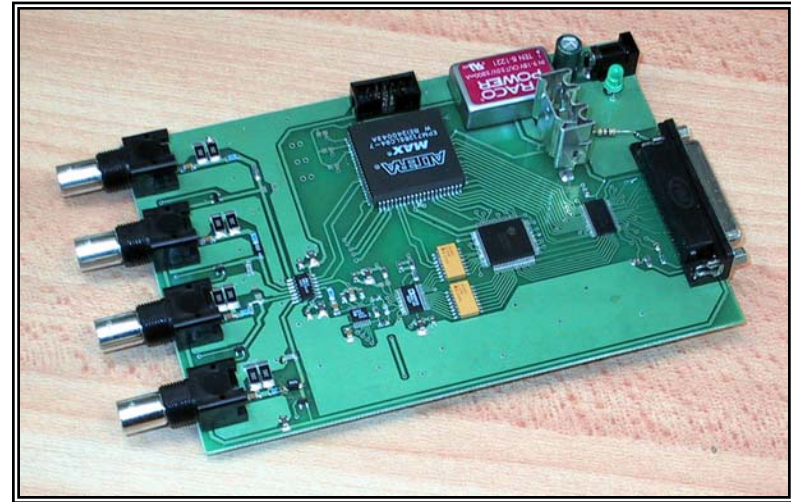
Izplatīšanas formas: brīva zināšanu pārnese publikāciju veidā; tehnoloģijas licencēšana pēc pieprasījuma.

Svarīgākie lietišķie rezultāti

Jauna tehnoloģija daudzkanālu kvazi-vienlaicīgai datu iegūšanai

Lietojot DASP pamatprincipus (konkrēti - nevienmērīgi diskretizētu signālu atjaunošanu), izstrādāta jauna metode daudzkanālu kvazi-vienlaicīgai datu iegūšanai. Tās priekšrocības ir daudz vienkāršākā aparātūras realizācija (salīdzinot ar paralēlām datu iegūšanas struktūrām) vai daudz augstāka bezuzklājumu frekvenču josla (salīdzinot ar tradicionālām multipleksētām datu iegūšanas struktūrām).

Izgatavota DEMO sistēma, kas ilustrē šīs priekšrocības. Šīs tehnoloģijas izmantošanas pamatjoma ir instrumenti biomedicīnai.



Saistītās publikācijas:

Artyukh Y., Bilinskis I., Rybakov A., Stepins V. Pseudo-randomisation of multiplexer-based data acquisition from multiple signal sources. *Proceedings of the "2007 Workshop on Digital Alias-free Signal Processing" (WDASP'07)*, 2007, London, UK, p. 31-34.

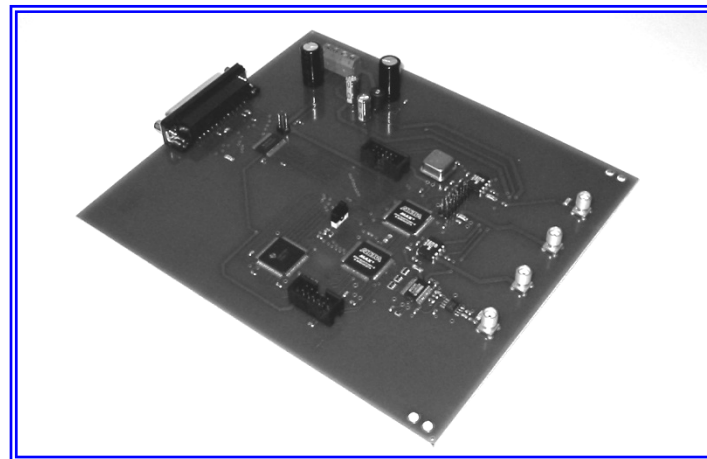
Domāta: uzņēmumiem, kas nodarbojas ar zinātnietilpīgu instrumentu izstrādi un ražošanu datu iegūšanai.
Izplatīšanas formas: brīva zināšanu pārnese publikāciju veidā; tehnoloģijas licencēšana pēc pieprasījuma.

Svarīgākie lietišķie rezultāti

Uz DASP balstīta tehnoloģija diskrētai sinhronai demodulācijai

Šī tehnoloģija balstās uz periodisku taisnstūra funkciju izmantošanu parasto sinusoidālo vietā, lai aprēķinātu Furjē koeficientus, kas nosaka komplekso amplitūdu. Tas ļauj ievērojami vienkāršot demodulatora struktūru un palielināt tā darbības ātrumu.

DEMO sistēma ilustrē kHz rajona šaurjoslas signāla fāzes un maksimālās amplitūdas periodisku mērīšanu, kas modulēti ar efektīvo amplitūdas izšķirtspēju 16-17 biti. Tehnoloģija galvenokārt orientēta uz pielietojumiem, kas saistīti ar bioimpedances mērīšanu dabiskas biomodulācijas apstākļos.



Saistītā publikācija:

Yu. Artyukh, E. Boole, V. Vedin. *Digital Synchronous Demodulator for Measurement of Complex Amplitude Deviation* // *Electronics and Electrical Engineering*. – Kaunas: Technologija, 2006, No. 5(69), pp. 29-32.

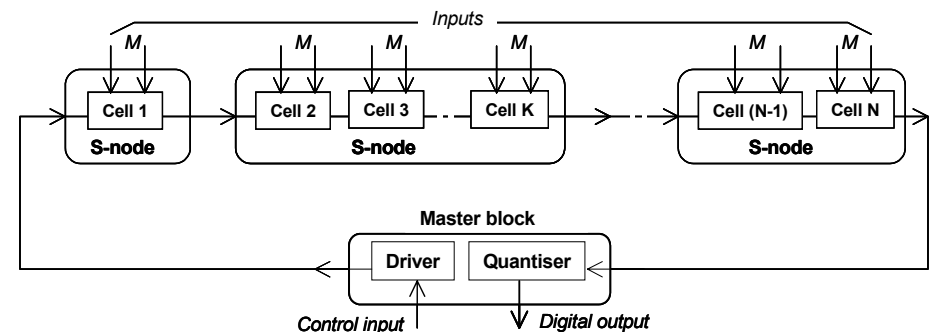
Tehnoloģija domāta: uzņēmumiem, kas nodarbojas ar zinātnietilpīgu instrumentu izstrādi un ražošanu biomedicīnai.

Izplatīšanas formas: brīva zināšanu pārnese publikāciju veidā; tehnoloģijas licencēšana pēc pieprasījuma.

Svarīgākie lietišķie rezultāti

Jauna tehnoloģija plaša pielietojuma daudzkanālu datu iegūšanas sistēmu projektēšanai

Tehnoloģija ir balstīta uz signāla diskretizācijas un kvantēšanas telpisku atdalīšanu. Lai to realizētu, tiek izmantota impulsu platuma modulācija. Tiek akcentēta specifisku sadalītu ACP struktūru veidošana, kuri spējīgi nodrošināt līdz vairāku simtu signālu vienlaicīgu pārveidošanu. Piedāvāta specifiska ziedlapķēdes struktūra, kā arī viena mezgla struktūra, kas pielāgotas šīs tehnoloģijas realizēšanai.



Saistītā publikācija:

I.Bilinskis, Yu.Artyukh. *An Approach to Distributed Analog-to-Digital Conversion. Automatic Control and Computer Sciences*, № 5, 2006, pp. 3-11.

Tehnoloģija domāta: uzņēmumiem, kas nodarbojas ar specializētu mikroshēmu projektēšanu un ražošanu.
Izplatīšanas formas: brīva zināšanu pārnese publikāciju veidā; tehnoloģijas licencēšana pēc pieprasījuma.

Svarīgākie lietišķie rezultāti

Programmu bibliotēka objektu detektēšanai pelēko tonu attēlos reālā laika režīmā

Bibliotēka satur apakšprogrammas, kuru kombinēšana pie dažādiem objektu izmēru parametriem dod iespēju detektēt dažādu izmēru un veidu piemaisījumus pārtikas iepakojumos.

Bibliotēka izveidota, izmantojot C valodu un tiek piedāvāta sistēmām, kas darbojas Microsoft Windows vidē. Tā satur apakšprogrammas:

- sistēmas pārvades funkcijas linearizēšanai;
- fona izmaiņu filtrēšanai;
- izmantojamo sliekšņu vērtību noteikšanai;
- sliekšņa pielietošanai bināru attēlu iegūšanai;
- loģiskajām operācijām ar bināriem attēliem;
- atrasto objektu atzīmēšanai attēlos;
- dažādu palīgfunkciju veikšanai.

Apakšprogrammas ir realizētas, izmantojot algoritmus, kas palielina izpildes ātrumu un nodrošina to neatkarību no attēla satura.

Saistītās publikācijas:

A.Lorencs, I.Mednieks and J.Sinica-Sinavskis. *Fast Object Detection In Digital Grayscale Images // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B., 2009 Natural, Exact, and Applied Sciences. Volume 63, Number 3 / 2009, pp.116-124.*

Tehnoloģija domāta: uzņēmumiem, kas nodarbojas ar rentgena sistēmu izstrādi un ražošanu pārtikas produktu kvalitātes kontrolei.

Izplatīšanas formas: programmatūras licencēšana.

Svarīgākie lietišķie rezultāti

Aparatūras struktūras objektu detektēšanai pelēko toņu attēlos reālā laika režīmā

Tiek piedāvātas aparatūras struktūras objektu detektēšanas uzdevumu risināšanai ar īpaši augstu ātrdarbību, realizējot tās FPGA mikroshēmās.

Divas pamatstruktūras ir aizsargātas ar Latvijas patentiem.

Tiek piedāvāts konsultēt mazos un vidējos uzņēmumus šādu struktūru realizēšanai uz specializētu FPGA mikroshēmu bāzes.

Saistītās publikācijas:

- I.Mednieks, A.Skageris. *Real Time Image Processing for Object Detection* // *Electronics and Electrical Engineering*, 2009, No.4(92), pp.33-36.
- LR patents Nr. 13857. “Digitālu rentģena attēlu analizators svešķermeņu atklāšanai objektos reālā laika režīmā”. Izgudrotāji: I.Mednieks, A.Skaģeris. Īpašnieks: Elektronikas un datorzinātņu institūts, publicēts 20.03.2009.
- LR patents Nr. 13942. “Digitālu pelēko toņu attēlu analizators”. Izgudrotāji: I.Mednieks, A.Skaģeris. Īpašnieks: Elektronikas un datorzinātņu institūts, publicēts 20.08.2009

Tehnoloģija domāta: uzņēmumiem, kas nodarbojas ar rentģena sistēmu izstrādi un ražošanu pārtikas produktu kvalitātes kontrolei.

Izplatīšanas formas: patentētu aparatūras struktūru licencēšana, konsultācijas FPGA shēmu izstrādē.

NOSLĒGUMS

Projekta izpildes gaitā sasniegti visi galvenie projektā paredzētie mērķi, tai skaitā:

- **ir radīta virkne metodisku un tehnisku risinājumu, kuriem ir būtiska zinātniskā un lietišķā nozīme;**
- **tika izdota viena monogrāfija un publicēti 39 raksti LŽP atzītos starptautiskos zinātniskos izdevumos, 31 no tiem ir atrodami anonīmi recenzētos un starptautiski pieejamās datu bāzēs referētos zinātniskajos izdevumos;**
- **nolasīti 32 referāti starptautiskās konferencēs;**
- **reģistrēti 2 Eiropas patenti, viens ASV patents un 5 Latvijas patenti, apstiprināts un publicēts 1 Eiropas patenta pieteikums;**
- **izstrādāti un aizstāvēti 3 maģistra darbi, 2 inženieru diplomprojekti un 3 bakalaura darbi, 2009. gadā notiek divu promocijas darbu izstrāde.**