

Arvutisüsteemide instituut, 2017. aasta teadus- ja arendustegevuse aruanne

Arvutisüsteemide instituut

Department of Computer Systems

Margus Kruus, margus.kruus@ttu.ee, +372 620 2250

Instituudi struktuuriüksused on:

- Arukate süsteemide keskus
- Arvutisüsteemide õppekeskus
- Biorobotika keskus
- Usaldusväärsete arvutisüsteemide keskus

Structural units in the department are:

- Centre for Intelligent Systems
- Study Centre for Computer Systems
- Centre for Biorobotics
- Centre for Dependable Computing Systems

Instituudis tegutsevad järgmised uurimisrühmad:

- Usaldusväärsete arvutisüsteemide keskus
- Biorobotika keskus
- Arukate süsteemide keskus

The Department conducts research within 3 research centres:

- Centre of Dependable Computing Systems Design
- Centre for Biorobotics
- Centre for Intelligent Systems

Teadus- ja arendustegevuse ülevaade uurimisrühmade lõikes

Centre of Dependable Computing Systems Design

Head of the centre: Professor Jaan Raik , jaan.raik@ttu.ee

The research in the Centre of Dependable Computing Systems Design covers a wide range of topics in the areas of design, reliability, verification and testing of nanoelectronic systems (including multi-/many-core systems):

- Study of aging and rejuvenation in nanometer technologies (cooperation with TU Delft, Politecnico di Torino and PUCRS, Brazil);
- Hardware security in on-chip networks (TU Munich);
- Dependability, test and fault management for many-core systems (cooperation: IBM, Recore Systems, Testonica Lab OÜ);
- Many-core based mixed criticality systems (cooperation: Politecnico di Torino);
- Hardware/software co-simulation of cyber-physical systems (cooperation: German Space Centre DLR);
- Embedded test instruments for digital systems (cooperation: Testonica Lab OÜ);
- Algorithms, sensors and signal processing in biomedical applications (cooperation: Bosch Sortec);
- Diagnostic test generation and microprocessor testing;
- Multi-aspect verification of computing systems.

The centre is the initiator of several pan-European actions. It coordinates the Horizon 2020 RIA IMMORTAL and the Horizon 2020 Twinning action TUTORIAL. It also participated in the FP7 collaborative research project BASTION and is a partner in the national centre of research excellence EXCITE. The centre also coordinates the Marie Skłodowska Curie ITN RESCUE project that started in 2017.

In 2017

The most significant research results were related to the research on nanoelectronics technology aging and on system-level test and fault management. In addition, the research group started implementation of two new fault-resilient chip designs. A significant achievement was the successful coordination and launch of the MSC ITN RESCUE project.

Usaldusväärsete arvutisüsteemide keskus

Keskuse juht: professor Jaan Raik , jaan.raik@ttu.ee

Usaldusväärsete arvutisüsteemide keskuse uurimistöö põhisuunad hõlmavad laia teemade ringi digitaalsüsteemide (k.a. mitme- ja paljutuumalised süsteemid) projekteerimise, usaldusväärsuse, verifitseerimise ja testimise vallast:

- Digitaaltehnoogia vananemisprotsesside ja noorendamisstrateegiate uurimine (koostöö Delfti TÜ, Politecnico di Torino ja PUCRS, Brasiiliaga);
- Riistvara turve kiipvõrkudes (koostöö: Müncheni TÜ);
- Paljutuumaliste süsteemide usaldusväärsus, testimine ja rikete haldus (koostöö firmadega IBM, Recore Systems, Testonica Lab OÜ);
- Mitme kriitilisusastmega paljutuumalised süsteemid (koostöö: Politecnico di Torino);
- Küberfüüsikaliste süsteemide riistvara/tarkvara koossimuleerimine (koostöö: Saksa kosmosekeskus DLR);

- Digitaalsüsteemide testimise sardinstrumentid (koostöö firmaga Testonica Lab OÜ);
- Algoritmid, sensorid ja signaalitöötlus biomeditsiini rakendustes (koostöö: Bosch Sensortec);
- Diagnostiline testigenerimine ja mikroprotsessorite test;
- Arvutisüsteemide erinevate aspektide koosverifitseerimine.

Keskus on mitmete üle-euroopaliste aktsioonide eestvedaja, koordineerides Horisont 2020 RIA projekti IMMORTAL ja Horisont 2020 Twinning projekti TUTORIAL. Uurimisrühm osales ka 7. RP europrojektis BASTION ja on partneriks Arvutisüsteemide instituudi poolt koordineeritavas teaduse tippkeskuses EXCITE. Aastal 2017 käivitus edukalt uus Marie Skłodowska Curie ITN projektile RESCUE.

Uurimisrühma aasta 2017 kõige olulistemateks tulemusteks on:

Kõige olulisemad tulemused olid seotud nanoelektronika tehnoloogia vananemise ning arvutiriistvara rikkehalduse meetodite uurimisega. Lisaks alustas uurimisrühm kahe uue tõrkekindla kiibi projekteerimisega. Märkimisväärne saavutus oli MSC ITN RESCUE projekti edukas koordineerimine ja käivitamine.

Centre for Biorobotics

Head of the centre: professor Maarja Kruusmaa , maarja.kruusmaa@ttu.ee
<http://www.biorobotics.ttu.ee>

Centre for Biorobotics focuses on bionic and bio-inspired applications of underwater technologies, including bio-inspired robotics, sensing and analysis of data.

Our core competences are:

- Underwater robotics;
- Flow sensing;
- Experimental fluid dynamics;
- Soft robotics;
- Environmental sensing and monitoring.

Some of our research activities include:

- Development and deployment of a bio-inspired robot U-CAT for underwater monitoring;
- Development of new types of flow sensors inspired by fish lateral line for underwater robots;
- Control and navigation of underwater robots in flows;
- Sensing and characterisation of complex underwater environments using flow sensors;
- Large scale hydrodynamic sensing of ocean environment;
- Sensors for barotrauma studies in hydropowerplants;
- Development and control of soft actuators for underwater propulsion;
- Development of underwater sensor systems for safe navigation in harbours.

We are currently coordinating the following projects:

H2020 LakHsMI (Sensors for Large Scale Hydrodynamic Imaging) <http://www.lakhsmi.eu>
Estonian Centre for Excellence in IT (EXCITE) <http://excite.it.ee>

and are involved in the following international projects:

FP7 Marie Curie ITN Robocademy (European Underwater Robotics Academy)
H2020 FitHydro (Fish Friendly Hydropower Technologies) <http://www.fithydro.eu>
FLAG-ERA RoboCom++ (Rethinking Robot Companions of the Future)
<http://www.robocomplusplus.eu>

For more information please visit www.biorobotics.ttu.ee

Biorobotika keskus

Keskuse juht: professor Maarja Kruusmaa , maarja.kruusmaa@ttu.ee
<http://www.biorobotics.ttu.ee>

Biorobotika keskus arendab välja bioloogiast inspireeritud ja bioonilisi tehnoloogiaid allveerakendusteks, sealhulgas bioloogiast inspireeritud allveeroboteid, allveeandureid ja andmeanalüüse.

Meie peamised kompetentsid on:

- Robotika ja allveerobotika;
- Anduritehnika ja allveeandurite tehnoloogia;
- Eksperimentaalne vedelikedünaamika;
- Pehmed robotid;
- Andurid ja seadmed keskkonnaseireks ning andmete analüüs.

Meie peamised uurimisteemad on:

- Bioloogiast inspireeritud allveeroboti U-CAT arendamine ka kasutamine allveeuuringuteks;
- Bioloogiast inspireeritud vooluandurite arendamine ja kasutamine veekeskkondade analüüsiks;
- Allveerobotite navigatsioon ja juhtimine kasutades uudseid bioloogiast inspireeritud vooluandureid;
- Keeruliste looduslike veekeskkondade analüüs kasutades uudseid vooluandureid;
- Andurid laiaulatuslike ookeani keskkonnauuringute jaoks;
- Andurid hüdroenergiajaamade barotraumauringuteks;
- Pehmete täiturite arendamine ning nende juhtimine allveerakendusteks;
- Andurite võrgustiku arendamine turvaliseks navigatsiooniks sadamates.

Me koordineerime järgmisi teadusprojekte:

- H2020 LakHsMI (Sensors for Large Scale Hydrodynamic Imaging) <http://www.lakhsmi.eu>
- Estonian Centre for Excellence in IT (EXCITE) <http://excite.it.ee>

ning osaleme järgmistes teadusprojektides:

- FP7 Marie Curie ITN Robocademy (European Underwater Robotics Academy)
- H2020 FitHydro (Fish Friendly Hydropower Technologies) <http://www.fithydro.eu>
- FLAG-ERA RoboCom++ (Rethinking Robot Companions of the Future)
<http://www.robocomplusplus.eu>

Lisainfo www.biorobotics.ttu.ee

Centre for Intelligent Systems

Head of the centre: associate professor Eduard Petlenkov , eduard.petlenkov@ttu.ee

Homepage: www.is-centre.eu/

Centre for Intelligent Systems was established in the Department of Computer Systems in January 2017 on the basis of Control Systems Research Laboratory, Chair of Automatic Control and System Analysis and Chair of Circuit Theory and Design.

The Centre consists of two laboratories: Control Systems Research Laboratory (<http://a-lab.ee>) and Virtual and Augmented Reality Laboratory (<http://recreation.ee>).

Core competences of the Centre for Intelligent systems are:

- Modelling, control and analysis of complex nonlinear dynamic systems;
- Fractional-order modelling and control;
- Development of research software;
- Self-learning and adaptation methods in control systems;
- Computational Intelligence Algorithms - Artificial Neural Networks, Genetic Algorithms, Fuzzy Logic;
- Distributed Control Systems;
- Data analysis;
- Microcontrollers and design of electronic systems;
- Virtual and Augmented Reality applications.

The research group focuses on development and implementation of novel efficient control techniques for Industry 4.0 applications based on the combination of classical industrial controllers with computational intelligence methods and knowledge based reasoning.

Examples of research activities:

- ✓ Development of a toolbox modelling and analysis of Fractional Order Systems as well as design of Fractional Order controllers - FOMCON toolbox. Available at <http://fomcon.net/> ;
- ✓ Hardware implementation of Fractional Order Controllers;
- ✓ Development and application of advanced modelling and control methods for District Heating Plants including practical implementation in Distributed Control Systems;
- ✓ Computational methods based analysis of vehicle insurance data and development of a software tool for estimation of insurance risks;
- ✓ Modeling and low-complexity analysis of large scale power networks;
- ✓ Exploring the possibilities and advantages of inducing synesthetic experiences in Virtual Reality;
- ✓ Modelling of human behavioral dynamics in Virtual Reality;

- ✓ Development and modelling of interactive e-learning tools and methods including analysis and modelling of student behavior.

Arukate süsteemide keskus

Keskuse juht: dotsent Eduard Petlenkov , eduard.petlenkov@ttu.ee

Veebileht: www.is-centre.eu/

Arvutisüsteemide instituudi Arukate süsteemide keskus loodi jaanuaris 2017 automaatjuhtimise teaduslaboratooriumi, automaatjuhtimise ja süsteemianalüüsi õppetooli ning siduteooria ja -disaini õppetooli baasil.

Keskus koosneb kahest teaduslaborist: Automaatjuhtimise teaduslaboratoorium (<http://a-lab.ee>) ning Virtuaalse ja täiendatud reaalsuse laboratoorium (<http://recreation.ee>).

Arukate süsteemide keskuse põhikompetentsideks on:

- Keeruliste dünaamiliste süsteemide modelleerimine ja juhtimine;
- Murrulistel tuletistel põhinevad mudelid ja juhtimisalgoritmid;
- Teadustarkvara arendus;
- Iseõppimise ja adapteerimise meetodid juhtimissüsteemides;
- Tehisintellekti meetodid - tehisnärvivõrgud, hägus loogika, geneetilised algoritmid;
- Hajusjuhtimissüsteemid;
- Andmeanalüüs;
- Mikrokontrollerid ja elektroonsete süsteemide projekteerimine;
- Virtuaalse ja liitreaalsuse rakendused.

Uurimisgruppi põhifookuseks on uute efektiivsete väljatöötamine ja realiseerimine uue põlvkonna tööstuse (Tööstus 4.0) rakendustes. Selleks on uurimistöö suunatud klassikaliste tööstuskontrollerite integreerimine teadmiste põhiste meetoditega.

Uurimisgrupi viimaste aastate teadustegevuste näidisteks on:

- Murrulistel tuletistel põhinevate juhtimissüsteemide projekteerimiseks ning vastavate protsesside modelleerimiseks ettenähtud tarkvarapaketi FOMCON (<http://fomcon.net>) arendus;
- Murrulistel tuletistel põhinevate kontrollerite riistvaraline realiseerimine;
- Arukate adaptiivsete juhtimisalgoritmide väljatöötamine, tarkvaraline realiseerimine ja rakendus hajusjuhtimissüsteemis soojuselektrijaamade efektiivsemaks juhtimiseks;
- Tehisintellekti meetoditel põhineva liikluskindlustuse riskide hindamise süsteemi projekteerimine ja tarkvaraline realiseerimine;
- Suurte elektrivõrkude modelleerimine ja analüüs;
- Uuringud tehniliste võimaluste loomiseks sünesteesia neuroloogilise fenomeni teaduslikuks uurimiseks virtuaalreaalsuse keskkonnas;
- Inimese käitumise dünaamika modelleerimine virtuaalreaalsuses;
- Interaktiivsete e-õppimismeetodite ning vahendite uurimine ja arendus, õppuri käitumise uurimine ning modelleerimine.