

TEADUSE TIPPKESKUS CEBE

Integreeritud elektroonikasüsteemide ja biomeditsiinitehnika tippkeskus CEBE (Centre for Integrated Electronic Systems and Biomedical Engineering) on üks seitsmest Eesti teaduse tippkeskustest, mis põhineb kolme Tallinna Tehnikaülikooli institutsiooni koostööl. CEBEs osalevad:

- Arvutitehnika instituut (ATI)
- Elektroonika instituut (ELIN)
- Tehnomeedikum (TM)

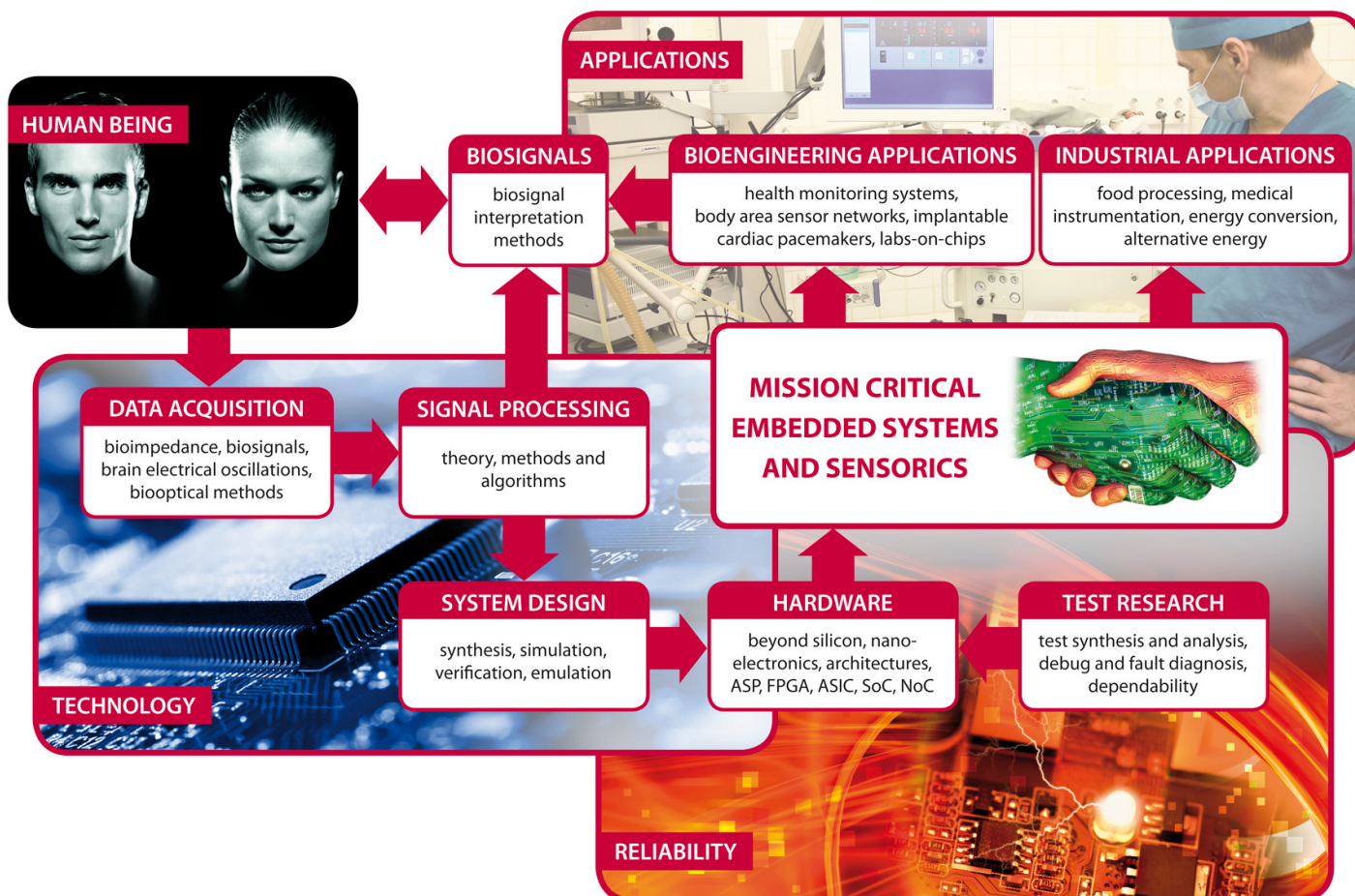
CEBE eesmärgiks on olla Eesti juhtiv uurimiskeskus elektroonika komponentide, elektroonika- ja sardsüsteemide ning arvuti- ja biomeditsiinitehnika valdkondades. Teostatakse interdistsiplinaarsed teadusuuringud elektroonika, analoog- ja digitaaldisaini, diagnostika ning biomeditsiinitehnika alal missioonikriitiliste sardsüsteemide valdkonnas.

CEBE KUI KOLME MAAILMA ÜHENDAV PIIRIRIIK

Biomeditsiinitehnika, elektroonika ja arvutitehnika on teadused, mis arenevad eri "maailmades", kus räägitakse eri keeli. See teeb omavahelise suhtlemise keeruliseks, sest tuleb ületada nii ruumi- kui kultuuribarjääre, kus aga iga piiriületus uude ja võõraste keskkonda toob kaasa eksootikat ning põnevust.

CEBE – on idee ja vahend, mis aitab piire ületades kahte eksistentsi, elavat ja tehislukku, ühtse meediumi abil kokku viia. Niisuguseks meediumiks sobib elekter, kus vooluvõngete keeles oskavad oma lugusid jutustada elavad inimrakud ja mida hästi mõistaksid ka transistorid tehismaailmas, kui neid selleks vaid "koolitada".

CEBE unikaalsus põhineb analüüsi ja sünteesi sünergial. Elavat loodust uuritakse, tehislodust luuakse. Bioinsenerid



Ülevaade CEBE teadussuundadest

interpreteerivad ja analüüsivad inimrakkude biosignaalesse peidetud sisu, elektroonikud sünteesivad selle transistormaaailma algoritmilisse kõnepruuki, arvuti-arkhitektid aga loovad intelligentseid transistorkooslusi, mis inimrakkude kõnet mõistaksid ja sellele reageeriks nii nagu bioinsenerid ja meedikud seda ootaksid.

Käesolev uudisleht annab ülevaate kolme valdkonna teadlaste pingutustest möödunud aasta jooksul missioonikriitiliste suhtlusvõrgustike loomisel elus- ja tehismaailma vahel eesmärgiga hoolitseda inimese tervise eest. Uurimistöö toimealadeks on veresoonte resistentsuse hindamine, aju seisundi diagnostika, dialüüsi monitooring, uued efektiivsed biosignaali töötlemisalgoritmid, uute signaalitöötlusprotsessorite arhitektuurid, nende disain, verifitseerimine ja diagnostika. Koostöö koordineerimiseks nimetatud probleemide uurimise huvides on käivitatud kuus ühisprojekti, millest detailsemalt tuleb juttu allpool.

Raimund Ubar, TTÜ arvutitehnika instituudi professor ja tippkeskuse CEBE juht.

OLULISEMAD TULEMUSED

AJAVAHEMIKUL APRILL 2009 – APRILL 2010

- CEBE rahvusvaheline seminar koos CEBE Rahvusvahelise Nõuandva Koja koosolekuga, 29.-30. Aprill, 2009.

RAHVUSVAHELISED PROJEKTID

- Käivitus EU REGPOT skeemi raames rahastatav kompetentsuskeskus CREDES - Centre of Research Excellence in Dependable Embedded Systems (2009-2011): <http://credes.ttu.ee/>
- Viidi läbi koostöös Tartu Ülikooliga EAS eeluuring „Foucault kardiograafi väljaarendamine“
- Lõpetati etapp ning viidi läbi EL (OLAF) projekti „Conductivity study of Euro Coins“ edukas projektikohtumine/tööaruanne TTÜs (05.05.09) Euroopa Komisjoni esindaja Thomas Spoormans'i osavõtul.
- Lõppes 7. raamprogrammi projekti DIAMOND eeluuring "Kõrgtasemel töötava mikroelektroonika kiipide projekteerimisvigate diagnostikameetodi väljaarendamine" (30.04.2009).
- Finantseerimise sai uus 7. Raamprogrammi projekt: DIAMOND - Diagnosis, Error Modelling and Correction for Reliable Systems Design, Koordinaator: Tallinna Tehnikaülikool, Jaan Raik.
- Käivitus uus projekt koostöö raames ELIKO arenduskeskusega "Hajus-sardsüsteemide testimine, verifitseerimine ja diagnostika".
- Käivitati programmi EUROSTARS raames projekti eeluuring teemal EU31126 "Keerukate elektroonika-trükkplaatide tootmisvigate tuvastamistehnoloogia arendamine" 7.07.2009 (periood 26.05.2009 kuni 24.09.2009).
- Viidi läbi EAS eeluuring "COMBO - Keerukate elektroonika-trükkplaatide tootmisvigate tuvastamistehnoloogia arendamine" (26.05-24.09.09). Töö toimus koostöös firmaga Testonica Lab OÜ.

- Lisandus uus rahvusvaheline projekt "Experimental research for adaptive failure diagnosis based on structural multi-core emulation test (ERADOS)". Partnerid: TU Ilmenau, Goepel Electronic (Saksamaa), ATI TTU. Finantseerija: Thueringer Aufbaubank (Saksamaa). Projekti number: 2008 FE 9047. Kestvus: 2 aastat. Eesti poolne koordinaator – A.Jutman.

DOKTORITÖÖDE KAITSMISED

- Sergei Devadze "Fault Simulation of Digital Systems", juhendajad: Raimund Ubar, Peeter Ellervee, kaitstud 24. aug. 2009.
- Andrei Krivoshei, "Model Based Method for Adaptive Decomposition of the Thoracic Bio-Impedance Variations into Cardiac and Respiratory Components", juhendaja Mart Min, kaitstud 21. sept. 2009.
- Vineeth Govind, "Testitavusel põhinev välise testi ja diagnoosi meetod kahemõõtmeliste kiipvõrkudele", juhendaja Jaan Raik, kaitstud 27. nov. 2009.
- Paul Annus, "Multichannel Bioimpedance Spectroscopy: Instrumentation Methods and Design Principles", juhendaja Mart Min, kaitstud 11. jaanuar 2010.



CEBE rahvusvahelise nõukoja koosolek aprillis 2009

KÜLALISLOENGUD

- XXII Nordic-Baltic Congress of Cardiology, Reykjavik, 3.-5. Juuni 2009. M. Viigimaa kutsutud lektor teemal „Treatment of hypertension in 2009“
- International Summer Academy 2009, "Design and Test Technology for Dependable Hardware / Software Systems", TU Brandenburg, Cottbus, 25.-26. Juuni 2009. J. Raik, kutsutud lektor teemal "Verification and debug of digital systems", G. Jervan, kutsutud lektor teemal "System level design for dependability and reliability".
- Ilmenau Tehnikaülikool (Saksamaa). A.Jutmani külalisloeng trükkplaatide testimisest (oktoober 22-27, 2009).

Loe CEBE veebist ka CEBE
uudiskirja esimest numbrit:
cebe.ttu.ee

LEIUTISED

- Eesti patent P200700005 (reg.nr. 05166): Meetod ja seade RFID-vastuvõtja dekodeeri sünkroniseerimiseks (15.04.2009). Autorid: Olev Märtens, Alar Kuusik, Aivar Liimets.
- Euroopa Patendiameti otsus (05.05.2009) välja anda Euroopa patent (WO 2005/122889) „Simultaneous Discrete-Time Analysis of Features of Substances”. Autorid: Mart Min, Raul Land, Toomas Parve, Olev Märtens ja Ants Ronk.
- USA Patenditaotlus US12/524191 (23.07.2009) Method and Device for Synchronization of a Decoder for a RFID Receiver (Autorid: O. Märtens, A. Kuusik, A. Liimets).
- Töötati välja põhimõtted skaleeritava impedants-spektroskoopia teostamiseks (prioriteet registreeriti Euroopa Patendiametis 23.10.2009).
- European Patent EP1786322B1. Simultaneous discrete-time analysis of features of substances. Ainete omaduste üheaegne analüüs diskreetse ajas. Inventors: Min Mart, Land Raul, Parve Toomas, Märtens Olev, Ronk Ants. Owner: Tallinn University of Technology. Patent granted: 28.10.2009.
- European Patent Application EP09013404, filed 23.10.2009. Method and device for fast measurement of frequency response with scalable short chirp signals. Meetod ja seade sageduskarakteristikute mõõtmiseks lühikeste skaleeritavate siristussignaallidega. Inventors: Mart Min, Toivo Paavle, Raul Land, Paul Annus, Toomas Parve. Owners: TTU and TAK ELIKO.

TEADUSE POPULARISEERIMINE

- M. Min ja M. Viigimaa tutvustasid ETV hommikusaates CEBE tegevust ja teadustulemusi (29.04.09).
- M. Viigimaa, K. Meigas, D. Karai ja K. Pilt tutvustasid TV3-s (aprill 2009) ateroskleroosi varajase avastamise optilist meetodit ja seadme katsekemplari.
- Esinemine Raadio 4 venekeelses saatesarjas „Newtoni õun“ (2 saadet novembris 2009, Mart Min).
- Esinemine Raadio 4 venekeelses saatesarjas „Newtoni õun“, Vikerraadio teadussaates ja Kuku-raadio uudistes (veebruari 2010, Jaan Raik).

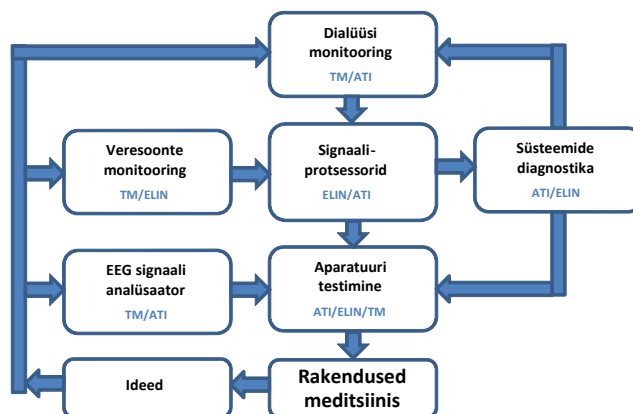
TEADUSE TIPPKESKUSES CEBE KÄIVITUNUD KOOSTÖÖPROJEKTID

Tippkeskuses CEBE on käivitunud järgmised kuus koostööprojekti:

- Rakendus-spetsiifilised protsessorid signaalitöötlemiseks biomeditsiinis (Peeter Ellervee)
- Signaalitöötlusprotsessorite verifitseerimine ja diagnostika (Raimund Ubar)
- Mitteinvasiivne perifeerne veresoonte resistentsuse monitooring (Kalju Meigas)
- Aju seisundi diagnostika EEG signaali analüüsi abil (Maksim Jenihhin)
- Dialüüsi häireteväba monitooring (Ivo Fridolin)

- Elektronika aparatuuri testimine ja enesediagnostika (Artur Jutman)

Alljärgnev joonis kujutab loetletud projektide omavahelist seotust:



RAKENDUS-SPETSIIFILISED PROTSESSORID SIGNAALITÖÖTLUSEKS BIOMEDITSIINIS.

Projekti eesmärgiks on välja töötada efektiivseid meetodeid rakendus-spetsiifiliste protsessorite projekteerimiseks biomeditsiinis kasutatava signaalitöötlemise jaoks.

Üheks võimalikuks rakenduseks on bio-impedantsi mõõtmine, mis võimaldab hinnata organi või koe omadusi. Meetodi olemuseks on kudede takistuse mõõtmine erinevatel sagedustel, mis lubab hinnata nii rakusise kui ka rakkudevahelise vedeliku seisukorda (suhtelist hulka). Mitme elektroodi kasutamine mõõtmisel lubab saada mõõtetulemusi keha või organi erinevate osade kohta, mis omakorda lubab hinnata erinevaid talitusi - südame töö, verevarustuse seisund, lihaste jt. kudede olukord.

Bio-impedantsi efektiivseks mõõtmiseks on vaja kasutada mitmeid mõõtepunkte (6-10) ja kõrgeid sagedusi (MHz-d). Sellest johtuv kõrge võendamis-sagedus esitab omakorda nõuded signaalitöötlemisele, mis tuleb vähemalt osaliselt teostada reaajas. Signaalitöötlemise ülesannet lihtsustab aga see, et kõrgsagedusega osa on seotud andmete eeltöötlemisega (filtreerimine, võendamine jne.) mõõteobjekti (nt. organ) läheduses.

Projektist on võimalik pikemalt lugeda käesoleva uudiskirja järgmises peatükis „Rakendus-spetsiifilised protsessorid signaalitöötlemiseks biomeditsiinis“.

SIGNAALITÖÖTLUSPROTSESSORITE VERIFITSEERIMINE JA DIAGNOSTIKA.

Projekti eesmärgiks on välja töötada efektiivseid meetodeid signaalitöötlemisele orienteeritud rakendus-spetsiifiliste protsessorite verifitseerimiseks, rikete diagnoosiks ja veakindluse tagamiseks.

Meditsiinis rakendatavate elektronikaseadmete üheks põhiliseks nõudeks on usaldusväärsus ja veakindlus ehk võimalike vigade ning rikete automaatne avastamine nii projekteerimisel, valmistamisel kui ka eksploatatsioonis. Kõige raskem probleem nende nõuete täitmisel on hakkama saada süsteemide keerukusega, mis nõuab hierarhilisi lähenemisviise, kus aga mitmete probleemide puhul

hierarhilised meetodid kas üldse puuduvad või olemasolevate lahenduste kvaliteet jätab praktikas soovida.

Koostöös ELIN-iga (M.Min) töötatakse ATI (R.Ubar) teadurite poolt välja uus keerukate digitaalsüsteemide verifitseerimise ja testimise metoodika, mis põhineb ATI-s väljatöötatud ja edasi arendataval mitmetasemeliste otsustusdiagrammide teoorial. CEBE signaalitöötlusplatvormi näiteskeemide VHDL-keelne kirjeldus sünteesitakse kõrgtaseme otsustusdiagrammide mudeliks, kasutades ATI-s väljatöötatavat tarkvara APRICOT. Arendamisel olev uudne teooria võimaldab ühtset lähenemisviisi nii hierarhia kõrgemate kui ka madalamate tasemete käsitlemiseks ning efektiivselt ühitada nii verifitseerimist kui ka testimist. Esimese tulemusena selles valdkonnas on juba väljatöötatud ülikiire rikete simulaator, mis on põhiliseks tööriistaks nii süsteemide verifitseerimisel, vigade diagnoosil kui ka rikete lokaliseerimisel.

MITTEINVASIIVNE PERIFERNE VERESOONTE RESISTENTSUSE MONITOORING.

Käesoleva töö sisuks on välja töötada meetod ja prototüüp, mis võimaldaks mitteinvasiivselt ja pidevalt monitoorida perifeerset veresoonte resistentsust.

Mitteinvasiivne perifeerne veresoonte resistentsuse monitooring on oluline mitmete südamehaiguste korral (eriti kõrgvererõhutõbi ja südamepuudulikkus) patsiendi seisundi monitoorimisel ja ravi juhtimisel. Meetod põhineks ühelt poolt arterite jäikuse optilisel mõõtmisel pulsiline levimiskiiruse (Pulse Wave Velocity) kaudu ja teisalt südame minutimahu (Cardiac Output) mõõtmisel kasutades elektrilist impedantsmeetodit. Kahe meetodi kombineerimine võimaldaks pidevalt ja mitteinvasiivselt monitoorida perifeerset veresoonteresistentsust (Total Peripheral Resistance – TPR) ning selle dünaamikat, mis põhineb suures osas arteri seina mehhaanilistel muutustel ja samuti südame võimsusel.

Planeerime uuringuid hüpertooniatõvega patsientidel. Üheks meie poolt väljatöötatava meetodi potentsiaalseks kasutusallaks on vererõhuravi alustamisel ravimi valik. Meetod võib potentsiaalselt optimeerida ka antihüpertensiivse ravi juhtimist, eriti resistentse ravile raskesti alluva hüpertensiooni korral. Kuna väljatöötatav meetod võimaldab TPR pidevat monitoorimist, saab seda rakendada ka südamehaigete intensiivravi juhtimisel.

Koostöös osalevateks partneriteks on TM (K.Meigas), ELIN (M.Min) ja Põhja-Eesti Regionaalhaigla kardioloogia keskus (M.Viigimaa), kus viiakse läbi meditsiinilisi uuringuid patsientidel.

AJU SEISUNDI DIAGNOSTIKA EEG SIGNAALI ANALÜÜSI ABIL.

Projekti eesmärgiks on spetsiaalsete protsessorite (mikrokiipide/FPGA lahenduste) väljatöötamine aju seisundi hindamiseks EEG signaali analüüsi abil.

Analüüsi aluseks on spektraalse asümmeetria indeksi (SASI) arvutamine EEG spektri järgi. SASI arvutus põhineb kahe spektririba, spetsiaalselt valitud kõrgemal ja madalamal spektri maksimumist, võimsuste võrdlemisel. Kõrgema ja madalama spektririba võimsuste tasakaal

sisaldab informatsiooni väikestest muutustest ajus bioelektrilises aktiivsuses. SASI võimaldab hinnata depressiooni, tuvastada erinevate tegurite (mikrolaineikiirgus, alkohol jt.) mõju ajule, tagada ajus seisundi jälgimist ja kontrolli.

Projekti partneriteks on TM (H. Hinrikus) ja ATI (M. Jenihhin), kus TM rolliks on EEG signaali analüüsi algoritmide välja töötamine ja ATI ülesandeks spetsiaalprotsessori projekteerimine ning implementeerimine kasutades FPGA-tehnoloogiat.

Loodaval spetsiaalprotsessoril võrreldes olemasolevate analoogsete statsionaarsete seadmetega on rida eeliseid. Kuna seade on kaasaskantav, siis on võimalik teha katseid korduvalt, mitte statsionaarselt haiglas, vaid patsiendile sobivas keskkonnas.

DIALÜÜSI HÄIRETEVABA MONITOORING.

Projekti üldeesmärgiks on uurida dialüüsravi doosi hindamise võimalust reaalajas ilma vereproove võtmata optilise dialüüsi adekvaatsuse monitoriga. Käimasoleva uurimistöö konkreetseks eesmärgiks on välja töötada signaalitöötusalgoritmid, mis võimaldaksid maksimaalselt stabiilset ja häireteväba dialüüsravi doosi hinnangut dialüüsravi käigus optilise monitori abil.

Seni on häirekindluse suurendamiseks kasutatud mediaanfiltrit, mis elimineerib äkilised muutused reaalajas mõõdetud signalist kas tänu õhumullide esinemisele mõõtesüsteemis või muudel põhjustel. Kahjuks ei ole selline lähenemine piisavalt paindlik, kui tegemist on selliste parameetrite nagu verevoolu ja dialüüsadiivoolu kiiruse muutusest või fistula ebaefektiivsuse funktsioneerimisest tingitud häiretega. Häiretest vabanemiseks on koostöös ATI-ga välja töötatud kaks uut algoritmi - AVR ja SMART, mis püüavad detekteerida, arvestada ja parandada reaalajas mõõdetud signaali mittesoovitavatest kõikumistest tingitud hälbeid. Selle tulemusena peaks dialüüsravi doosi hindamine dialüüsravi käigus optilise monitori abil olema stabiilsem ja häirekindlam.

Koostöös osalevateks partneriteks on TM (I.Fridolin) ja ATI (R.Ubar), kus TM rolliks on optilise dialüüsi adekvaatsuse monitori tarkvara uuendamine vastavalt uutele häirekindlatele algoritmidele ja nende riistvaraline katsetamine kliinilistes uuringutes, ATI ülesandeks on uute häirekindlate algoritmide välja töötamine, testimine, verifitseerimine, optimeerimine ja juurutamine dialüüsravi doosi hindamiseks.

Märkimist väärivaks tulemuseks antud projektis on saavutatud sünergeetiline efekt kahe erineva valdkonna koostöös, kus tehniliste süsteemide defektide diagnoosi meetodit õnnestus rakendada dialüüsraavis doosi hindamisel ja raviefekti ennustamisel.

ELEKTROONIKAAPARATUURI TESTIMINE JA ENESEDIAGNOSTIKA.

Projekti eesmärgiks on töötada välja metodoloogia keerukate elektroonikaskemide testimiseks, mis põhineb trükkplaadil asuva mikroprotsessori testprogrammide sünteesi automatiseerimisel.

Projekti vaadeldakse mikroprotsessorsüsteeme, milliste puhul oleks loomulik süsteemi kui terviku enesetestimise ja -diagnoosi funktsioonid anda üle mikroprotsessorile. Probleemiks on aga see, et selliste testprogrammide koostamine mikroprotsessorite jaoks toimub tänapäeval käsitsi, mis on aga väga ajamahukas ning seetõttu oluliseks piduriks projekteerimistsükli jaoks kuluva perioodi lühendamisel.

Projekti ülesandeks on töötada välja meetod ja vahendid mikroprotsessorite testprogrammide sünteesi automatiseerimiseks. Meetodi aluseks on ATI-s välja töötatud kõrgtaseme otsustusdiagrammide teooria, mille abil luuakse testitava süsteemi mudel ning millise baasil omakorda töötatakse välja algoritmid mikroprotsessori testprogrammi käskude ja andmete jadade automaatseks sünteesiks. Uue testimise metodoloogia realiseerimiseks töötatakse välja uued originaalsed võimalused olemasolevate standardite (näiteks, Boundary Scan, mikroprotsessorite debugimise standart jt) efektiivsemaks kasutamiseks. Töötatakse välja ka uudsed lahendused komponentide isetestismehanismide kohandamiseks plaadi tasemel testimiseks.

Projekti partneriteks on ATI (A. Jutman) ja ELIN (M. Min), kus esimese rolliks on uute testimise tehnoloogiate ja meetodite väljatöötamine ja teise ülesandeks on katseobjektide ettevalmistamine ning lõppkasutaja nõuete kokkupanemine.

Projekti tähendus ja mõju ulatuvad kaugemale kui CEBE rakendusotstarbeline tegevusvaldkond. Arvestades seda, et elektroonikatööstuse teenused ja tooted moodustavad olulise osa Eesti ekspordist, siis antud projekti tulemustel on otsene kasu Eesti majandusele ja ühiskonnale. Seniseid töögrupi tulemusi elektroonikaplaatide testimisel on juba rakendatud näiteks Tallinna Ericssoni tehases. Teoreetilises plaanis arendatakse edasi kõrgtaseme otsustusdiagrammide teooriat, uurides selle võimalusi mikroprotsessorsüsteemide diagnostilisel modelleerimisel.

RAKENDUS-SPETSIIFILISED PROTSESSORID SIGNAALITÖÖTLUSEKS BIOMEDITSIINIS

Projekti eesmärk: Rakendus-spetsiifiliste protsessorite disain biomeditsiinis kasutatava signaalitöötlemise jaoks

Partnerid: ATI - protsessori(te) arhitektuursed lahendid; ELIN - signaalitöötlemis-algoritmid

Kirjeldus: Biomeditsiinis kasutatakse organe/kude omaduste mõõtmiseks paljudel juhtudel mitmekanalilisi andmekogumis-seadmeid. Põhjuseks eelkõige see, et kasulik informatsioon on üldjuhul maskeeritud keha/organi üldtegevusena tekkivate muude signaalide poolt, mis konkreetse mõõtmise jaoks osutuvad müradeks. Näiteks võib tuua südametegevust iseloomustavate signaalidega kaasnevaid hingamistegevuse signaale.

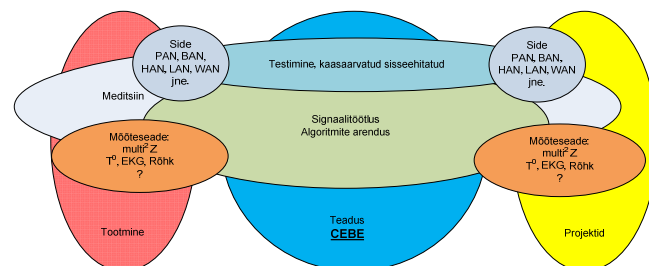
Bio-impedantsi mõõtmine on üks viis organi/koe omaduste hindamiseks. Olemuseks on kudede takistuse mõõtmine erinevatel sagedustel, mis lubab hinnata nii rakkude kui ka rakkudevahelise vedeliku seisukorda. Mitme elektroodi kasutamine mõõtmisel lubab saada mõõtetulemusi

keha/organi erinevate osade kohta, mis omakorda lubab hinnata erinevaid talitusi - südame töö, vere seisund, lihaste jt. kudede olukord.

Bio-impedantsi efektiivseks mõõtmiseks on vaja kasutada mitmeid mõõtepunkte (6-10) ja kõrgeid sagedusi (MHz-id). Sellest johtuv kõrge võendamis-sagedus esitab omakorda nõuded signaalitöötlemisele, mis tuleb vähemalt osaliselt teostada reaajas ja kohapeal. Signaalitöötlemise ülesannet lihtsustab aga see, et kõrgsagedusega osa on seotud andmete eeltöötlemisega (filtreerimine jne.) mõõteobjekti (nt. organ) läheduses. Ehk siis, kõrgsagedusega eriprotsessorit on vaja ainult spetsialiseeritud ülesannete lahendamiseks. Järgnevat põhialüüsi saab teostada universaalsete tööjaamade või isegi personaalarvutite abil.

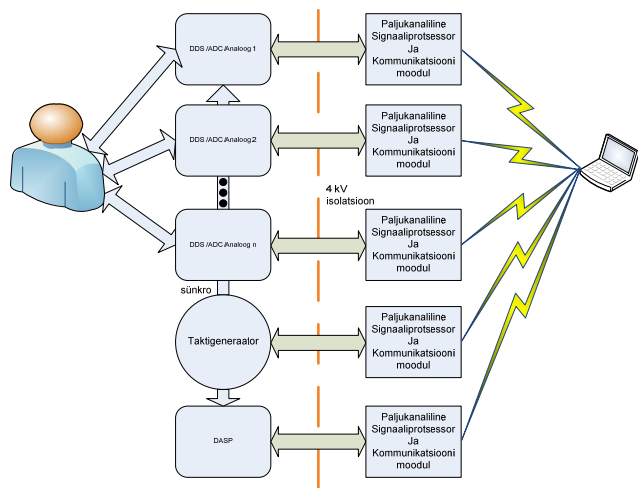
Antud projekti lähieesmärgiks on bio-impedantsi mõõtmisel vajaliku reaajas töötava andmete kogumis- ja filtreerimis-protsessori loomine. Signaalide mõõtmise ja võendamise iseärasustest tingituna peab kasutama ala-võendamist, millega võib kaasna nn. alias-efekt (fantoom-harmoniliste tekkimise oht). Seda efekti aitaks vähendada hajutatud ja osaliselt juhuslik võendamine, mis seab aga täiendavad nõuded eelprotsessori keerukusele ja programmeeritavusele. Partnerite koostöö eesmärgiks on välja selgitada sobivaim tasakaal eel- ja järeltöötlemise keerukuse ja paindlikkuse vahel.

Kaugema eesmärgina võiks välja tuua meetodika ja vahendite loomist, mis lubaksid sarnaste eeltöötlemise rakendus-spetsiifiliste protsessorite projekteerimist lähtudes mitte ainult signaalitöötlemis-algoritmist vaid ka nt. jõudlusest, täpsusest, energiatarbest, mobiilsusest. Samuti tuleks arendada algoritmide ja protsessorite testmetoodikat, sealhulgas ka kaaluda efektiivseid sisseehitatud testalgoritme mis võimaldaksid hinnata seadme korrasolekut reaajas.

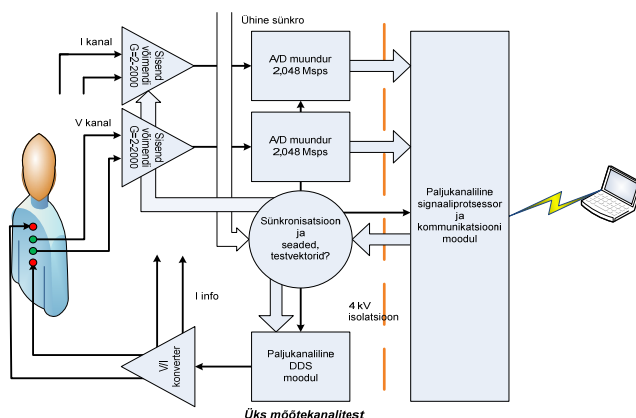


Tingitult ülesannete eripalgelisusest ja tihti soovitatavast koosmõõtmisest mitmes kanalis korraga on seade otstarbekas jagada mooduliteks. Iga moodul kujutab endast mitmesageduslikku ergutusallikat ja signaalitöötlemisõhmet, mis võimaldab töödelda vastuseid kõikidest kanalitest lähtuvatele ergutussignaalidele.

Moodulite omavahelise koostöö tagamiseks on otstarbekas ühise sünkronisatsiooni olemasolu. Sünkroniseerimist vajaksid nii ühtne takt, kui ka impedantsi mõõtetakt. Viimaseks oleks otstarbekas valida 1ms. Kaaluda tasuks millisekundi sünkro lisamist ühtsele taktile. Näiteks Gold koodi kasutades. Samuti võiks takti olla kodeeritud ühtne ajasignaal. Oluline on tagada sünkronisatsiooni piisavalt väike jitter. Mõõtesagedusel 1 MHz tekib impedantsi ühe kraadine mõõteviga juba 2,8ns kõrvalekalde korral. Arutlusel on olnud testiinfo lisamine taktisignaali.



Selleks et tekiks usaldusväärne ja tuntud referents spetsiifiliste ja optimeeritud algoritmide headuse hindamiseks on otstarbekas alustada klassikalisest Fourier protsessorist. Võttes aluseks näiteks 8 moodulit ja 8 sagedust igasühes on vajalik korraga vähemalt 64 erineva sagedusega ergutusele vastava sisendsignaali töötlemine. Otstarbekas oleks rakendada vähemalt 1024 punktilist FFT algoritmi, et tagada piisav vabadus sageduste valikul, seda eraldi nii pingele kui ka voolukanalis.



Lisaks moodulite jagunemisele kanalite kaupa, on ilmselt otstarbekas jagada mooduleid ka sisemiselt – analoog- ja digitaalosaks. See tagaks paindlikkuse signaaliprotsessorite ja algoritmide vahetusel. Mõistlik tundub jagamine AD muunduri digitaalväljundi ja signaaliprotsessori vahel olevas järjestikk kanalisis, mis võimaldab vajadusel ka meditsiinis vajaliku 4kV kaitsebarjääri kasutamist.

Arenduskeskkonna lähteparametrid võiks olla:

- 1-n (max n vähemalt 8) mõõtekanalit
- 1-m (m vähemalt 4 (8?) mõõtesagedust mis genereeritakse vajadusel igas kanalisis
- 1 ms mõõteaken impedantsi tulemuste jaoks
- Mõõtesageduste vahemik: 1 kHz – 1MHz
- Impedantsi mõõtevahemik 1 oom – 1 kiloom
- Piiratud vooluga takistulik vooluallikas max 400uA
- Sidekanal: USB 3.0 või Ethernet (optiline)

Otstarbekaks tuleb pidada mitmete ühesuguste platformide olemasolu, mis võimaldaks paindlikku koostööd mitmel pool. Üheks selliseks võimaluseks oleks Altium NanoBoard 3000XN – with fixed Xilinx® Spartan™-3AN device (XC3S1400AN-4FGG676C) vms. Altiumi NanoBoard eelseks võiks pidada tema tihedat integreeritust Altium Designer tarkvaraga, millest tõenäoliselt saab ELIN'i standardkeskkond trükkplaatide valmistamisel. Teiseks on tegu ka suhteliselt soodsa hinnaga mooduliga, mis maksab 300 EUR'i.

Aasta 2010 esimesel poolaastal tuleks läbi viia:

- Arhitektuuri ja komponentide valik
- Vajalike moodulite ja tarkvara soetamine
- Analooosia disain ja katsetused

Teisel poolaastal võiks jõuda modulaarse süsteemi prototüübi valmimiseni, mis kasutaks standartset FFT algoritmi.

Meeskond:

- ATI – Peeter Ellervee, Maksim Gorev, Vadim Pesonen
- ELIN – Paul Annus, Mart Min

JÄRGMISED OLULISED SÜNDMUSED

- CEBE korraldab regulaarselt erinevaid *seminare*. Jooksev informatsioon on leitav CEBE veebis: cebe.ttu.ee
- 3-4 oktoober 2010 toimub *CEBE rahvusvahelise nõukoja teine kokkusaamine*. Üritus on avatud kõigile! Täpsem informatsioon CEBE veebist: cebe.ttu.ee
- 4-6 oktoober 2010 toimub *12th Biennial Baltic Electronics Conference (BEC2010)*. Täpsem informatsioon: www.elin.ttu.ee/bec/10/

CEBE

Centre for Integrated Electronic Systems
and Biomedical Engineering



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Euroopa Liit
Euroopa
Regionaalarengu Fond



Eesti tulevikku heaks