

## **Informatīvā atskaite**

**par projekta Nr.4**

**“Jaunu tehnoloģiju izpēte un pielietošana elektroniskās aparātbūves jomā”**

**piektā etapa realizāciju**

**Projekta vadītājs: Dr.hab.sc.comp. J.Artjuhs**

**Elektronikas un datorzinātņu institūts**

Šajā projektā galvenā uzmanība ir koncentrēta uz to informācijas tehnoloģiju izpēti, kuras ir Latvijas oriģinālais produkts un kuras var veicināt Latvijā ražotas aparātūras konkurētspēju pasaules tirgū. Ievērojot šo principu, bija formulēti pētījumu uzdevumi un iegūtie rezultāti ir tālāk īsumā aprakstīti.

### Daudzkanālu laika ciparotāju augstu blīvumu notikumu plūsmām izstrāde un izpēte laika diskretizācijas gadījumam.

Uzdevums iekļāva pētījumus sekojošos virzienos: analogisku iekārtu tirdzniecības iespēju izpēte un analīze; jaunas iekārtas, piemērotas mazas sērijas ražošanai, izstrāde; darbības pārbaudes un funkciju demonstrēšanas programmatūras izstrāde; iekārtas rūpīga pārbaude, lai iegūtu iekārtas ticamu specifikāciju.

Veiktā tirgus izpēte parādīja, ka uz Laika-Ciparu-Pārveidotājiem (LCP) bāzēti notikumu taimeri var būt labi pieprasīti augsto tehnoloģiju produktu tirgū. Lai šādi taimeri būtu konkurētspējīgi, kopā ar novatoriskiem strukturāliem risinājumiem tiem vienlaikus jānodrošina augsta veiktspēja un saprātīga cena. Lai to panāktu, tika veikta rūpīga LCP mikroshēmu potenciālo iespēju izpēte. Eksperimentāli tika novērtēta vienas no labākajām LCP mikroshēmām faktiskā veiktspēja.

Iegūtie rezultāti bija vājāki par ražotāju norādītajiem (jo īpaši pie lielas ieejas notikumu frekvences). Šo svarīgo faktu jāņem vērā tālākajos līdzīgu LCP mikroshēmu pielietojumos.

Pētījumu rezultātā ir radīts ātrdarbīga notikumu taimera ar neierobežotu mērīšanas laika diapazonu eksperimentāls paraugs. Var izdarīt vispārēju secinājumu, ka dažas no komerciāli pieejamām LCP mikroshēmām (piemēram, TDC-GPX) ir noderīgas tādu notikumu taimeru projektēšanai, kuri domāti pielietojumiem, kuriem nepieciešamas kompakta iekārtas ar spēju veikt ātrdarbīgu daudzkanālu notikumu apstrādi. Notikumu taimeris, kurš ir radīts dotā pētījuma ietvaros, nodrošina labu cenas/veiktspējas attiecību salīdzinājumā ar komerciāli pieejamām šāda tipa iekārtām.

### Video datu savākšanas un priekšapstrādes metožu izpēte objektu identifikācijai reālā laika sistēmās.

Šī uzdevuma ietvaros tika veikti sekojoši darbi: izstrādātas metodes svešķermeņu atrašanai objektos, apstrādājot to digitālus attēlus; izstrādāta patentējama iekārtas struktūra, kas realizē vienu no piedāvātajām metodēm; veikta moderno video datu savākšanas metožu un komponentu analīze; izstrādāts video datu savākšanas iekārtas makets.

Ir izstrādātas un aprakstītas publikācijās ātrdarbīgas pelēku attēlu apstrādes metodes svešķermeņu atrašanai objektos: mainīga fona kompensācijas metode, kas izmanto mediānas filtrus; attēlu klasifikācijas metode, kas balstīta uz lineāru regresijas modeļu pielietošanu; svešķermeņu identifikācijas metode, kas balstīta uz kovariācijas raksturlielumu noteikšanu attēlu fragmentos.

Izstrādāta iekārtas struktūra, kas realizē ātrdarbīgu svešķermeņu atrašanu objektos, izmantojot piedāvāto mainīga fona kompensācijas pieeju ar tai sekojošu attēla pikseļu vērtību sliekšņa pielietošanu svešķermeņu pikseļu detektēšanai un lēmuma kārtulas izmantošanu kompakto objektu drošai izdalīšanai. Tiek gatavots patenta pieteikums uz šo iekārtas

struktūru. Šādas iekārtas var pielietot kvalitātes kontrolei rūpnieciskajā (piem. pārtikas) ražošanā, kas balstīta uz ražojumu rentgena attēlu apstrādi reālā laika režīmā.

Veikta nepieciešamā izpēte un izstrādāts video datu savākšanas iekārtas makets, kurš nodrošina video datu plūsmas ievadi signālapstrādes procesorā ar nelielu attēlu sekošanas frekvenci (1-2 Hz). Izstrādātais tehniskais risinājums izmantojams, projektējot portatīvas personālās video datu apstrādes ierīces.

#### Augstas integrācijas pakāpes mikroshēmas pielietošanas iespējas augstas precizitātes notikumu taimēšanas ierīču izbūvē izpēte.

Šī uzdevuma ietvaros tika veikti pētījumi sekojošos virzienos: aparātūves līdzekļu maksimālas integrācijas iespējas, atbildīgo un svarīgo komponentu maksimāla optimizācija un jaunākās elementu bāzes pielietošana, reālā laika sistēmas programmu pielietošanas iespējas, realizācijas specifika pārnesamās (mobilās) iekārtās.

Tiek turpināta agrāk labi pārbaudītā uz diskrēto signālapstrādi (DSA) balstītā pieeja augstas precizitātes notikumu taimēšanai. Turpinoties izstrādei, tiek radīta koncepcija jaunai, uz DSA pieeju balstītai, augstas precizitātes notikumu taimeru paaudzei. Koncepcija ietver modificētu analogo signālu veidošanas tehniku, specifiskām signālu īpašībām piemērotu DSA algoritmu un augstas integrācijas līmeņa mikroshēmu (tādu kā FPGA) pielietošana reāla laika DSA vajadzībām.

Balstoties uz minēto koncepciju, tika izstrādāts kompakts augstas precizitātes notikumu taimera eksperimentāls modelis. Salīdzinot ar labāko no iepriekšējiem "Riga Event Timer" modeļiem, tas nodrošina divreiz labāku izšķirt spēju ( $< 4$  ps), augstāku mērīšanas ātrumu (līdz 25 MHz), daudz mazākus izmērus (130x120 mm) un daudz mazāku enerģijas patēriņu ( $< 6$ W).

Ņemot vērā salīdzināmu izstrādājumu faktisko veiktspēju, šķiet, ka iegūtie rezultāti varētu būt piemēroti izstrādājumiem augsto tehnoloģiju jomā, piemēram, satelītu tehnoloģijās.

#### Augstas precizitātes notikumu laika noteikšanas sistēmas kļūdu novērtēšanas metodes izstrāde un kļūdu izpēte reālos precīzo taimeros.

Šī uzdevuma ietvaros tika veikti pētījumi sekojošos virzienos: galvenie mērījumu kļūdu veidi, kļūdu novērtēšanas eksperimentālās metodes, testēšanas pārbaudēm nepieciešamās programmatūras izveidošana un testēšanas sistēmas aprobēšana.

Ir izstrādāti augstas precizitātes notikumu taimeru kļūdu teorijas pamati. Ir definētas galvenās kļūdu komponentes un tiek piedāvāta pieeja kļūdu noteikšanai ar statistiskās testēšanas palīdzību. Piedāvātās testēšanas metodes tika novērtētas, ar to palīdzību pārbaudot dažādus notikumu taimerus.

#### Jaunas spektra novērtēšanas metodes izpēte, kas adaptēta signālu nevienmērīgas diskretizācijas gadījumam.

Šī uzdevuma ietvaros tika veikti pētījumi sekojošos virzienos: starp-interferences veidošanās likumsakarību izpēte; starp-interferences novēršanas metodes datormodelēšana, algoritma izstrāde un realizēšana.

Nolūkā sagatavot zinātniski tehnisko bāzi, lai paplašinātu pielietojumu apgabalu progresīvajai daudzkanālu datu iegūšanas tehnoloģijai, kas balstās uz signālu reprezentēšanu ar sinusoidālu references funkciju un šo signālu krustpunktu laika momentu plūsmu, veikti pētījumi, kā izmantot uz šīs tehnoloģijas bāzes radīto ātrdarbīgo signālu spektru iegūšanas metodi, novēršot iespējamās spektra un atjaunoto signālu kropļojumus, saistītus ar starp-interferences ietekmi uz minēto datu iegūšanu. Noteiktas šīs starp-interferences veidošanās likumsakarības un izstrādāts algoritms, kā noteikt un būtiski samazināt starp-interferences radīto kļūdu lielumu.

Kopumā projekta izpildes gaitā 2008. gadā tika sasniegti visi galvenie programmā paredzētie mērķi. Turklāt pēdējā gada laikā projekta ietvaros ir radīta virkne metodisku un tehnisku risinājumu, kuriem ir sava zinātniskā un lietišķā nozīme.

Kā papildus uzdevums projektam 2008. gadā ir izstrādāta jauna pieeja ļoti augstas precizitātes notikumu taimeru projektēšanā, kura dod iespēju krasi samazināt to gabarītus un patērēto jaudu un tādejādi padara tos piemērotus izmantošanai kosmiskajos aparātos. Perspektīvā tādi taimeri var tikt izmantoti jauna veida kosmiskajos eksperimentos, piemēram, vienvirziena ar lāzeri veicamai attālumu mērīšanai un ar lāzeri veicamai precīzai laika pārraidīšanai. Balstoties uz sadarbību ar starptautisko organizāciju "International Laser Ranging Service" ietvaros un sadarbības līgumiem ar ārzemju zinātniskajām institūcijām, 2008.gadā izpildīti 5 pasūtījumi, kas ir saistīti ar laika mērīšanas sistēmu izstrādi uz komerciāliem pamatiem, no:

- National Institute of Information and Communications Technology (Japan)
- Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences
- Beijing SLR Station of China Academy of Surveying and Mapping
- Space Research Centre of the Polish Academy of Sciences
- Korea Astronomy and Space Science Institute

\*\*\*

**Projekta izpildes laikā 2008. gadā tika publicēti 16 raksti, tajā skaitā saistīti ar projektiem galvenie raksti:**

Yu. Artyukh, I. Bilinskis, A. Rybakov, K. Sudars, V. Vedin. Modular Multi-channel Data Acquisition Systems // Automatic Control and Computer Sciences, 2008, Vol. 42, No. 3, pp. 113–119.

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

A. Rybakov. Estimation and Correction of the Time Bias of a Calculated Trajectory in Satellite Laser Ranging // Automatic Control and Computer Sciences, 2008, Vol. 42, No. 1, pp. 1–9.

E. Boole, D. Stepin, V. Stepin. Delay Evaluation in Interactive Exchange with Controllable Devices for Some Types of Computer Interfaces // Electronics and Electrical Engineering, 2008, No.4(84), pp.81-84.

I. Bilinskis, Yu. Artyukh, M. Min. Decentralized Multi-channel Digitising of Bioimpedance Signals. Proceedings of 14th Nordic-Baltic Conference on Biomedical Engineering and Medical Physics, 2008, Vol.20, pp. 190-193.

A. Lorencs, I. Mednieks, J. Sinica-Sinavskis. Biomedical Image Processing Based on Regression Models. Proceedings of 14th Nordic-Baltic Conference on Biomedical Engineering and Medical Physics, Riga, 2008, Vol.20, pp. 536-539.

I. Mednieks. Object detection in grayscale images based on covariance features. Proceedings of International Conference on Signals and Electronic Systems, Krakow, 2008. pp. 205-209.

Starptautiskā konferencē "The 10-th International Conference and Exhibition Digital Signal Processing and its Applications (DSPA'2008), (Moscow, March 26-28 2008) tika referēti un npublicēti divi referāti.

Starptautiskā konferencē “International Conference on Signals and Electronic Systems ICSES 2008 (Krakow, Poland, September 14-17, 2008). tika prezentēts un nopublicēts viens referāts.

Starptautiskā konferencē “16th International Workshop on Laser Ranging, (Poznan, Poland, October 13-17, 2008) tika prezentēti trīs referāti.

Starptautiska konferencē “NBC - 14th Nordic-Baltic Conference on Biomedical Engineering and Medical Physics” (Riga, June 16-20 2008) tika prezentēti un nopublicēti divi referāti.

Starptautiskā konferencē “The 12th International Conference “ELECTRONICS’2008”, (Kaunas, 17 May 2008) tika prezentēti un nopublicēti četri referāti.

Baltijas zinātnes un tehnoloģiju izstādē aizsardzības jomā (Tartu, Igaunija, 24.-27. septembris) tiks prezentēts eksponāts “High-performance Timing Systems for Satellite Technologies”

### **Saņemti patenti:**

Eiropas patents No. 1746427. Method and apparatus for spectral estimations adapted to non-uniformity of sampling. Inventors: I. Bilinskis, J. Artjuhs, A. Ribakovs. Proprietor of the patent: Institute of Electronics and Computer Sciences of Latvia. Bulletin 2008/02, 09.01.2008.

LR patents Nr. 13662. “Ierīce īsu vienreizēju impulsu amplitūdas mērīšanai”. Izgudrotājs: V.Bespaļko. Īpašnieks: Elektronikas un datorzinātņu institūts, publicēts 20.02.2008.

LR patents Nr. 13686. “Laika intervālu mērītājs un tā kalibrēšanas metode”. Izgudrotāji: J.Artjuhs, V.Bespaļko, K.Lapuška, A.Ribakovs. Īpašnieks: Elektronikas un datorzinātņu institūts, publicēts 20.05.2008.