

Thomas Johann Seebecki elektroonikainstituut

Instituudi 2024. aasta teadus- ja arendustegevuse ülevaade

Instituudi 2024. aasta kuni 3 kõige olulisemat edulugu

2024. aasta oli T. J. Seebecki elektroonikainstituudile kasvuaasta, mille jooksul püsilepinguga töötajate arv kasvas üle 40%. See sai suuresti võimalikuks tänu edukusele konkurentsipõhise teadusarendusrahastuse taotlemisel, mis on samas eeltingimus projektide ellu viimisel. Oma olulise tööpanuse andsid ka neli lõputöö kaitsnud doktoranti, mis on samuti kolmandiku võrra rohkem kaitsmisi kui eelmisel aastal. Alguse said kolm uut Eesti teadusarendusprojekti ja üks rahvusvaheline projekt, mis laiendasid elektroonikainstituudi biomeditsiini valdkonna tegevusi nanomaterjalide arendamise suunas ja sidevaldkonna tegevusi optilise side uurimise suunas. Optilise side teaduslabori loomist võib pidada Elektroonikainstituudi 2024. aasta üheks olulisimaks sündmuseks. Labori loomine võimaldab muuhulgas arendada meetodeid valguskaablite kahjustuste kiireks ja täpseks tuvastamiseks, mis on üha kasvava tähtsusega ülesanne Eestile.

2024. aastal oli instituut seotud veel viie suuremahulise projektiga raadioside, meditsiiniseadmete, IoT ja jätkusuutliku sardelektronika valdkondades. Ligi kahekümne miljoni eurose eelarvega projekt „5G-BALTICS, Katkematu 5G leviala kogu Via Baltica koridoris“ saab Elektroonikainstituudi juhtimisel avalöögi 2025. aasta alguses.

Tavapäraselt märkimisväärne oli instituudi panus Tallinna Tehnikaülikooli patendiportfelli: 2024. aastal anti sisse üheksa patenditaotlust ning saadi kätte viis patenti. Mõlema arvu poolest on Elektroonikainstituut Tallinna Tehnikaülikoolis esikohal.

TA valdkonna väljakutsed 2025. aastaks

2025. aastal on oluline edukalt jätkata alustatud TA projektide ellu viimist. Eesmärgiks on veelgi tihendada koostööd ettevõtetega, seda eeskätt Eesti Elektroonikatööstuse Liidu kaasabil, pakkudes tehnoloogiaseiret ja tehnoloogiate piloteerimist. Endiselt on fookuses jätkusuutliku elektroonika temaatika eesmärgiga leida ühishuviseid Eesti ettevõtetega. Varasemast rohkem tähelepanu on plaanis pöörata hetkel üliolulisele kaitsevaldkonnale.

TA valdkonna 2024. aasta väljakutsed ja nende tulemused

Väljakutse

Plaanis on jätkata teadusarendustegevust elektroonikainstituudi võtmevaldkondades, milleks on 5G ja uuemad mobiilsidetehnoloogiad, mõõte- ja sensortehnika. Senisest enam on planeeritud panustada Euroopa kaksiküleminekut toetavatesse valdkondadesse side- ja muu taristu energiaefektiivsuse tõstmine sardmasinõppe rakendamise ja arendamise teel ning tuleviku roheelektronika

lahenduste välja töötamise, milleks tehakse muuhulgas tihedat koostööd TalTechi Inseneriteaduskonnaga ja teiste teadusasutustega, eeskätt Tartu ülikooliga.

Täitmine/tulemused

Instituudi tegevused 2024. aastal vastasid hästi planeeritule. Roheelktroonika lahenduste valdkonnas, mis on instituudile uus valdkond, puudusid veel publikatsioonid, kuid loodi olulist taustateadmist. Jätkusuutlikkuse teemasse panustatakse jätkuvalt uuel perioodil.

Olulisemad soetatud seadmed

Jätkuvalt on suurimad investeeringud tehtud sidetehnoloogiate uurimistaristusse, mille hulka kuulub TalTechi akadeemiline 5G mobiilsidevõrk koguinvesteeringuga riist- ja tarkvarasse ning mõõtetehnikasse üle poole miljoni euro. 2024. aastal alustati optilise side teaduslabori sisustamist, mille aparatuuri on investeeritud üle viiekümne tuhande euro ning mida on laenuseadmetega aidanud täiendada Tele2 Eesti ja välispartnerid. Täiendavalt investeeriti 16000 eurot WiFi7 õppe- ja teaduslaborisse. Olulise mõne aasta taguse investeeringuna tuleb veel mainida 150000 eurot ületavat investeeringut raadiosignaalidele varjestatud kambris elektromagnetilise kiirguse mõõtmiseks, mis leiab kasutust koos inseneriteaduskonna ja Lennuakadeemiaga.

Koondhinnang instituudis kasutusel oleva taristu seisundi kohta

hea

Selgitus instituudis kasutusel oleva taristu seisundi kohta

Olemasolev sidevaldkonna teadustaristu, mille hulka kuuluvad WiFi, 5G raadio- ja fiibervõrgu seadmed on kaasaegsel tasemel. Ometi tuleb silmas pidada, et tehnoloogia uueneb kiiresti ning ajaga kaasas käimiseks, näiteks 6G mobiilside teadustöök, tuleb seadmeid ja eeskätt tarkvara pidevalt investeeringute toel uuendada. Optilise side labori süstemaatilisemaks kasutamiseks oleks otstarbekas ülikooli piirkonnas asuvad valguskaablid tulevikus ühendada ringvõrku, mis nõuab ülikooli ja Tehnopolis linnaku tasemel otsuseid. Instituudis kasutusel olevate mõõteriistade keskmine vanus on umbes kümme aastat, kuid märkimisväärsete koheste investeeringute vajadus puudub. Instituudil puuduvad suuremahulised andmekogud. Tervisetehnoloogiatega seotud projektides kogutakse vähesel määral meditsiinilisi andmeid, mille pikaaegne säilitamine ja levitamine on isikuandmete kaitse põhjustel piiratud.

1 Mõõteelektroonika uurimisrühm

Uurimisrühma juht

Olev Märtens, vanemteadur, olev.martens@taltech.ee

Uurimisrühma liikmed

Olev Märtens, Doktor, vanemteadur

Paul Annus, Doktor, vanemteadur

Raul Land, Doktor, vanemteadur

Andrei Krivošei, Doktor, vanemteadur

Mart Min, teaduste kandidaat, emeriitprofessor

Anar Abdullayev, Magister, doktorant-nooremteadur

Margus Metshein, Doktor, teadur

Võtmesõnad

Eesti keeles

impedants-spektroskoopia; impedants-tomograafia; pöörivool; reaal-ajaline mõõtmine; mõõteriistad

Inglise keeles

impedance spectroscopy; impedance tomography; eddy current; real-time; measurement; instrumentation

Uurimisrühma kompetentside tutvustus

Rühma ülevaade eesti keeles

Uurimisrühma teadus- ja arendustegevus on suunatud elektrilise, peamiselt impedants-spektroskoopia (kuid mitte ainult) mõõtmislahendustele. See hõlmab vastavate instrumentide, signaalide ja signaalitötluse arendamist ja uurimist erinevate rakenduste jaoks (mh testiks ja diagnostikaks, nt bio-, tervise- ja meditsiinitehnoloogiates, mikrofluidikas, metalli- ja elektroonikatööstustes ja mujal).

Rühma ülevaade inglise keeles

The group performs R&D of electrical impedance spectroscopy measurement solutions. This covers the developing and investigation of related instrumentation, signals and signal processing for several applications (including test and diagnostics e.g. in bio-, healthcare, medical and microfluidics areas, for metal, electronics and other industries).

Viimaste aastate olulisemad projektid:

PRG1483 Innovatiivne impedants-spektroskoopia: lahendused ja rakendused 2022 - 2026
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/20b4b90e-32cc-4470-a45c-f0cacd3edcef>

TEM-TA43 Uudsed lahendused pehmete kudede kliiniliseks jälgimiseks 2024 - 2028
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/d431b624-3eed-451c-8542-429ab33a8b5e>

Viimaste aastate olulisemad artiklid:

Abdullayev, Anar; Rist, Marek; Krivošei, Andrei; Metshein, Margus; Land, Raul; Märten, Olev (2024). A DSP-based Multichannel EBI Measurement Device. 2024 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC): Glasgow, Scotland, 20–23 May 2024. IEEE, 1–6. DOI: 10.1109/I2MTC60896.2024.10560714. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/10fb5850-8d5d-40a9-bf13-388426aec2ac>

Metshein, M.; Tuulik, V.-R.; Tuulik, V.; Min, M.; Kumm, M.; Annus, P.; Märten, O. (2024). Body Fat Proportion Estimation by the Segmental Bioelectrical Impedance Analysis of Forearm. Proceedings of the IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC2024): I²MTC 2024: IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference, Glasgow, Scotland, May 20-23, 2024. Glasgow, United Kingdom: IEEE Operations Center, 1–5. DOI: 10.1109/I2MTC60896.2024.10560671. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/68d0905a-a8e2-4b71-b1f7-dc1a1bfa7d07>

Saeed, M.; Märten, O.; Larras, B.; Frappe, A.; John, D.; Cardiff, B. (2024). ECG Classification With Event-Driven Sampling. IEEE Access, 12, 25188–25199. DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3364115. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/c7c727b2-60c4-44d9-9f01-1cf5b6d53112>

Peng, C.; Ratassep, M.; Annus, P.; Rist, M.; Land, R.; Märten, O. (2024). Flexible Data Acquisition System with Custom Front-End for Ultrasonic NDT Research. 2024 19th Biennial Baltic Electronics Conference (BEC): 19th Biennial Baltic Electronics Conference (BEC2024), Tallinn, Estonia, October 2-4 2024. IEEE, 1–4. DOI: 10.1109/BEC61458.2024.10737989. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/2def2684-606d-46b7-9ed1-0d36fc57596f>

Metshein, Margus; Annus, Paul; Abdullayev, Anar; Krivošei, Andrei; Land, Raul; Märten, Olev (2024). Photoplethysmography as an Alternative to Impedance Cardiography-Based Hemodynamic Feature Point Detection. 2024 19th Biennial Baltic Electronics Conference (BEC): 19th Biennial Baltic Electronics Conference (BEC2024), Tallinn, October 2-4, 2024. IEEE Operations Center, 1–5. DOI: BEC61458.2024.10737936. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/e7590b10-2fb4-489a-9ebe-a0d1f1ed7ff6>

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Eesti keeles

On alanud projekt Tem-TA43 ja selle kaudu põnev koostöö TÜ ja TÜ Kliinikumi tohtritega, südamekirurgiaga seotud tehnoloogiate arendamiseks.

On loodud mitmeid põnevaid leiutuslikke lahendusi, nt

1) M. Metshein jt, EE patenditatus P202400022, "Meetod ja seade IKG signaali kujutisel südametegevust iseloomustavate tunnuspunktide määramiseks PPG signaalil põhineval pulsilaine kujutiselt"

2) M. Metshein jt, EE patenditatus P202400006, "Meetod ja seade keha rasvkoe osakaalu hindamiseks
[<https://www.etis.ee/Portal/IndustrialProperties/Display/115841e7-a7a0-4e33-aad6-d4a5cac6a84a>]"

Inglise keeles

Rühma TA seotus ühiskonnas aktuaalsete probleemidega ning neile lahenduste pakkumisega

Eesti keeles

Teadusgrupil on pidev ja viljakas suhtlus nii Eesti tervishoiuasutustega (näiteks TÜ Kliinikum, Ida-Tallinna Keskhaigla) kui ka erinevate tööstusettevõtetega praktiliste koostöövõimaluste otsimiseks ja ühiskonnale olulisteks arendusteks.

Inglise keeles

Continuous and fruitful communication with both health care institutions (TK, UT Hospital) and industries to search for opportunities for cooperation and developments.

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas

1. Koostöö TÜ Kliinikumiga, mh Tem-TA43 projekti raames, konkreetse meditsiinitehnoloogia loomiseks

Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostööks

1. Mõõte- ja testlahenduste väljatöötamine ja vastavate teenuste pakkumine (täisautomaatsed mõõtesüsteemid; materjalide, komponentide, seadmete elektriline

testimine; katsed kliimakambris).

2. Innovatiivsete keerukate elektroonikalahenduste väljatöötamine.

Ettevõtluskoostöö eesmärk

1. Olemasolevate leiutise ja veel patentimata lahenduste kommercialiseerimine.
2. Liitumine mõne Horisondi konsortsiumiga.
3. Laboriteenuste mahu suurendamine (kui on võimalik oluline maht leida).
4. Võimalikud sektorid: tervishoid, töötlev tööstus, keskkonna seire ametkonnad, elektroonikatööstus.

Täiendav info:

Uurimisrühma seotus TalTech TA prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda):

- 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad
- 5. Tervisetehnoloogiad

Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni 2 alamvaldkonda Frascati Manuali klassifikaatori alusel ja kuni 3 teaduseriala CERCS klasifikaatori alusel.

Frascati Manuali teadusvaldkonnad:

2.2 Elektrotehnika, elektroonika, infotehnika

CERCSi teaduserialad:

T170 Elektroonika

T115 Meditsiinitehnika

T121 Signaalitöötlus

Hinnang rühma kasutuses olevale TA taristule (sh kollektsioonid ja andmekogud), piisavus ja seisund

Hinnang seisundile:

Seisundi selgitus:

TA taristu on asjakohane

Uurimisrühma liikmete osalus oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal
Aktiivne osalus IEEE töös, mh selle Eesti sektsiooni töös.

Kolm kõige olulisemat välis- ja kolm kõige olulisemat Eesti koostööpartnerit
Välispartnerid:

- Tampere ülikool
- Läti Arvutiteaduse ja Elektroonika instituut (EDI)
- Junia Grande école d'ingénieurs; IEMN (Institut d'électronique de microélectronique et de nanotechnologie in French)

Eesti partnerid:

- Tartu Ülikooli Kliinikum
- Ida-Tallinna Keskhaigla
- Põhja-Eesti Regionaalhaigla

Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused

On populariseeritud bio-impedantsil põhinevaid tervishoiu mõõteseadmete võimalusi (PERH, ITK, TÜ Kliinikum), samuti tutvustatud mõõte- ja testlahenduste tehnoloogiaid ettevõtetele.

Mitmed kirjatükid elektroonika ajaloost Eestis on teoksil hetkel.

Rühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal
Riiklikud:

Rahvusvahelised:

Mart Min: Kuldne Südamerütmur Gallant HF – meditsiinitehnoloogia korporatsiooni Abbott Inc (USA) tänutunnustus panuse eest ettevõtte edusse elumuutva tehnoloogia vallas.

Mart Min: Austav tunnustusplaat XVII Rahvusvahelise Impedants-Spektroskoopia

konverentsile (IWIS2024) osutatud väljapaistva panuse eest. Chemnitz (Saksamaa), 26.septembril 2024.

Mart Min: Tunnustus panuse eest plenaarettekande kujul (Bio-impedantsi sensorid kardiovaskulaarkirurgias), mis suuresti rikastas 17. Rahvusvahelist Impedants-spektroskoopia konverentsi (IWIS2024), Chemnitz (Saksamaa), 26-27. september 2024.

Rühma liikmete osalemine TA tegevusega seonduvalt ettevõtete nõustamistes
Formaalseid liikmelisusi pole. Mitmesuguseid arutelusid ja võimaluste kaardistamisi on olnud haiglate (ITK, TÜ Kliinikum, PERH), tööstusettevõtete (nt Raitwood) ja Keskkonnaagentuuriga.

Uurimisrühma veebilehe aadress

Eesti keeles

<https://taltech.ee/elektroonikainstituut/uurimisruhmad>

Inglise keeles

2 Kommunikatsioonisüsteemide uurimisrühm

Uurimisrühma juht

Muhammad Mahtab Alam, täisprofessor teneuris, muhammad.alam@taltech.ee

Uurimisrühma liikmed

Muhammad Mahtab Alam, Doktor, täisprofessor teneuris

Ivo Mürsepp, Doktor, vanemlektor

Alar Kuusik, Doktor, vanemteadur

Osama Mohamed Mostafa Elgarhy, Doktor, telekommunikatsiooni lahenduste insener

Marika Kulmar, Magister, doktorant-nooremteadur

Jakob Rostovski, Magister, doktorant-nooremteadur

Mihkel Tommingas, Magister, doktorant-nooremteadur

Aleksei Fjodorov, Magister, doktorant-nooremteadur

Priit Roosipuu, Magister, sidelahenduste arendaja

Aamir Latif, Magister, doktorant-nooremteadur

Anum Umer, Magister, doktorant-nooremteadur

Indur Ait, Rakenduskõrgharidus, tarkvaraarendaja

Margus Rohtla, Kõrgharidus, 3GPP sidevõrkude ekspert

Anet Tammets, Kõrgharidus, projektihaldur

Võtmesõnad

Eesti keeles

Raadiovõrgu ressursside ja interferentsi haldus; masinalt masinale side; madala võimsustarbega kommunikatsioonitehnoloogiad tervishoius; 5G (5. põlvkonna) ja 5G-järgne mobiilside; mobiilne positsioneerimine, NB-IoT (asjade interneti kitsaribaline mobiilsidetehnoloogia); BAN (kehalähedased sidevõrgud).

Inglise keeles

Radio resource and interference management; device to device communications; low-power communication technologies for healthcare; 5G and beyond; mobile positioning; Narrowband Internet of Things (NB-IoT); Body Area Networks (BAN).

Uurimisrühma kompetentside tutvustus

Rühma ülevaade eesti keeles

Uurimisrühma teadus- ja arendustegevus on suunatud raadiovõrgu interferentsi haldusele traadita sides: tehnikad ja algoritmid võimaldamaks 5G raadiosidet, 5G testikeskkonna arendamine, mh suure arvu masinate vahelise lairiba-mobiilside teenused ja kõrge usaldusväärsuse ja lühikese latentsusajaga sideteenused ning digiühiskonna (tark tervishoid, tark linn, tööstus 4.0) vertikaalsete teenuste arendamine, sh ühenduvus, mobiilsus, lõppkasutajad.

Rühma ülevaade inglise keeles

The group performs R&D of interference control in wireless communication: techniques and algorithms for enabling 5G new radio, but also development of 5G testbed including support to realize massive machine type communication enhanced mobile broadband services and ultra-reliable and low latency communication

services and digitalization of society (i.e., smart healthcare, smart city, Industry 4.0 automation), development of vertical applications and services including connectivity, mobility, end-user community.

Viimaste aastate olulisemad projektid:

ÕÜF11 AIoT*5G - Tehisintellekt, andmete servtöötus ja IoT lahendused hajussüsteemides 2023 - 2029 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/463da0fc-ac48-4d5c-82e4-9250cad6f243>

VHE22018 Turvaline 5G-toega kaksiküleminek Euroopa PUIDU tööstusele 2022 - 2025 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/c8115b3d-1ccf-4d1e-beb1-3bb6e8562e28>

VEU24064 Katkematu 5G leviala kogu Via Baltica koridoris 2025 - 2027 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/92aedd3-a2d9-456e-a87c-a723667608dc>

SS20037 TalTechi akadeemiline 5G võrk 2020 - 2023 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/8eeb076f-7c1e-49eb-9ede-49e5cb9d9e0c>

TEM-TA138 Jätkusuutlik nutikas asjade internet (SAIoT) 2024 - 2028 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/ab65871a-a651-4561-baa8-a3e146139cd7>

Viimaste aastate olulisemad artiklid:

Elgarhy, Osama; Le Moullec, Yannick; Reggiani, Luca; Azeem, Muhammad Moazam; Taleb, Tarik; Alam, Muhammad Mahtab (2024). Towards Optimal Placement and Runtime Migration of Time-Sensitive Services of Connected and Automated Vehicles. IEEE Open Journal of Vehicular Technology, 6, 13–33. DOI: 10.1109/OJVT.2024.3496583. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/e5da3d77-0623-4f85-bba9-c01fda94d551>

Tommingas, Mihkel; Alam, Muhammad Mahtab; Mürsepp, Ivo; Ulp, Sander (2024). UWB Positioning Integrity Estimation Using Ranging Residuals and ML Augmented Filtering. IEEE Journal of Indoor and Seamless Positioning and Navigation, 2, 205–218. DOI: 10.1109/JISPIN.2024.3418296. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/78c7e9cf-8148-47fb-99d5-4fed8b7156fa>

Elgarhy, Osama; Reggiani, Luca; Alam, Muhammad Mahtab; Zoha, Ahmed; Ahmad, Rizwan; Kuusik, Alar (2024). Energy Efficiency and Latency Optimization for IoT URLLC and mMTC Use Cases. IEEE Access, 12, 23132–23148. DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3364349. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/b9c80ac5-3f78-4dcf-bfff-545c9a208439>

Roosipuu, P.; Annus, I.; Kuusik, A.; Kändler, N.; Alam, M. M. (2023). Monitoring and control of smart urban drainage systems using NB-IoT cellular sensor networks. Water Science & Technology, 88 (2), 339–354. DOI: 10.2166/wst.2023.222. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/6bdff647-e95b-45e7-884f-01387d560ec5>

Javed, Sadaf; Hassan, Ali; Ahmad, Rizwan; Ahmed, Waqas; Alam, Muhammad Mahtab; Rodrigues, Joel J. P. C. (2023). UAV trajectory planning for disaster scenarios. Vehicular Communications, 39, #100568. DOI: 10.1016/j.vehcom.2022.100568. <https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/fa560973-16de-47b8-95cd-80334a6bebcf>

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Eesti keeles

Lõppenud aastal sai kommunikatsioonisüsteemide uurimisrühm mitu olulist teadusgranti.

Riiklikul tasandil pälvis ÕUF meetmest rahastuse projekt „AIoT*5G - Tehisintellekt, andmete servtöötlus ja IoT lahendused hajussüsteemides (SAIoT)“, mille eesmärgiks on läbi teadmussiirde tõsta Ida-Viru maakonna ettevõtete konvurentsivõimet. SAIoT projekt keskendub energiatõhusate, keskkonnasõbralike ja turvaliste tööstusliku asjade interneti tarkvara ja riistvara lahenduste loomisele.

Rahvusvaheliselt saadi Euroopa Komisjoni toetus projektile „Uninterrupted 5G Coverage Across Via Baltica Corridor (5G-BALTICS)“, mis keskendub tugeva 5G taristu rajamisele Via Baltica koridoris – olulisel 663 km pikkusel transporditeel, mis ühendab kolme Balti riiki. Samuti alustati NATO projektiga PROTECT, mille eesmärgiks on tuvastada passiivse radarivaatluse ja 5G võrgutehnoloogiate abil vaenulikke droone.

Kommunikatsioonisüsteemide uurimisrühma projektid adresseerivad olulisi ühiskondlikke probleeme, mis on seotud turvalisuse tagamise ja digitaalsete tehnoloogiate kestlikkusega. Projektide elluviimine tagab uurimisrühma jätkusuutlikkuse ja võimekuse arendada uusi innovaatilisi kommunikatsioonitehnoloogiaid erinevatele tööstusharudele.

Inglise keeles

Communication systems research group has obtained significant grants both at national and international level.

At the national level "AIoT*5G - Artificial intelligence, edge computing and IoT solutions in distributed systems" project with focus on increasing the knowledge intensity of Ida-Viru entrepreneurship contribute to Ida-Virumaa region. Sustainable Artificial Internet of Things (SAIoT) project aims to develop energy-efficient, environmentally friendly and secure Artificial intelligent Internet of Things (AIoT) software and hardware technologies.

At the international level 5G-BALTICS aims to address 5G white spaces through-out via-BALTICA 663 km transport corridor funded by European Commission. Finally, PROTECT project funded by NATO-Science for Peace and Security aims to detect malicious drones via passive radar observation and 5G cellular networks. Most of these projects addresses societal challenges related to security and sustainability of digital technologies. These projects ensure sustainability of the group for coming years and continue to develop further innovations in communications technologies for different vertical sectors.

Rühma TA seotus ühiskonnas aktuaalsete probleemidega ning neile lahenduste pakkumisega

Eesti keeles

Uurimisgrupp tegeleb erinevate mobiilside tehnoloogiate nagu 4G, 5G ja 6G, samuti IoT, kehalähedaste ja andurvõrkude uurimis- ja arendustegevusega. Meie uurimistöö on seotud mainitud tehnoloogiate täiustamise ja rakendamisega erinevates olulistes valdkondades nagu näiteks tark tervishoid, nutikas linn, tööstus 4.0. Täpsemalt arendame uusi tehnikaid ja algoritme 5G side, mobiilpositsioneerimise võimaldamiseks, aga ka 5G võrke, testsüsteeme ja rakendusi parendamaks raadioside võtmeparameetreid nagu andmemahut ja -edastuskiirus, energiakulu, latentsus ning muuta võimalikuks kõrge täpsusega positsioneerimine ülalmainitud rakendustes.

Inglise keeles

The group performs R&D on wide range of communication technologies such as 4G, 5G and 6G, as well as IoT, Body Area Networks and sensor networks. Our research is related to the enhancement as well as applying them in various important application domains (i.e., smart healthcare, smart city, Industry 4.0). In specific, we develop new techniques and algorithms for enabling 5G new radio, mobile positioning, but also development of 5G networks, testbed and applications to improve KPIs such as data rates, speed, energy consumption, latency, and enable high precision positioning for a broad range of abovementioned applications.

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas

1. Side ühenduvuse arengu tuleviktrendid, uute tehnoloogiate ülevaade ja võimalused ning kasutuspotentsiaal Eesti vaates
2. Mobiilside 4G ja 5G levi mõõtmiste teostamine drooniga
3. Tehniline tugi operatiivraadioside keskjaamade tarkvara CD paranduspakettide installeerimisel

Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöös

1. 5G Network (Core network and radio access network): a) evaluate 5G KPIs (mmWave coverage, latency, data rates) as network measurement tests, b) We have necessary devices/scanner and ofcourse 5G SA mmWave network already in place and operational (we have our mmWave frequency license and network codes as well as own sim cards).
2. Mobile Positioning: a) 5G integrated hybrid GNSS-RTK 5G precise positioning (up to cm-level) accuracy, b) mmWave and Beam-based 5G positioning.
3. Actual development and consultations related to cellular networking, IoT devices.

Ettevõtluskoostöö eesmärk

Joint development and advanced utilization of 5G and IoT technologies. Projects with 50000€ or larger budget are in focus.

Täiendav info:

Uurimisrühma seotus TalTech TA prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda):

- 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad
- 2. Usaldusväärsed IT lahendused

Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni 2 alamvaldkonda Frascati Manuaali klassifikaatori alusel ja kuni 3 teaduseriala CERCS klasifikaatori alusel.

Frascati Manuaali teadusvaldkonnad:

- 2.2 Elektrotehnika, elektroonika, infotehnika

CERCSi teaduserialad:

T170 Elektroonika

T180 Telekommunikatsioonitehnoloogia

Hinnang rühma kasutuses olevale TA taristule (sh kollektsioonid ja andmekogud), piisavus ja seisund

Hinnang seisundile:

Seisundi selgitus:

1. mmWave 5G Standalone Network with unique features
2. 5G Open Core and Open RAN networks soft- and hardware

Uurimisrühma liikmete osalus oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal

1. Several research group members are active in volunteering activities of IEEE at national and international levels:

- Alar Kuusik, IEEE Computer Society Region 8 vice chair of MGA activities;
- Muhammad Mahtab Alam, Contributions to IEEE Sandardization Association.

2. Contributions in European working groups of 5G Infrastructure Public Private Partnership:

- Technical Board,
- Test and Measurements,
- Trials,
- Software Defined Networks.

Kolm kõige olulisemat välis- ja kolm kõige olulisemat Eesti koostööpartnerit

Välispartnerid:

- Politecnico Di Milano, Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria
- National University of Science and Technology, Pakistan, Department of Electrical Engineering
- University of Glasgow, James Watt School of Engineering, Autonomous Systems & Connectivity research division

Eesti partnerid:

- Ericsson Eesti AS
- Telia Eesti AS
- OÜ Harmet

Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused

Maria-Ann Rohemäe, Aktuaalne Kaamera nädal: GPS-i segamist on raske piirata.

05.05.2024, GPS-i segamist on raske piirata | Eesti | ERR

[<https://www.err.ee/1609332891/gps-i-segamist-on-raske-piirata>]

TalTechi tudengiprojektina valmis prototüüp Eesti lennundustööstusele

[<https://www.toostusuudised.ee/uudised/2024/05/20/taltech-i-tudengiprojektina-valmis-prototuupeesti-lennundustoostusele>]

Postimees. Estonia's student satellite burns up after four years in orbit.

13.08.2024, Estonia's student satellite burns up after four years in orbit

(postimees.ee)

[<https://news.postimees.ee/8077113/estonia-s-student-satellite-burns-up-after-four-years-in-orbit>]

Astrid Kannel. ETV – Välisilm. Interviu seoses Hezbollahi vastaste rünnakutega

Liibanonis. Välisilm, 2024.09.23 21:40 | Jupiter | ERR

[<https://jupiter.err.ee/1609451989/valisilm>] 23.09.24

<https://estonianworld.com/technology/estonian-scientists-lead-a-baltic-nordic-5g-testing/>

Alar Kuusik, "5G technologies use in wooden sector", invited talk at InnovaWood general assembly 2023

<http://www.innovawood.com/Members/GeneralAssemblies/GA2023/tabid/546/Default.aspx>

Alar Kuusik "Asjade interneti tulevikutehnoloogiad ja rakendused" invited speech at HarNo conference IT education @2023

https://harno.ee/ITkonverents2023?fbclid=IwAR3qcjOljVFt-uE_ty9h-cud_QMrTe8wwYx6kR8LfY9CjoO_u7_0QTG4oPk

Rühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal
Riiklikud:

Rahvusvahelised:

Rühma liikmete osalemine TA tegevusega seondult ettevõtete nõustamistes

1. Muhammad Mahtab Alam, Horizon Europe project 'Zero-Swarm'-

<https://zero-swarm.eu/>, [<https://zero-swarm.eu/%2c>] advisory board member

2. Alar Kuusik, Estonian Business and Innovation Agency,

<https://ws.lib.ttu.ee/publikatsioonid/et/publ/item/501bf63b-6d84-4254-986c-d38526a8fa6a>
and

<https://arenguseire.ee/raportid/suvatehnoloogiate-alternatiivsed-arengutrajektoorid-ja-nende->

tahendus-eestile/

[<https://arenguseire.ee/raportid/suvatehnoloogiate-alternatiivsed-arengutrajektorid-ja-nendetaendus-eestile/%2c>]

technology assessment and roadmap planning

Uurimisrühma veebilehe aadress

Eesti keeles

<https://taltech.ee/elektroonikainstituut/uurimisruhmad>

Inglise keeles

3 Kognitroonika teaduslabor

Uurimisrühma juht

Yannick Le Moullec, täisprofessor teneuris, yannick.lemoullec@taltech.ee

Uurimisrühma liikmed

Yannick Le Moullec, Doktor, täisprofessor teneuris
Muhammad Mahtab Alam, Doktor, täisprofessor teneuris
Kaiser Pärnamets, Doktor, lektor
Kanwal Ashraf, Magister,
Fariha Afrin, Magister,
Henri Vennikas, Magister,
Alejandro Noé Díaz Vargas, Magister, doktorant-nooremteadur
Ferenc Ender, Doktor, teadur
Marko Koort, Doktor, teadur
Mehrab Mahdian, Magister, doktorant-nooremteadur
Nafisat Gyimah, Doktor, insener
Rauno Jõemaa, Doktor, teadur
Tamas Pardy, Doktor, vanemteadur

Võtmesõnad

Eesti keeles

Energiaühendus tööstuslik asjade internet; bioanalüütilised mõõteriistad ja kiiplaborid.

Inglise keeles

Energy-efficient Industrial Internet of Things (IIoT); Bioanalytical Instrumentation and Lab-on-Chip.

Uurimisrühma kompetentside tutvustus

Rühma ülevaade eesti keeles

Uurimisrühm arendab meetodeid ja lahendusi järgmistes valdkondades:

- rohe- ja jätkusuutlik elektroonika, tööstuslik asjade internet, bioanalüütilised mõõteriistad ja kiiplaborid;
- madala võimsustarbega traadita side tehnoloogiad;
- rakenduslik sardmasinõpe otsustamiseks ja juhtimiseks.

Rühma ülevaade inglise keeles

The research group develops methods and techniques for:

- sustainable and green electronics, including for IIoT applications and bioanalytical instrumentation;
- resource-constrained implementation of wireless connectivity technologies;

- applied embedded machine learning for decision-making and actuation.

Viimaste aastate olulisemad projektid:

PSG897 Cogni-E-Spin: Kognitiivne E-spinnimine Nanofiibrite Automaatseks Kvaliteedikontrolliks
2024 - 2028 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/9d616ea3-92cd-4ef1-bbe9-e4d63fa628c8>

VHE24050 3D biotöödeldud suure jõudlusega DNA-süsinik-nanotoru digitaalne elektroonikasüsteem
2023 - 2026 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/c408cde1-98f3-49f8-adf0-8c05a6e5769b>

TEM-TA138 Jätkusuutlik nutikas asjade internet (SAIoT) 2024 - 2028
<https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/ab65871a-a651-4561-baa8-a3e146139cd7>

ÕÜF11 AIoT*5G - Tehisintellekt, andmete servtöötlus ja IoT lahendused hajussüsteemides 2023 - 2029 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/463da0fc-ac48-4d5c-82e4-9250cad6f243>

PRG620 CogniFlow-Cyte: Kognitiivne kiiplaborsüsteem automatiseeritud voolutsütomeetria tarbeks
2020 - 2024 <https://www.etis.ee/Portal/Projects/Display/b212614a-932b-45a2-ac0a-bb353a103eb3>

Viimaste aastate olulisemad artiklid:

Latif, Aamir; Alam, Muhammad Mahtab; Elgarhy, Osama; Le Moullec, Yannick (2024). Energy Consumption Evaluation of NOMA-based Sustainable Scheduling in 6G O-RAN. 2024 International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC): 20th International Wireless Communications & Mobile Computing Conference 2024 (IWCMC 2024), Ayia Napa, Cyprus, May 27-31, 2024. Ayia Napa, Cyprus: IEEE, 484–485. DOI: 10.1109/IWCMC61514.2024.10592553.
<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/6283c673-86d5-4753-85ea-9c5cd0245430>

Afrin, Fariha; Pärnamets, Kaiser; Le Moullec, Yannick; Udal, Andres; Koel, Ants; Pardy, Tamas; Rang, Toomas (2024). Embedded blur-free single-image acquisition pipeline for droplet microfluidic imaging flow cytometry (IFC). IEEE Access, 12, 92431–92441. DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3421637.
<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/c0d5cb13-b9c0-405e-a638-783734e7588d>

Rahbari, Dadmehr; Ahmed, Faisal; Jenihhin, Maksim; Alam, Muhammad Mahtab; Le Moullec, Yannick (2024). Reliability-Critical Computation Offloading in UAV Swarms. IEEE Systems Journal, 18 (4), 1871–1882. DOI: 10.1109/JSYST.2024.3432449.
<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/f07a8e41-9b26-4ba0-ad97-132013723648>

Ashraf, Kanwal; Le Moullec, Yannick; Pardy, Tamas; Rang, Toomas (2024). Co-Design of a Wireless Networked Control System for Reliability and Resource-Efficiency. Proceedings of the 19th Baltic Electronics Conference (BEC2024): 19th Baltic Electronics Conference (BEC2024), Tallinn, Estonia, 2-4 October 2024. Tallinn, Estonia: IEEE, 1–7. DOI: 10.1109/BEC61458.2024.10737965.
<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/177bcd63-274f-498b-ab42-5a9067fb5f82>

Jõemaa, R.; Gyimah, N.; Ashraf, K.; Pärnamets, K.; Zaft, A.; Scheler, O.; Rang, T.; Pardy, T. (2023). CogniFlow-Drop: Integrated modular system for automated generation of droplets in microfluidic applications. IEEE Access, 11, 104905–104929. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3316726.
<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/b3dadd89-2f2d-45ad-93d7-54558549dde3>

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Eesti keeles

Arhitektuuri, meetodite ja algoritmide alane uurimis- ja arendustöö ning rakenduste disaini PRG620 "CogniFlow-Cyte: Kognitiivne kiiplaborsüsteem automatiseeritud voolutsütomeetria tarbeks" raames loodud platvormile.

1. Disainiti modelleerimisel põhineva algoritmi abil uudne traadita võrgu juhtimissüsteem kasutades laiendatud ajastamisega automaatide teooria vahendeid. Samuti disainiti liigendatud optimeerimismeetod omaveheliste mõjutuste määratlemiseks multisüsteemses realisatsioonis. Tegevusi toetas Kanwal Ashrafi PhD uurimistöö (doktoritöö kaitsti juunis 2024)
2. Loodi uudne ülekantavate mikrotilkade generaatori platvorm, mis sisaldab eraldiseisvat voolamise regulaatorit, tilkade detektorit, kontrolleri, ning vahetatavat fluidikelementi. Tegevus oli toetatud Rauno Jõemaa PhD uurimistööga (dokortöö kaitsti augustis 2024).
3. Disainiti uudne tilkade suuruse määratlemise tehnika kasutades tagasisidestatud integreeritud kontrolleri lahendust, mis arvestab mikrofluidika voolamise mudelitega ja dünaamilist kaksik-tagasisidestatust reaalsetes rakendustes. Tegevus oli toetatud Nafisat Gyimah PhD uurimistööga (dokortöö kaitsti augustis 2024).

Inglise keeles

Research, development, and implementation of the architecture, methods, and algorithms for the PRG620 "CogniFlow-Cyte: Cognitronic Lab-on-a-Chip System for Highly-Automated Flow Cytometry" project:

1. Co-designed a novel wireless networked control system with a model-based architecture formalized by means of an extended timed automata, and developed joint optimization methods for multi-system interaction. This was supported by the PhD work of Kanwal Ashraf (defended in June 2024).
2. Developed a new transferable microfluidic droplet generator platform comprising a standalone flow regulation device, a droplet detector, a setup controller and interchangeable fluidics. This was supported by the PhD work of Rauno Jõemaa (defended in August 2024).
3. Designed a novel approach for closed-loop droplet size control system by simulating and optimizing controller designs integrated into microfluidic flow models and implementing a dynamic dual feedback control strategy in experimental setting. This was supported by the PhD work of Nafisat Gyimah (defended in

August 2024).

Rühma TA seotus ühiskonnas aktuaalsete probleemidega ning neile lahenduste pakkumisega

Eesti keeles

Teadusgrupi uurimis- ja arendustegevus on suunatud jätkusuutliku ja elujõulise arengu toetamisele käsitledes mõningaid inimkonna globaalseid väljakutseid: kliimamuutused, jätkusuutlikkus, urbaniseerumine, tervis ja heaolu. Uurimisgrupp arendab uudseid lahendusi, mis põhinevad jätkusuutliku roheelektroonika süsteemide meetoditel ja tehnikatel, õpivad andmetest ja kohanduvad keskkonnaga kasutades selleks minimaalselt ressursse ning leiavad rakendamist ga tööstusliku asjade interneti (IIoT) ja bioanalüütiliste instrumentide valdkonnas. Need lahendused sisaldavad energiatõhusaid meetodeid ja algoritme andmete töötlemiseks, sideks, juhtimiseks ning rakenduslikuks sardmasinõppeks otsustusprotsessi osana. Samuti nende realiseerimist piiratud ressursiga platvormidel, sealhulgas mikrokontrollerites, andurites, täiturites ja tarkvararaadiotes. Teadustegevus adresseerib järgnevaid probleeme ühiskonnas: 1) energiasäästlike algoritmid ja ressursisäästlike realisatsioonide arendus vähendab elektroonikaseadmete süsinikujälge ja toetab pingutusi kliimamuutuste mõju leevendamisel; 2) bioanalüütiliste seadmete loomine parendab tervishoiu kättesaadavust, sealhulgas portatiivsete ja kuluefektiivsete meditsiinivahendite kasutamisel kaugpiirkondades ja kriisiolukordades.

Inglise keeles

The research group's research and development activities aim to contribute to creating a sustainable and resilient world by addressing some of the global challenges that humanity is facing: climate change, sustainability, urbanization, health and well-being. The research group develops novel solutions based on methods and techniques for sustainable and green electronic systems that can learn from data and adjust to their environment, using minimal resources, with applications in the industrial internet of things (IIoT) and bioanalytical instrumentation. These solutions include energy-efficient methods and algorithms for data processing, communication, control, and applied embedded machine learning for decision-making, as well as their implementation on resource-constrained platforms, including micro-controllers, sensors, actuators, and software defined radios. This research addresses societal challenges: 1) the development of energy-efficient algorithms and resource-optimized implementations, reducing electronic devices' carbon footprint and supporting climate change mitigation

efforts, and 2) the creation of bioanalytical devices enhancing healthcare accessibility, including portable, cost-effective medical tools for remote areas and crisis situations.

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga TA kohta

Senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas

Continuation of SEKMO cooperation with TTK University of Applied Sciences (Tallinna

Tehnikakõrgkool) and the Measurement Electronics Research Group of T.J. Seebeck Department of Electronics (joint industrial doctoral candidate Henri Vennikas).

Uurimisrühma TA rakenduskompetentsid ettevõtluskoostöös

EXPERTISE: Electronics system design; Methods and techniques for miniaturized actuators and sensor technologies; Resource-constrained implementation of wireless technologies; Methods for sensors' data processing, decision-making, and actuation; design and implementation of bioanalytical instrumentation.

PROBLEMS WE CAN SOLVE: Defining and analysing electronics systems specifications and requirements; Surveying, selecting or defining state-of-the-art architectures, methods, technologies, and tools for the design and implementation of electronics systems.

CONSULTANCY OFFER: Consultations related to the analysis of applications and use-cases that already rely on or can potentially benefit from cognitive Electronics, including IIoT and bioanalytical instrumentation. Consultations related to the research and development of methods, algorithms, and technologies. Development of cognitive electronics lab prototypes and testbeds.

Ettevõtluskoostöö eesmärk

The research group is open to participate in or lead Horizon Europe consortia for green-digital transformation, e.g. electronics for sustainable systems/sustainable electronic systems with environmental, communication, or bioanalytical instrumentation. Indicative minimum budget share: 50 000 EUR.

Täiendav info:

Uurimisrühma seotus TalTech TA prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda):

- 1. Targad ja energiatõhusad keskkonnad
- 5. Tervisetehnoloogiad

Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni 2 alamvaldkonda Frascati Manuali klassifikaatori alusel ja kuni 3 teaduseriala CERCS klasifikaatori alusel.

Frascati Manuali teadusvaldkonnad:

2.2 Elektrotehnika, elektroonika, infotehnika

2.10 Nanotehnoloogia

CERCSi teaduserialad:

T170 Elektroonika

T115 Meditsiinitehnika

Hinnang rühma kasutuses olevale TA taristule (sh kollektsioonid ja andmekogud), piisavus ja seisund

Hinnang seisundile:

Seisundi selgitus:

The research group has access to electronics development and prototyping tools, professional measurement equipment, high power computing, open-source hardware and software (software defined radios, 5G core, 3D-printers, etc.). The R&D infrastructure and equipment is sufficient and up-to date for carrying out the top-level competitive research.

Uurimisrühma liikmete osalus oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal
Yannick Le Moullec, Vice-Chair, IEEE Estonia Section

Yannick Le Moullec, Senior Member, IEEE

Tamas Pardy, Member, IEEE

Kolm kõige olulisemat välis- ja kolm kõige olulisemat Eesti koostööpartnerit
Välispartnerid:

- Université de Bretagne Sud, Lorient, France, ARCAD Team, Lab-STICC
- Politecnico di Milano, Italy, Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria
- Aalborg University, Denmark, Department of Electronic Systems

Eesti partnerid:

- Tallinna Tehnikakõrgkool
- OÜ Harmet
-

Rühma liikmete TA populariseerimisega seotud tegevused

1. Alejandro Noé Díaz Vargas, Workshop of embedded computer vision and VLMs at
ÕÜF forum 2024 at Tartu University Narva college,
<https://teadusidavirumaal.ee/oiglase-ulemineku-foorum-2024/>

2. Yannick Le Moullec, Co-organizer, 5G-X-EU 2024
5G-X-EU 2024: 2nd Summer School on 5G Connected Automated Mobility across
Europe. June 20-21, 2024, Telecom Paris (Palaiseau),
Paris-Saclay Campus, France
<https://taltech.ee/en/5g-x-eu-2024>

3. Yannick Le Moullec, Chairperson, 19th Biennial Conference on Electronics and
Embedded Systems (BEC2024), Tallinn, Estonia
<https://taltech.ee/en/news/largest-electronics-conference-baltics-invites-solve-global-problems-using-green-technologies>

Rühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal
Riiklikud:

Rahvusvahelised:

1. R. Jõemaa and T. Pardy, "Integrated modular multi-tone piezoelectric element
driver and method of driving modular multi-tone piezoelectric elementdriver for
pressure generation," P202400014, 2024 Accessed: Jan. 22, 2025. [Online].
Available:
<https://www.etis.ee/Portal/IndustrialProperties/Display/0730a9b3-c460-4ca6-9d32-0601e5b4f7fe>

2. "CogniFlow trademark,"

<https://euipo.europa.eu/eSearch/#details/trademarks/019033035>.

Rühma liikmete osalemine TA tegevusega seondult ettevõtete nõustamistes
N/A

Uurimisrühma veebilehe aadress

Eesti keeles

<https://taltech.ee/elektroonikainstituut/uurimisruhmad>

Inglise keeles