

TARKVARATEADUSE INSTITUUT

Direktor: Marko Kääramees, marko.kaaramees@ttu.ee

DEPARTMENT OF SOFTWARE SCIENCE

Director: Marko Kääramees, marko.kaaramees @ttu.ee

Instituudis tegutsevad järgmised uurimisrühmad:

- Andmeteaduse töörühm. Juht: professor SADOK BEN YAHIA, sadok.ben@taltech.ee
- Digiriigi tehnoloogiad ja arhitektuur. Juht: dotsent INGRID PAPPEL, ingrid.pappel@taltech.ee
- Infosüsteemide töörühm. Juht: professor DIRK DRAHEIM, dirk.draheim@taltech.ee
- Keeletehnoloogia laboratoorium. Juht: sihtrahastusega vanemteadur TANEL ALUMÄE, tanel.alumae@taltech.ee
- Kompositsiooniliste süsteemide ja meetodite labor. Juht: professor PAWEŁ SOBOCIŃSKI, pawel.sobocinski@taltech.ee
- Küberkriminalistika ja küberjulgeoleku keskus. Juht: sihtrahastusega professor RAIN OTTIS, rain.ottis@taltech.ee
- Mittelineaarsete juhtimissüsteemide töörühm. Juht: juhtivteadur ÜLLE KOTTA, ulle.kotta@taltech.ee
- Proaktiivtehnoloogia laboratoorium. Juht: JAANUS KAUGERAND, jaanus.kaugerand@taltech.ee
- Rakendusliku tehismõistuse töörühm. Juht: arendusspetsialist VAHUR KOTKAS, vahur.kotkas@taltech.ee
- Tugevalt tagatud tarkvara laboratoorium. Juht: juhtivteadur TARMO UUSTALU, tarmo.uustalu@taltech.ee
- Äriinfotehnoloogia töörühm. Juht: dotsent GUNNAR PIHO, gunnar.piho@taltech.ee

The department conducts research within 10 research units:

- Centre for Digital Forensics and Cyber Security. Head Rain Ottis
- Data Science Group, Head Sadok Ben Yahia
- High-assurance Software Laboratory. Head Tarmo Uustalu
- Information Systems Group. Head Dirk Draheim
- Laboratory of Language Technology. Head Tanel Alumäe
- Laboratory of Proactive Technologies. Head Jaanus Kaugerand
- Laboratory of Lab for Compositional Systems and Methods. Head Pawel Sabocinski
- Model-Based Software Engineering Group. Head Vahur Kotkas
- Nonlinear Control Systems Group. Head Ülle Kotta

Uurimisrühmade tutvustused TalTech T&A 2020. aasta ülevaate koostamiseks

1. Andmeteaduse töörühm / Data science group

The research group leader: **Sadok Ben Yahia**, professor, tel. 53 653258, sadok.ben@taltech.ee, 0000-0001-8939-8948

2. Academic members of the research group:

Jaak Henno, vanemteadur

Innar Liiv, dotsent, 0000-0001-5236-0145

Ahti Lohk, lektor, 0000-0003-0751-6715

Ants Torim, lektor, 0000-0003-1436-1328

Deniss Kumlander, vanemteadur, 0000-0001-7894-6427

Järel doktor: Imen Ben Sassi, järel doktor-teadur

Doktorandid:

Martin Rebane, doktorant-nooremteadur, 0000-0002-3592-6044

Chahinez Ounoughi, doktorant

Ashiq Ahmed, doktorant

Liutkevicius, Markko, doktorant

Salin, Siim, doktorant

Spiga, Fabiano, doktorant

Bignoumba, Nzamba, doktorant

Medianovskyi, Kyrylo, doktorant

Vedešin, Anton, doktorant

Mitteakadeemilised töötajad:

Grete Lind, spetsialist

Leo Vöhandu, konsultant

Keywords: Data Science, Combinatorial optimisation, smart cities

Overview:

The Data Science Group is carrying out research activities towards extracting value from information standing at the crossroads of some of priority areas, e.g.,

- Cyber security : Intrusion /outlier detection
- Digital transformation of the society; healthcare information systems (Adverse events in hospitals, mining of patient trajectory)
- Smart-environment : IOT : Intelligent transportation system, smart city, smart home

Selected publications 2019:

- Taoufik Yeferny , Sofian Hamad, Sadok Ben Yahia: Query Learning-Based Scheme for Pertinent Resource Lookup in Mobile P2P Networks. IEEE Access , 7: 49059-49068 (2019)
- Syed Attique Shah , Dursun Zafer Seker, M. Mazhar Rathore , Sufian Hameed, Sadok Ben Yahia, Dirk Draheim: Towards Disaster Resilient Smart Cities: Can Internet of Things and Big Data Analytics Be the Game Changers? IEEE Access , 7: 91885-91903 (2019)
- Amira Mouakher, Oumaima Ktayfi, Sadok Ben Yahia : Scalable computation of the extensional and intensional stability of formal concepts. Int. J. General Systems 48(1): 1-32 (2019)

Outstanding results: --

Affiliation to the TalTech Academic Development Plan priority areas:

- Dependable IT solutions
- Future governance

Uurimisrühma kompetentside tutvustus

Publications 2020:

Abidi, Balkis; Ben Yahia, Sadok; Perera, Charith (2020). Hybrid microaggregation for privacy preserving data mining. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 11 (1), 23–38. DOI: 10.1007/s12652-018-1122-7.

Vedeshin, Anton; Dogru, John Mehmet Ulgar; Liiv, Innar; Ben Yahia, Sadok; Draheim, Dirk (2020). A secure data infrastructure for personal manufacturing based on a novel key-less, byte-less encryption method. *IEEE Access*, 8, 40039–40056. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2946730.

Allani, Sabri; Yeferny, Taoufik; Chbeir, Richard; Ben Yahia, Sadok (2020). Towards a smarter directional data aggregation in VANETs. *World Wide Web*, 23 (4), 2303–2322. DOI: 10.1007/s11280-019-00749-y.

Hammami, Hamza; Obaidat, Mohammad S.; Ben Yahia, Sadok (2020). An efficient authentication and key agreement scheme for secure smart grid communication services. *International Journal of Communication Systems*, 33 (15), e4558, 1–13. DOI: 10.1002/dac.4558.

Sahnoun, Sihem; Elloumi, Samir; Ben Yahia, Sadok (2020). Event detection based on open information extraction and ontology. *Journal of Information and Telecommunication*, 4 (3), 383–403. DOI: 10.1080/24751839.2020.1763007.

Ghabri, Issam; Bellatreche, Ladjel; Ben Yahia, Sadok (2020). Selection of a green logical data warehouse schema by anti-monotonicity constraint. *SOFSEM 2020: Theory and Practice of Computer Science : 46th International Conference on Current Trends in Theory and Practice of Informatics, SOFSEM 2020, Limassol, Cyprus, January 20-24, 2020, Proceedings*. Ed. Chatzigeorgiou, Alexander; Dondi, Riccardo; Herodotou, Herodotos; et al. Cham: Springer, 350–361. (Lecture Notes in Computer Science; 12011). DOI: 10.1007/978-3-030-38919-2_29.

Vedeshin, Anton; Dogru, John Mehmet Ulgar; Liiv, Innar; Ben Yahia, Sadok (2020). Smart cyber-physical system for pattern recognition of illegal 3D designs in 3D printing. *Smart Applications and Data Analysis : Third International Conference, SADASC 2020, Marrakesh, Morocco, June 25-26, 2020, Proceedings*. Ed. Hamlich, Mohamed; Bellatreche, Ladjel; Mondal, Anirban; Ordonez, Carlos. Cham: Springer, 74–85. (Communications in Computer and Information Science; 1207). DOI: 10.1007/978-3-030-45183-7_6.

Sharma, Rahul; Kaushik, Minakshi; Arakkal Peious, Sijo; Ben Yahia, Sadok; Draheim, Dirk (2020). Expected vs. Unexpected: Selecting Right Measures of Interestingness. *Big Data Analytics and Knowledge Discovery : 22nd International Conference, DaWaK 2020, Bratislava, Slovakia, September 14-17, 2020, Proceedings*. Ed. Song, Min; Song, Il-Yeol; Kotsis, Gabriele; Tjoa, A Min; Khalil, Ismail. Cham: Springer, 38–47. (Lecture notes in computer science; 12393). DOI: 10.1007/978-3-030-59065-9_4.

Arakkal Peious, Sijo; Sharma, Rahul; Kaushik, Minakshi; Shah, Syed Attique; Ben Yahia, Sadok (2020). Grand Reports: A Tool for Generalizing Association Rule Mining to Numeric Target Values. *Big Data Analytics and Knowledge Discovery : 22nd International Conference, DaWaK 2020, Bratislava, Slovakia, September 14–17, 2020, Proceedings*. Ed. Song, Min; Song, Il-Yeol; Kotsis, Gabriele; Tjoa, A Min; Khalil, Ismail. Cham: Springer, 28–37. (Lecture Notes in Computer Science; 12393). DOI: 10.1007/978-3-030-59065-9_3.

Kaushik, Minakshi; Sharma, Rahul; Peious, Sijo Arakkal; Shahin, Mahtab; Ben Yahia, Sadok; Draheim, Dirk (2020). On the potential of numerical association rule mining. *Future Data and Security Engineering. Big Data, Security and Privacy, Smart City and Industry 4.0 Applications : 7th International Conference, FDSE 2020, Quy Nhon, Vietnam, November 25-27, 2020, Proceedings*. Ed. Dang, Tran Khanh; Küng, Josef; Takizawa, Makoto; Chung, Tai M. Singapore: Springer, 3–20. (Communications in Computer and Information Science; 1306). DOI: 10.1007/978-981-33-4370-2_1.

Souibgui, Manel; Atigui, Faten; Ben Yahia, Sadok; Cherfi, Samira Si-Said (2020). Business intelligence and analytics: On-demand ETL over document stores. *Research Challenges in Information Science : 14th International Conference, RCIS 2020, Limassol, Cyprus, September 23-25, 2020, Proceedings*. Ed. Dalpiaz, Fabiano; Zdravkovic, Jelena; Loucopoulos, Pericles. Cham: Springer, 556–561. (Lecture Notes in Business Information Processing; 385). DOI: 10.1007/978-3-030-50316-1_38.

Liiv, Innar; Vohandu, Leo (2020). Seriation and matrix reordering methods for asymmetric one-mode two-way datasets. In: Imaizumi, Tadashi; Nakayama, Atsuo; Yokoyama, Satoru (Ed.). *Advanced Studies in*

Behaviormetrics and Data Science : Essays in Honor of Akinori Okada (159–175). Singapore: Springer. (Behaviormetrics: Quantitative Approaches to Human Behavior; 5). DOI: 10.1007/978-981-15-2700-5_10.

Ots, Henri; Liiv, Innar; Tur, Diana (2020). Mobile phone usage data for credit scoring. Databases and Information Systems : 14th International Baltic Conference, DB&IS 2020, Tallinn, Estonia, June 16-19, 2020, Proceedings. Ed. Robal, Tarmo; Haav, Hele-Mai; Penjam, Jaan; Matulevičius, Raimundas. Cham: Springer, 82–95. (Communications in Computer and Information Science; 1243). DOI: 10.1007/978-3-030-57672-1_7.

Kumlander, Deniss, Porošin Aleksandr (2020). Reversed search maximum clique algorithm based on recoloring. Optimization of Complex Systems: Theory, Models, Algorithms and Applications : [6th World Congress on Global Optimization, WCGO 2019, July 8-10, 2019, Metz, France]. Ed. Thi, Hoai An Le; Hoai, Minh Le; Dinh, Tao Pham. Cham: Springer, 458–467. (Advances in Intelligent Systems and Computing ; 991). DOI: 10.1007/978-3-030-21803-4_46.

Kumlander, Deniss; Kulitškov, Aleksei (2020). An experimental comparison of heuristic coloring algorithms in terms of found color classes on random graphs. Optimization of Complex Systems: Theory, Models, Algorithms and Applications : [6th World Congress on Global Optimization, WCGO 2019, July 8-10, 2019, Metz, France]. Ed. Thi, Hoai An Le; Hoai, Minh Le; Dinh, Tao Pham. Cham: Springer, 365–375. (Advances in Intelligent Systems and Computing; 991). DOI: 10.1007/978-3-030-21803-4_37.

Henno, J.; Jaakkola, H.; Mäkelä, J. (2020). Non-determinism in nowadays computing and IT. 2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO) : September 28 - October 2, Opatija, Croatia, Proceedings. Ed. Koracic, Marko; Skala, Karolj; Car, Zeljka; et al. Rijeka, Croatia: MIPRO / IEEE, 794–801. DOI: 10.23919/MIPRO48935.2020.9245377.

Jaakkola, H.; Henno, J.; Lahti, A.; Järvinen, J.-P.; Mäkelä, J. (2020). Artificial intelligence and education. 2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO) : September 28 - October 2, Opatija, Croatia, Proceedings. Ed. Koracic, Marko; Skala, Karolj; Car, Zeljka; et al. Rijeka, Croatia: MIPRO / IEEE, 548–555. DOI: 10.23919/MIPRO48935.2020.9245329.

Field(s) of research activity according to the Frascati:

Arvutiteadus ja informaatika / Computer and information sciences

Honours/awards: --

Participation in the activities of international R&D organizations:

- Leo VOHANDU, CLA2020, Tallinn, Estonia (6/2020)
- 12th Concept Lattice and Applications (CLA2020), June 30th-July 1th 2020, Tallinn, Estonia
- 10th International Conference on Model & Data Engineering (MEDI2020), November 4th-6th 2020, Tallinn, Estonia
- Co-program chair of ICBICC2020 International Conference on Big data, IoT, and Cloud Computing, in Tokyo (Japan) on October 9-11, 2020

Applied R&D activities of in business, economics, society (projects, contracts, news, etc.) : --

COVSG40 "Haigla transpordiroboti väljatöötamine (1.09.2020–31.08.2021)", Innar Liiv, Tallinna Tehnikaülikool, Infotehnoloogia teaduskond, Tarkvarateaduse instituut. (Innar Liiv, Martin Rebane)

Where the results of ongoing R&D can be applied? : --

2. Digiriigi tehnoloogiad ja arhitektuur / NextGen Digistate Technologies and Architecture

Uurimisrühma juhi nimi, ametikoht ja kontaktandmed (telefon, e-posti aadress);

Ingrid Pappel, dotsent, ingrid.pappel@taltech.ee https://www.etis.ee/CV/Ingrid_Pappel/est

akadeemilisel ametikohal töötavate uurimisrühma liikmete loetelu (nimeliselt)¹, sh eraldi:

Regina Sirendi (lektor), Alexander Norta (Dotsent)

järeldoktorid -

doktorandid: Richard Dreyling, Eric Jackson, Teona Gelashvili

Uurimisrühma tegevust iseloomustavad võtmesõnad (keywords), minimaalselt kolm.

Avaliku sektori digitaalne transformatsioon, avalike teenuste arendus, andmevahetusplatvormid ja automatiseeriine

Uurimisrühma kompetentside tutvustus (uurimistemaatika, -meetodid, probleemid, mille lahendamise tegeletakse jm.). Üldjuhul on tutvustuse sisu uurimisrühma juhi enda otsustada, kuid täpsema formaadi võib ette anda ka instituudi direktor (nt. lisaks kompetentside kirjeldusele kuni kolme viimase aasta **KÕIGE OLULISEMAD** projektid², **PARIMAD** artiklid jm.).

Next Gen Digital State (NGDS) <https://egov.ee/nextgen-group/> tegeleb küsimustega, kuidas riik saaks tehnoloogiatega rahuldada oma kodanike praeguseid ja tulevase vajadusi. Keskendume valitsuse digitaalsetele ökosüsteemidele, uurides tehnoloogiaid, mis toetavad digitaalset transformatsiooni, innovatsiooni ja rakendamist. Meie uurimisrühm teeb koostööd Eesti ja rahvusvaheliste avaliku sektori asutuste, ministeeriumide ja osakondadega järgmise põlvkonna riigi tehnoloogia arendamisel. Tegeleme tiptasemel uurimisteedadega, mis keskenduvad tehisintellekti arhitektuurile, nõuete väljatöötamisele, andmeanalüütikale ja tehnoloogia rakendamise sotsiaal-majanduslike mõjude mõistmisele ning rakendamisele. Püüame olla avaliku sektori innovatsiooniuringute esirinnas!

MEIE VISIOON

Meie visioon on positiivselt mõjutada ja kujundada järgmise põlvkonna globaalse digitaalse valitsemise ökosüsteeme

MEIE MISSIOON

Pakkuda tiptasemel interdistsiplinaarset praktilist ja teoreetilist uurimistööd, mis võimaldab digi-riigi lahenduste ja poliitika edukat rakendamist

The Next Gen Digital State (NGDS) research group addresses the technological complexities of how governments can satisfy the current and future needs of their citizens. We focus on digital government ecosystems by investigating technologies that support digital transformation, innovation and implementation. Our research group collaborates with Estonian and international public sector agencies, ministries, and departments for developing next-generation government-technology through cutting edge research topics focused on artificial intelligence architecture, requirements engineering, data analytics, and understanding the socio-economic effects of technological implementation. We strive to be on the forefront of public sector innovation research!

Parimad artiklid:

Pappel, Ingrid; Tsap, Valentyna; Draheim, Dirk (2021). The e-LocGov Model for Introducing e-Governance into Local Governments: an Estonian Case Study. IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing. DOI: 10.1109/TETC.2019.2910199 [ilmumas]. (1.1)

Mærøe, Anders Røsten; Norta, Alexander; Tsap, Valentyna; Pappel, Ingrid (2021). Increasing Citizen Participation in e-Participatory Budgeting Processes. Journal of Information Technology & Politics, 18, 1–23. DOI: 10.1080/19331681.2020.1821421. (1.1)

¹ Parandused teha ka meilile lisatud Exceli faili

² Rõhuasetus peaks olema olulist teaduslikku väljundit andvatel projektidel

Parimad projektid:

LEP19059 "E-kaubanduse EL käibemaksu- ja tollideklaratsioonide (alates 2021. aastast) digitaliseerimise rakendusuuring (1.08.2019–31.07.2020)", Ingrid Pappel, Tallinna Tehnikaülikool, Infotehnoloogia teaduskond, Tarkvarateaduse instituut.

VIR19028 "Hõbemajanduse aruka spetsialiseerumise lähenemisviisi toetamine piirkondliku innovatsioonivõime ja jätkusuutliku kasvu suurendamiseks (21.09.2018–30.09.2021)", Ingrid Pappel, Tallinna Tehnikaülikool, Infotehnoloogia teaduskond, Tarkvarateaduse instituut.

- a. Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused.

Uurimisrühm hakkas tegutsema 2020 teises pooles

3. Uurimisrühma kohta lisatakse täiendava infona:

- a. uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda);
- b. uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni kaks [alamvaldkonda Frascati Manuali teadusvaldkondade ja -erialade klassifikaatori](#)³ alusel;
- c. uurimisrühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal;
- d. uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal.
- e. Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:
 - i. uurimisrühma senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas (kirjeldus ning viited projektidele, lepingutele, uudistele vms);

2020 oktoobris alustati tegevust kolme ülikooli ühiskonverentsi korraldamiseks ning september 2021 peaks sümposium Mektorys aset leidma. Üritus on sponsoreeritud MKMi poolt <https://egov.ee/projects/ngss-2021/>

3. Infosüsteemide töörühm / Information Systems Group

The research group leader: Prof. Dr. **Dirk Draheim**, full professor, Software Science Department, Information Systems Group, Akadeemia tee 15a, 12169 Tallinn, Room no. 641, +372 5884 6997, dirk.draheim@taltech.ee

Academic members of the research group:

Sidra Azmat Butt, doktorant-nooremteadur
Erki Eessaar, dotsent
Regina Erlenheim, lektor
Kristiina Hiie, lektor
Liisa Jõgiste, lektor
Minakshi Kaushik, doktorant-nooremteadur
Markko Liutkevicius, peaanalüütik, doktorant
Silvia Lips, doktorant-nooremteadur
Keegan David Braun McBride, doktorant-nooremteadur
Kristina Murtazin, lektor
Ingrid Pappel, dotsent
Karl Ivory Pappel, analüütik
Vishwajeet Pattanaik, doktorant-nooremteadur
Sijo Arakkal Peious, doktorant-nooremteadur

³ <https://www.etis.ee/Portal/Classifiers/Details/ac88df15-7410-4edb-807b-4766f6702074>

Gunnar Piho, dotsent
Viljam Puusep, lektor
Rahul Sharma, doktorant-nooremteadur
Suran, Shweta, doktorant-nooremteadur
Tõnn Talpsepp, vanemteadur
Jaak Tepandi, professor
Valentyna Tsap, doktorant-nooremteadur
Enn Õunapuu, dotsent

Keywords: information systems, e-government, e-governance, e-health, data science, system architecture, system design, databases, large-scale systems

Overview:

The Information Systems Group conducts research in large- and ultra-large-scale IT systems. We investigate the architecture, design, realization and management of IT system landscapes, high-volume data-intensive systems, high-volume workflow-intensive systems, massively resource-intensive systems and highly distributed systems. In particular, we investigate the next generation of digital government technologies and digital government ecosystems. Together with our partners from industry, academia and the public sector we strive for excellent solutions for non-standard, mission-critical IT system problems.

- Nitesh Bharosa, Silvia Lips, Dirk Draheim. Making e-Government Work: Learning from the Netherlands and Estonia. In: Proceedings of ePart 2020 – the 12th IFIP WG 8.5 International Conference on Electronic Participation. Lecture Notes in Computer Science 12220, Springer, 2020.
- Jaak Tepandi, Eric Grandry, Sander Fieten, Carmen Rotuna, Giovanni P. Sellitto, Dimitris Zeginis, Dirk Draheim, Gunnar Piho, Efthimios Tambouris, Konstantinos Tarabanis. Towards a Cross-Border Reference Architecture for the Once-Only Principle in Europe. In: Proceedings of PoEM'2019 - the 12th IFIP WG 8.1 Working Conference on the Practice of Enterprise Modelling. Lecture Notes in Business Information Processing 369, Springer, 2019.
- Dirk Draheim. Generalized Jeffrey Conditionalization - A Frequentist Semantics of Partial Conditionalization. Springer, 2017.

Outstanding results:

- Dirk Draheim, Tanel Tammet. DEXA 2021 Keynote: From Sensors to Dempster-Shafer Theory and Back: the Axiom of Ambiguous Sensor Correctness and its Applications. In: Proceedings of DEXA'2020 – the 31st International Conference on Database and Expert Systems Applications, Lecture Notes in Computer Science 12391, Springer, 2020, 3-19.

Affiliation to the TalTech Academic Development Plan priority areas:

- Future Governance
- Dependable IT Solutions

Field(s) of research activity according to the Frascati:

1.2 Arvutiteadus ja informaatika / Computer and information sciences

Honours/awards:

- Taltech Best Paper Award for “Anton Vedeshin, John M.U. Dogru, Innar Liiv, Sadok Ben Yahia, Dirk, Draheim. A Secure Data Infrastructure for Personal Manufacturing Based on a Novel Key-less, Byte-less Encryption Method, IEEE Access, vol. 8, 2020.”

Participation in the activities of international R&D organizations: --

- IFIP (International Federation for Information Processing), Working Group WG 8.5 “Information Systems in Public Administration”
- Steering Committee "ACOMP - the International Conference on Advanced Computing and Applications”

Applied R&D activities of in business, economics, society (projects, contracts, news, etc.) :

- AURORA Project (LEP19059) "Tender for e-Commerce EU VAT and Duty Declaration (As from 2021) Digitalization Applied Research”

- OSIRIS Project (VIR19028) "Supporting Smart Specialization Approach in Silver Economy for Increasing Regional Innovation Capacity and Sustainable Growth"
- SEF19005 "Counselling Ukrainian universities on E-government Master's programme development and raising awareness of e-Governance via implementation of ICT solutions to support reforms in Ukraine"
- ReachU Project (LEP19022) "Applied research for creating a cost-effective interchangeable 3D spatial data infrastructure with survey-grade accuracy" (Work Package on Image Classification)
- Eurotech Initiative (VERT20061) "EuroTeQ Engineering University"
- Elme Messer Gaas OÜ Applied Research (as partner of IT Academy funded PhD positions): "Logistics IT and CRM renovation: application of data science technology"

Where the results of ongoing R&D can be applied? :

- Architecture of Next Generation Digital Government Ecosystems
- Design of Next Generation Digital Government Services
- Design of Next Generation Digital Government Technologies

4. Keeletehnoloogia laboratoorium / Laboratory of Language Technology

- Uurimisgrupi juht: Tanel Alumäe, vanemteadur, tel 6204201, tanel.alumae@taltech.ee
- Akadeemilisel ametikohal töötavate uurimisrühma liikmed
 - Researchers:
 - Tanel Alumäe, vanemteadur
 - Einar Meister, vanemteadur
 - Lya Meister, teadur
 - PhD students:
 - Joonas Kalda (alates 01.09.2020)
 - Asad Ullah (kuni 31.08.2020)
 - Muud:
 - Jörgen Valk (magistrant, tarkvaraarendaja, kuni 31.06.2020)
- Uurimisrühma tegevust iseloomustavad võtmesõnad: kõnetehnoloogia, foneetika, kõnekorpused / speech technology, phonetics, speech corpora
- Uurimisrühma kompetentsid:
 - Kõnetuvastus
 - Kõneleja, kõneldava keele ja aktsendi identifitseerimine
 - Kõnekorpused
 - Foneetika (eesti keele prosodia, L2 kõne)
 - Mimesugused loomuliku keele töötluse alamteemad

Labori üheks väljapaistvamaks tegevuseks on eesti keele kõnetuvastuse arendus ning avalikult kättesaadavate kõnetuvastusteenuste loomine. Kuigi me keskendume arendustöös eesti keelele, on enamik laboris loodud meetodeid ja tehnoloogiaid keelest sõltumatud. Laboris välja töötatud tarkvara on saadaval vaba tarkvara litsentsi alusel.

Inglise keeles:

- Speech recognition
- Speaker, spoken language and accent identification
- Speech corpora
- Phonetics (Estonian language prosody and vocal system, L2 speech)
- Various sub-topics of natural language processing

One of the important activities is the creation of speech technology applications targeted at society as a whole. This includes applications of end-user speech recognition as well as the key integration components that are easy to integrate. Although the focus is on speech recognition in Estonian, most of the software created in the laboratory is not specific to Estonian. The laboratory is a solid open source free software supporter.

- Valitud viimase kolme aasta teadusartiklid / Selected papers:
 - Łańcucki, Adrian; Chorowski, Jan; Sanchez, Guillaume; Marxer, Ricard; Chen, Nanxin; Dolfing, Hans; Khurana, Sameer; Alumäe, Tanel; Laurent, Antoine (2020). Robust training of vector quantized bottleneck models. 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) : [Glasgow, Scotland, UK, 19-24 July, 2020], Proceedings.
 - Paats, A.; Alumäe, T.; Meister, E.; Fridolin, I. (2018). Retrospective analysis of clinical performance of an Estonian speech recognition system for radiology: effects of different acoustic and language models. Journal of Digital Imaging, 31 (5), 615–621
 - Alumäe, Tanel (2018). Training speaker recognition models with recording-level labels. 2018 IEEE Workshop on Spoken Language Technology, SLT 2018 : Proceedings, December 18-21, 2018, Athens, Greece.

- Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused:
 - Loodi kõneldava keele identifitseerimise mudelite treenimiseks mõeldud kõnekorpuse VoxLingua107, mis sisaldab 107 erineva keele kõnenäiteid, keskiselt 62 tundi keele kohta. Andmete koguti automaatselt YouTube'ist, kasutades otsinguks vastava keele Wikipediast ekstrapheeritud juhuslikke fraase. Näitasime erinevate testvalmimite peal, et nii genereeritud andmete põhjal loodud mudelid on suhteliselt täpsed.

Inglise keeles:

We compiled a new dataset VoxLingua107 that is intended for training spoken language identification models. The dataset contains speech samples for 107 languages, with 62 hours per language on average. The dataset for automatically compiled from data retrieved from YouTube, using random phrases from the Wikipedia of the particular language as search phrases. We showed on different test sets that models trained on such data achieve relatively good accuracy.

- Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga:
 - Dependable IT solutions
 - Future governance
- Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond:
1.2 Arvutiteadus ja informaatika / Computer and information sciences
- Uurimisrühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal:
 - Keeletehnoloogia labor sai auhinna „Keeletegu 2019” avalike eesti kõnetuvastussüsteemide arendamise eest. Auhinda annab välja haridus- ja teadusministeerium, peaauhinna saaja valivad taasiseseisvunud Eesti haridus- ja teadusministrid.
- Uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal:
 - Einar Meistri tähtajaline professor 01.08.2018–30.06.2020 Ida-Soome ülikoolis, osalemine magistriprogrammi European Master of Clinical Linguistics (EMCL) õppetöös
 - Einar Meistri osalemine Ida-Soome ülikooli töötoa Collaboration between Datascience and Humanities – guidelines 25.11.2020 organiseerimiskomitees
 - Labor on konsortsiumi European Master of Clinical Linguistics plus (EMCL+) assotsieerunud partner (<https://www.emcl.eu/partners/>)
- Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:

- 2020. a valmis laboris välja töötatud kõnetuvastustehnoloogiat kasutav Riigikogu uus stenograferimissüsteem (vt 14.09.2020 Aktuaalne Kaamera, <https://www.err.ee/1134953/eesti-viimaste-stenografistide-too-vottis-ule-robot>)
- Laboris on välja töötatud avalikult tasuta kättesaadav eesti keele kõnetuvastussüsteem. Pikkade kõnesalvestuste veebipõhisel transkribeerimissüsteemil oli viimase aasta jooksul üle 2000 kasutaja ning töödeldud on üle 5000 tunni kõnesalvestusi. Süsteemi eest sai labor auhinna „Keeletegu 2019”
- Koostöös PERH-iga valmis 2015. a kõnetuvastussüsteem radioloogidele, mis võimaldab radioloogidel luua pildikirjeldusi dikteerides. Süsteem on väga täpne ning ka praegu aktiivses kasutuses.

5. Proaktiivtehnoloogiate laboratoorium / Laboratory of proactive technologies

The research group leader: **Jaanus Kaugerand**, PhD, e-mail jaanus.kaugerand@taltech.ee, mob 56218478

Academic members of the research group:

Liikmed: Leo Mõtus, Kalev Rannat, Hannes Keernik, Taivo Kangilaski, Tõnu Näks, Andri Riid, Raul Savimaa, Andres Udal, Jaanus Kaugerand, Sergei Astapov, Ermo Täks

Doktorandid: Rene Pihlak, Johannes Ehala, Konstantin Bilozor, Lizaveta Miasayedeva

Keywords: -- küberfüüsikalised-süsteemid, spontaansed sensorvõrgud, uduarvutus, deep learning, riigiülese tervikliku olukorrateadlikkuse võimekus,

Overview:

Proaktiivtehnoloogiate uurimislabori põhitegevuseks on võrgustatud küber-füüsikaliste-süsteemide õpetamine üliõpilastele ning teoreetiliste ja praktiliste probleemide uurimine/lahendamine – näiteks arendatakse küberfüüsikaliste süsteemide magistrkursust, lepingute toetusel ehitatakse ja rakendatakse spontaanseid sensorvõrke, teoreetiliselt uuritakse uduarvutust ja selleks kasutatavat proaktiivset vahevara (ProWare) ja osaletakse tervikliku olukorrateadlikkuse võimekuse uurimisel riigikaitse rakendustele. Lisaks teostab ProLab konvolutsiooniliste närvivõrkude abil uuringuid klassifitseerimise, semantilise segmenteerimise ja objektide tuvastamise kohta. Meetodikat on rakendatud fotopiltidele, punktpilvekogudele ja helisalvestistele.

--

The laboratory focuses on theoretical and practical study of networked systems built from stationary and/or mobile software-intensive (proactive) components. Typical components are pervasive computing systems. The research is partitioned into three threads -- modelling and verification of situation-aware interaction-centred computation, methods and technologies for acquiring situational information, and methods for interpretation of situational information for (proactive) decision making. The long-term goal of the laboratory is the ability to detect and partially control the emergent behaviour in pervasive computing systems. In addition, ProLab performs research on classification, semantic segmentation and object detection using convolutional neural networks. The methodology has been applied to photographic images, point cloud collections and sound recordings.

Publications:

- 1 Riid, Andri; Manna, Davide Liberato; Astapov, Sergei (2020). Image-Based Pavement Type Classification with Convolutional Neural Networks. INES 2020 : IEEE 24th International Conference on Intelligent Engineering Systems, Proceedings, July 8-10, 2020, Reykjavik, Iceland. IEEE, 55–60. DOI: 10.1109/INES49302.2020.9147199.
- 2 Lõuk, Roland; Riid, Andri; Pihlak, René; Tepljakov, Aleksei (2020). Pavement defect segmentation in orthoframes with a pipeline of three convolutional neural networks. Algorithms, 13 (8), 198, 1–27. DOI: 10.3390/a13080198.

- 3 Motus L., K.Taveter, V. Dieves (2019) "Speculations on Collaboration of Models" CogSIMA 2019 Conference, Poster, DOI: 0.1109/COGSIMA.2019.8724167, Conference: 2019 IEEE Conference on Cognitive and Computational Aspects of Situation Management (CogSIMA)
- 4 Motus, L., M. Teichmann, T. Kangilaski, J. Priisalu, J. Kaugerand (2019) „Some issues in modelling comprehensive Situation awareness“, IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Bari, Italy, October 6-9 2019, 978-1-7281-4568-6/19/\$31.00 ©2019 IEEE, 550 – 555 p.
- 5 Riid, Andri; Lõuk, Roland; Pihlak, Rene; Tepljakov, Aleksei; Vassiljeva, Kristina (2019). Pavement distress detection with deep learning using the ortho-frames acquired by a mobile mapping system. Applied Sciences, 9 (22), 4829, 1–22.10.3390/app9224829.
- 6 Kaugerand, J., Ehala, J., Mõtus, L. and Preden, J.S., 2018. Time-selective data fusion for in-network processing in ad hoc wireless sensor networks. International Journal of Distributed Sensor Networks, 14(11), p.1550147718811302.

Outstanding results: --

Affiliation to the TalTech Academic Development Plan priority areas:

- Dependable IT solutions
- Smart and energy efficient environments

Field(s) of research activity according to the Frascati:

1.2 Arvutiteadus ja informaatika / Computer and information sciences

Honours/awards: --

Participation in the activities of international R&D organizations

- Jaanus Kaugerand: Eesti esindaja NATO STO SCI paneelis
- Leo Mõtus, aseesimees IEEE Society for Systems, Man and Cybernetics, TC on Cognitive Situation Management

Ingl. k.:

- Jaanus Kaugerand: National representative in NATO STO SCI panel
- Leo Mõtus, vice-chairman: IEEE Society for Systems, Man and Cybernetics, TC on Cognitive Situation Management

Applied R&D activities of in business, economics, society (projects, contracts, news, etc.)

- DigiAudit – AR20013IT „Hoone suutlikkuse audit reaajas“ 2021 – 2023
- IMO – AR17119 „Infotehnoloogiline mobiilsusobservatoorium“ 2017 – 2022
- ISC2PT - LITEE20122 „Intelligentsed Targa Linna ja Kriitilise Infrastruktuuri Toimepidevuse Tehnoloogiad II“ 2020 – 2022
- SmENeTe2 – Lep17070 „Targa Keskkonna Võrgutehnoloogiad“ 2017 – 2019
- Lep19022 „Kuluefektiivse ühildatava geodeetilise täpsusega 3D ruumandmete taristu loomise rakendusuring“ 2019 – 2021
- Lep18079 „Riigiülese ja tervikliku olukorrateadlikkuse võimeloomine riigikaitse juhtimiseks ja koordineerimiseks“

- DigiAudit – AR20013IT „Real Time Building Performance Audit“ 2021 – 2023
- IMO – AR17119 „Info-technological Mobility Observatory“ 2017 – 2022
- ISC2PT - LITEE20122 „Intelligent Smart City and Critical Infrastructure Protection Technologies ISC2PT II“ 2020 - 2022
- SmENeTe2 – Lep17070 „Smart Environment Networking Technologies“ 2017 – 2019
- Lep19022 „Applied Research for creating a cost-effective interchangeable 3D spatial data infrastructure with survey-grade accuracy“, 2019-2021
- Lep18079 „Creation of a transnational and comprehensive situation awareness capability for the management and coordination of national Defence“

Where the results of ongoing R&D can be applied? : --

6. Rakendusliku tehismõistuse grupp / Applied Artificial Intelligence group

uurimisrühma juht: **Vahur Kotkas**, Development Officer, vahur.kotkas@taltech.ee

Akadeemilisel ametikohal töötavate uurimisrühma liikmete loetelu:

- Tammet, Tanel, professor
- Luberg, Ago, lektor
- Astrova, Irina, vanemteadur
- Haav, Hele-Mai, vanemteadur
- Maigre, Riina, teadur
- Harf, Mait, teadur
- Lillemets, Rauni, teadur

doktorandid

- Verrev, Martin, lektor
- Järv, Priit, tarkvaraarendaja

mitteakadeemilisel ametikohal töötavad liikmed

- Kindel, Kristiina, insener
- Spitšakova, Margarita, tarkvaraarendaja
- Pappel, Karl Ivory, analüütik
- Tarn, Hannes, spetsialist
- Veskioja, Sven, insener
- Kalašnikova, Julia, insener
- Olvet, Marta, GIS spetsialist

Uurimisrühma tegevust iseloomustavad võtmesõnad (keywords), minimaalselt kolm.

machine learning, automated commonsense reasoning, ontology based reasoning, AI methods in spatial data analysis, recommender systems, logic-based software systems

Masinõpe, automatiseeritud inimlaadne arutus, ontoloogiapõhine arutus, tehismõistusel põhinevad ruumiandmete töötlemise meetodid, soovitusüsteemid, loogikapõhised tarkvarasüsteemid, keeruliste süsteemide modelleerimine ja simulatsioonid

Uurimisrühma kompetentside tutvustus

Rakendusliku tehismõistuse grupp keskendub oma uurimistöös tehismõistuse meetoditele, arendades ja rakendades neid erinevates valdkondades. 2019 aastal keskenduti peamiselt masinõppe, ontoloogiapõhise arutluse, automaatse teoreemitõestamise, teadmuse loomise jt tehismõistuse meetodite juurutamisele tööstuse ja avaliku sektori rakendustes.

Grupi eelnevates uurimisteesmades on muuhulgas olnud tehismõistuse osi integreerivad tarkvaraarendusmeetodid ja rakendused (nt CoCoViLa), (visuaalsed) modelleerimiskeeled, programmide loogikapõhine kompositsioon ja ontoloogiatel põhinev teadmiste esitamine.

Uurimistöö mitmete dekaadide vältel on loodud mitmeid rakendusi, mis võimaldavad tehismõistuse tehnikaid rakendada. Praegusel ajal on neist veel kasutusel või arendusjärgus järgmised:

CoCoViLa – visuaalne mudelipõhine automaatset programmisünteesi pakkuv tarkvaraarenduskeskkond - <http://cocovila.github.io/>

WhiteDB – kiire NoSQL andmebaasiohjur - <http://whitedb.org/>

GKC – arutlusvahend tööks (väga) suurtel teadmusbasisidel – <https://github.com/tammet/gkc>

Käesoleval ajal on grupi kesksseteks teemadeks tehismõistuse meetodite rakendamine ruumiandmeanalüüsil, masinõppe rakendamine e-kaubanduse ja avaliku sektori riskihalduses ning loomulikul keelel baseeruvate suhtlussüsteemide arendus. Nende teemadega on seotud järgmised projektid:

1. Applied research for creating a cost-effective interchangeable 3D spatial data infrastructure with survey-grade accuracy
2. Applied research for e-commerce EU VAT and duty declaration (as from 2021) digitalisation
3. Machine learning and AI powered public service delivery

The Applied AI Group conducts research in application of AI methods in various fields and systems. We investigate applicability of machine learning, ontology based reasoning, automated theorem provers, knowledge discovery and other AI methods for solving digitalisation problems of different industrial and governmental stakeholders.

Our previous research has been concentrated on building software development methods and tools (e.g. CoCoViLa) with AI components, basically with program synthesis and ontology based knowledge representation components.

During a number of decades several software tools that facilitate AI techniques have been developed by the group. The following is a list of tools that are still in use or under development:

CoCoViLa – visual model-based software development environment - <http://cocovila.github.io/>

WhiteDB – a lightweight NoSQL database library - <http://whitedb.org/>

GKC – discussion tool on large knowledgebases – <https://github.com/tammet/gkc>

Currently we work on topics like application of AI methods in spatial data analysis, using machine learning for risk management in e-commerce and for public service delivery. The corresponding projects are listed as follows:

1. Applied research for creating a cost-effective interchangeable 3D spatial data infrastructure with survey-grade accuracy
2. Applied research for e-commerce EU VAT and duty declaration (as from 2021) digitalisation
3. Machine learning and AI powered public service delivery

Selected publications in 2020

- Luberg, Ago; Pindis, Jakob; Tammet, Tanel (2020). Sights, titles and tags: mining a worldwide photo database for sightseeing. Proceedings of 10th International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics (WIMS 2020) & 5th International Conference on Real-time Intelligent Systems (RTIS 2020) : 30 June - 3 July 2020, Biarritz, France. New York, NY: ACM, 149–158. (ICPS). DOI: 10.1145/3405962.3405987.
- Draheim, Dirk; Tammet, Tanel (2020). From sensors to Dempster-Shafer theory and back: the axiom of ambiguous sensor correctness and its applications. In: Hartmann, Sven; Küng, Josef; Kotsis, Gabriele; Tjoa, A. Min; Khalil, Ismail (Ed.). Database and Expert Systems Applications : 31st International Conference, DEXA 2020, Bratislava, Czech Republic, September 14-17, 2020, Proceedings, Part I (3–19). Cham: Springer. (Lecture Notes in Computer Science; 12391). DOI: 10.1007/978-3-030-59003-1_1.
- Astrova, Irina (2020). How the Anti-TrustRank algorithm can help to protect the reputation of financial institutions. Research Challenges in Information Science : 14th International Conference, RCIS 2020, Limassol, Cyprus, September 23-25, 2020, Proceedings. Ed. Dalpiaz, Fabiano; Zdravkovic, Jelena;

Loucopoulos, Pericles. Cham: Springer, 503–508. (Lecture Notes in Business Information Processing; 385). DOI: 10.1007/978-3-030-50316-1_30.

- Astrova, Irina; Koschel, Arne; Lee, Su Ling (2020). How the apriori algorithm can help to find semantic duplicates in ontology. Knowledge-Based Software Engineering: 2020 : Proceedings of the 13th International Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering (JCKBSE 2020), Larnaca, Cyprus, August 24-26, 2020. Ed. Virvou, Maria; Nakagawa, Hiroyuki; Jain, Lakhmi C. Cham: Springer, 178–191. (Learning and Analytics in Intelligent Systems; 19). DOI: 10.1007/978-3-030-53949-8_16.
- Spichakova, Margarita; Haav, Hele-Mai (2020). Application of machine learning for assessment of HS code correctness. Baltic Journal of Modern Computing, 8 (4), 698–718. DOI: 10.22364/bjmc.2020.8.4.13.
- Spichakova, Margarita; Haav, Hele-Mai (2020). Using machine learning for automated assessment of misclassification of goods for fraud detection. Databases and Information Systems : 14th International Baltic Conference, DB&IS 2020, Tallinn, Estonia, June 16-19, 2020, Proceedings. Ed. Robal, Tarmo; Haav, Hele-Mai; Penjam, Jaan; Matulevičius, Raimundas. Cham: Springer, 144–158. (Communications in Computer and Information Science; 1243). DOI: 10.1007/978-3-030-57672-1_12.
- Maigre, Riina; Haav, Hele-Mai; Lillemets, Rauni; Julge, Kalev; Anton, Gaspar (2020). A method of comparative spatial analysis of a digitized (LiDAR) point cloud and the corresponding GIS database. Databases and Information Systems : 14th International Baltic Conference, DB&IS 2020, Tallinn, Estonia, June 16-19, 2020, Proceedings. Ed. Robal, Tarmo; Haav, Hele-Mai; Penjam, Jaan; Matulevičius, Raimundas. Cham: Springer, 219–232. (Communications in Computer and Information Science; 1243). DOI: 10.1007/978-3-030-57672-1_17.

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused.

Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda);

- usaldusväärsed IT lahendused
- targad ja energiatõhusad keskkonnad

Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni kaks [alamvaldkonda Frascati Manuaali teadusvaldkondade ja -erialade klassifikaator](#)⁴ alusel;

- 1.2 arvutiteadus ja informaatika
- 5.3 haridusteadused

Uurimisrühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal;

-

Uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal.

-

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:

- 1.1. uurimisrühma senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas (kirjeldus ning viited projektidele, lepingutele, uudistele vms);
 - Küberturbe alane teadmussiire õppuste ja koolituste kaudu: PipeDrive, Elektrilevi, Kaitsevägi, SK ID Solutions, NATO eFP, Eesti Diplomaatide Kool, jne.
 - LITEE20113 – Nutika spetsialiseerumise projekt SK ID Solutions'iga (2020-2021): Õngitsusrünnete vastupanuvõime suurendamine Smart-ID teenuses // Phishing resilience for Smart-ID.
 - LEP19022 "Kuluefektiivse ühildatava geodeetilise täpsusega 3D ruumiandmete taristu loomise rakendusuuring (1.04.2019–31.03.2021)", Andri Riid, Tallinna Tehnikaülikool, Infotehnoloogia teaduskond, Tarkvarateaduse instituut.

⁴ <https://www.etis.eu/Portal/Classifiers/Details/ac88df15-7410-4edb-807b-4766f6702074>

- (Eesti) küberjulgeoleku ja küberturvalisuse alased uuringud MKM-le ja RIA-le
 - Osalemine Eesti uue infoturbestandardi väljatöötamise (E-ITS) projektis.
 - TalTechi esindamine riigi küberturvalisuse poliitika nõukoja, Eesti Infoturbe Assotsiatsiooni (EISA) ja Euroopa Küberturbe Organisatsiooni (ECISO) töös.
- .1.2. kus käimasolevate projektide/lepingute tulemusi (väljatöötatud tehnoloogiat, uudseid lahendusi ja kompetentse) saab rakendada.
- Kriisijuhtimisõppuste korraldamine
 - Tehniliste ja kompleksõppuste konsultatsioon, korraldamine ja disain
 - Koolitused
 - Riiklike poliitikate ja strateegiatega nõustamine Eestis ja väljaspool

7. Mittelineaarsete juhtimissüsteemide töörühm / Nonlinear control systems group

The research group leader:

Ülle Kotta, juhtivteadur, Akadeemia tee 21/1, 12618 Tallinn, e-mail: kotta@cc.ioc.ee, tel: (+372) 620 4153

Academic members of the research group:

- Juri Belikov, Arvo Kaldmäe, Vadim Kaparin
- Postdoc: Ashutosh Simha
- PhD students: Vjatšeslav Škiparev (co-supervised), Abiodun Emmanuel Onile (co-supervised)
- Co-supervised PhD students in other groups: Christian Meurer (co-supervised), Tuuli Uudeberg (co-supervised)

Keywords:

Mittelineaarsed juhtimissüsteemid, algebralised meetodid, autonoomsed sõidukid, energiasüsteemid /
Nonlinear control systems; algebraic methods; autonomous vehicles; power systems

Overview:

Koduleht: <https://cc.ioc.ee/dokuwiki/doku.php?id=en:start>

Töörühm on Eesti juhtiv uurimisüksus automaatjuhtimise valdkonnas, keskendudes mittelineaarsetele juhtimissüsteemidele sh mittesiledatele, hübriidsetele ja ajas hilistuvatele süsteemidele. Rühm on oluliselt panustanud konstruktiivsete algebraliste meetodite ja nendega seotud sümboltarkvarapaketi NLControl väljatöötamise, mis toetab teadusuuringuid, õpetamist ja rakendusi.

Välja on arendatud universaalne algebraline meetodika, mis lihtsustab erinevate mittelineaarsete juhtimissüsteemidega seotud probleemide uurimist ühildatud vaatenurgast. Põhiidee on konstrueerida juhtimissüsteemiga defineeritud diferentsiaalsete 1-vormide alamruumide (või alammodulite) jadad, mis sisaldavad informatsiooni süsteemi struktuursete omaduste kohta. Antud meetodika põhjal on välja töötatud ressursisäästlik sündmuspõhine juhtimismeetod, mis põhineb süsteemide lameduse omadusel.

Kuigi me arendame valdavalt rakendustest sõltumatuid üldisi meetodeid, mille rakendatavus sõltub pigem matemaatiliste mudelite dünaamilistest omadustest, oleme hiljuti keskendunud mõnele hoolikalt valitud rakendusele, millest osa on määratud Eesti teaduse tippkeskuse EXCITE (kuhu meie töörühm kuulub) ühisteemade poolt. Nimelt, tegeleme autonoomsete allveerobotite ja ioonjuhitavate elektroaktiivsete polümeertäiturmehhanismide juhtimisega. Viimaste aastate jooksul on erilist tähelepanu pööranud energiasüsteemidega seotud praktilistele probleemidele, mis on modelleeritud mittelineaarsete juhtimissüsteemidena. Täpsemalt, me uurime taastuvenergiaallikate võrku integreerimise fundamentaalseid piire ning, kasutades meetodeid optimaaljuhtimisteooriast, madala inertsiiga energiasüsteemides asuvate jaotatud energiasalvestusseadmete võimalikke kitsendusi.

Homepage: <https://cc.ioc.ee/dokuwiki/doku.php?id=en:start>

The group is a leading Estonian research unit in automatic control, focusing on nonlinear control systems, including non-smooth, hybrid and time-delay systems. The group has made a significant contributions to the development of constructive algebraic methods and the associated symbolic software package NLControl, which supports research, teaching and applications.

A universal algebraic methodology has been developed that simplifies the study of very different problems for nonlinear control systems from unified perspective. The main idea is to construct sequences of subspaces (or submodules) of differential 1-forms that provide a lot of information about the structural properties of the system. For instance, an event-based resource-aware control method based on the concept of differential flatness has been developed.

Although the group is developing predominantly application-independent general methods determined by the dynamic properties of the mathematical models, we have been recently focused on a few carefully chosen applications, some of them addressed within the joint topics in the Estonian Centre of Excellence on IT, our group is part of. These include control of autonomous underwater vehicles and ionic polymer-metal composite actuators. Within the last few years, special attention has been paid to the study of practical problems arising in limits of renewable energy integration, and determine the possible limitations of distributed energy storage devices in low inertia power systems utilizing methods from optimal control theory.

Valitud artiklid / selected papers:

- [1] Aabloo, Alvo; Belikov, Juri; Kaparin, Vadim; Kotta, Ülle (2020). Challenges and perspectives in control of ionic polymer-metal composite (IPMC) actuators: A survey. *IEEE Access*, 8, 121059–121073. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3007020
- [2] Simha, Ashutosh; Gkliva, Roza; Kotta, Ülle; Kruusmaa, Maarja (2020). A flapped paddle-fin for improving underwater propulsive efficiency of oscillatory actuation. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 5 (2), 3176–3181. DOI: 10.1109/LRA.2020.2975747
- [3] Kaldmäe, Arvo; Kawano, Yu; Kotta, Ülle (2020). Realizations in feedforward forms of nonlinear input-output equations with time-delays. *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 30 (17), 7560–7573. DOI: 10.1002/rnc.5194
- [4] Levron, Yoash; Belikov, Juri (2020). Control of energy storage devices under uncertainty using nonlinear feedback systems. 2020 IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM) : Montreal, QC, Canada. *IEEE*, 1–5. DOI: 10.1109/PESGM41954.2020.9281879
- [5] Chowdhury, Nilanjan Roy; Belikov, Juri; Baimel, Dmitry; Levron, Yoash (2020). Observer-based detection and identification of sensor attacks in networked CPSs. *Automatica*, 121, 109166, 1–13. DOI: 10.1016/j.automatica.2020.109166

Outstanding results:

- Lahendati realisatsioonülesanne ajas hilistuvate mittelineaarsete süsteemide jaoks. Leiti ka realisatsioonid erikujudel, et hõlbustada erinevate juhtimisülesannete käsitlemist.
 - Kasutati asümeetría kontseptsiooni allveerobotite juhtimise efektiivsuse tõstmiseks. Muuhulgas leiti asümmeetrilistel signaalidel põhinev juhtimisseadus roboti orientatsiooni muutmiseks ning konstrueeriti uut tüüpi roboti laba, mis võimaldab suuremat efektiivsust jõu genereerimisel.
 - On loodud aluspõhimõtted küberfüüsikaliste süsteemide erinevate pahatahtlike rünnakute tuvastamiseks ja identifitseerimiseks täielikult hajutatud ja detsentraliseeritud viisil.
 - On välja pakutud uudne juhtimisalgoritm energiasalvestiste jaoks, mis toimib infopuuduse ja määramatuse tingimustes.
-

- The solution of the realization problem for nonlinear time-delay systems was found. Realization in special forms that help to handle different control problems was also addressed.
- In order to obtain higher efficiency in underwater robot control, the asymmetry concept was used. In particular, design of control law for orientation control, based on asymmetric actuation signals, was found and implemented, and the new design of a fin was suggested to obtain higher efficiency in force generation.
- The problem of malicious attacks detection and identification for cyber-physical systems was solved in the fully distributed and decentralized manner.
- A novel control approach was proposed for optimal control of energy storage systems under limited information and uncertainty conditions.

Affiliation to the TalTech Academic Development Plan priority areas:

- Dependable IT solutions
- Smart and energy efficient environments

Field(s) of research activity according to the Frascati:

1. Natural Sciences; 1.2. Computer and information sciences
2. Engineering and technology; 2.2 Electrical engineering, electronic engineering, information engineering

Honours/awards: -

Participation in the activities of international R&D organizations:

Ülle Kotta

- IEEE robustsete ja keerukate süsteemide töörühma liige / Member of the IEEE TC on Robust and Complex Systems
- IFAC'i mittelineaarsete juhtimissüsteemide töörühma liige / Member of the IFAC Technical Committee on Non-Linear Control Systems

Applied R&D activities of in business, economics, society (projects, contracts, news, etc.):

LITEE20012 „Energiatarbimise juhtimise paindlikkustoote pilootprojekt - 1. etapp“

LITEE20107A „Energiatarbimise juhtimise paindlikkustoote pilootprojekt - 2. etapp“

LITEE20016 „Rakendusuring elektrituru nõudlusele reageerimise teenusplatvormi intelligentse planeerimis- ja juhtimissüsteemi arendamiseks ning keerukate koduste elektriseadmetega ühendamiseks“

COVSG22 „Viiruse levimiskiiruse Monte-Carlo analüüs sõltuvuses inimeste mobiilsusest ja sotsiaalsest distantseerumisest“

Viited:

[Uudised]

<https://digi.geenius.ee/rubriik/teadus-ja-tulevik/tehnikaulikooli-tarkvarateadlane-pakkus-elektrisalvestite-juhtimiseks-uudse-lahenduse/>

<https://novaator.err.ee/1118517/koroonakriis-naitas-katte-taastuenergia-kitsaskohad>

LITEE20012 “Energy flexibility service pilot project - Stage 1”

LITEE20107A “Energy flexibility service pilot project - Stage 2”

LITEE20016 “Applied research on connecting power market demand response service platforms to advanced electric power consumables and intelligent system planning and management”

COVSG22 “Monte-Carlo analysis of the spreading rate of a virus as a function of human mobility and social distancing”

Links:

[News]

<https://taltech.ee/en/news/novel-solution-created-professor-juri-belikov-control-energy-storage-devices-received>

Where the results of ongoing R&D can be applied? :

Rühma unikaalset pädevust ning teoreetilisi tulemusi on võimalik rakendada erinevates valdkondades, sealhulgas (a) robotikas, (b) tööstusprotsesside juhtimises, (c) elektrotehnikas ja energeetikas.

The unique competence and theoretical results of the research group can be applied in several areas, including: (a) robotics, (b) process control, (c) electrical engineering and energy management.

8. Küberkriminalistika ja küberjulgeoleku keskus

Centre for Digital Forensics and Cyber Security

uurimisrühma juht **Rain Ottis**, professor, rain.ottis@taltech.ee, +372 620 2328

akadeemilisel ametikohal töötavate uurimisrühma liikmete loetelu (nimeliselt)⁵, sh eraldi:

- Hayretedin Bahsi
- Ahto Buldas
- Mika Kerttunen
- Andro Kull
- Toomas Lepik
- Birgy Lorenz
- Olaf Maennel
- Anna-Maria Osula
- Matthew Sorell
- Stefan Sütterlin
- Eneken Tikk
- Risto Vaarandi
- Adrian Venables

doktorandid;

- Alejandro Guerra Manzanares
- Dan Heering
- Kaie Maennel
- Sten Mäses (kaitses PhD 2020)
- Erwin Orye (tööstusdoktorant)
- Mauno Pihelgas (tööstusdoktorant)
- Jaan Priisalu
- Andrew James Roberts
- Tiia Sõmer
- Ahto Truu (tööstusdoktorant, kaitses PhD 2020)
- Pavel Tšikul

mitteakadeemilisel ametikohal töötavad liikmed

⁵ Parandused teha ka meilile lisatud Exceli faili

- Kristine Hovhannisyan

Uurimisrühma tegevust iseloomustavad võtmesõnad (keywords), minimaalselt kolm.

- Küberturvalisus, digitaalne ekspertiis, krüptograafia
- Cyber security, digital forensics, cryptography

Uurimisrühma kompetentside tutvustus

Küberkriminalistika ja küberjulgeoleku keskus tõstab Eesti küberturvalisuse kompetentsi läbi hariduse, teaduse ja teadmussiidre. Keskuse eksperdid esindavad erinevaid teadusvaldkondi nagu arvutiteadus, õigusteadus ja psühholoogia. See võimaldab uurimisrühmal ette võtta tänapäeva keerulisi küberturvalisuse probleeme, mis vajavad interdistsiplinaarset lähenemist.

Keskuse peamised uurimissuunad on: elutähtsa infotaristu kaitse (fookusega e-valitsemise ja transpordisektoritel), krüptograafia, võrgumonitoring, digitaalne ekspertiis, haridusteadus ning küberjulgeoleku strateegilised küsimused.

TalTech Centre for Digital Forensics and Cyber Security works towards raising Estonian cyber security competence and capacity through education, research and knowledge transfer. The research team includes experts from various scientific disciplines, including computer science, law and psychology. Such a team can take on today's complex cyber security issues that require an interdisciplinary approach.

The main research directions of the Centre are: Critical Information Infrastructure Protection (focus on eGovernance and transportation sectors), cryptography, network monitoring, digital forensics, education research, and cyber security strategy and policy.

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused.

Buldas, Ahto; Gadyatskaya, Olga; Lenin, Aleksandr; Mauw, Sjouke; Trujillo-Rasua, Rolando (2020). **Attribute Evaluation on Attack Trees with Incomplete Information**. Computers & Security, 88, 101630, 1–17.10.1016/j.cose.2019.101630.

Guerra-Manzanares, Alejandro; Medina-Galindo, Jorge; Bahsi, Hayretin; Nömm, Sven (2020). **MedBlot: Generation of an IoT Botnet Dataset in a Medium-sized IoT Network**. Proceedings of the 6th International Conference on Information Systems Security and Privacy, ICISSP, Volume 1 : February 25-27, 2020, La Valletta, Malta. La Valletta: SciTePress, 207–218.10.5220/0009187802070218.

Maennel, Kaie (2020). **Learning analytics perspective: evidencing learning from digital datasets in cybersecurity exercises**. Proceedings 5th IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops EUROS&PW 2020 : 7-11 September 2020, Virtual Event. Los Alamitos, Calif.: IEEE, 27–36. DOI: 10.1109/EuroSPW51379.2020.00013.

Uurimisrühma kohta lisatakse täiendava infona:

- uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda);
 - ✓ usaldusväärsed IT lahendused
 - ✓ targad ja energiatõhusad keskkonnad
- uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni kaks [alamvaldkonda Frascati Manuaali teadusvaldkondade ja -erialade klassifikaatori](#)⁶ alusel;
 - ✓ 1.2 arvutiteadus ja informaatika
 - ✓ 5.3 haridusteadused
- uurimisrühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal -

⁶ <https://www.etis.ee/Portal/Classifiers/Details/ac88df15-7410-4edb-807b-4766f6702074>

- uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal -

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta:

uurimisrühma senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas (kirjeldus ning viited projektidele, lepingutele, uudistele vms);

- Küberturbe alane teadmussiire õppuste ja koolituste kaudu: PipeDrive, Elektrilevi, Kaitsevägi, SK ID Solutions, NATO eFP, Eesti Diplomaatide Kool, jne.
- LITEE20113 – Nutika spetsialiseerumise projekt SK ID Solutions'iga (2020-2021): Õngitsusrünnete vastupanuvõime suurendamine Smart-ID teenuses // Phishing resilience for Smart-ID.
- LITEV20037 – küberkriisiõppuste alane konsultatsioon Jaapani ettevõttele Armoris
- LMIN18052 – (Eesti) küberjulgeoleku ja küberturvalisuse alased uuringud MKM-le ja RIA-le
- LKM17052 – Küberolümpia projekt (peamiselt Kaitseministeeriumi ja Eesti Interneti SA rahastatud), sh Kübernaaskli ja Küberpähkli võistlused ning Eesti esindamine rahvusvaheliselt
- LEP17045 – Nutika spetsialiseerumise projekt Guardtime'ga (2017-2019): BLT signatuuriskeemi arendamine.
- LEP17064 – Nutika spetsialiseerumise projekt CybExer Technologies'ga (2017-2019): küberhügieen.
- VA17103 - koostööprojekt Korea Riikliku Julgeolekuuuringute Instituudiga nende riikliku küberkaitseõppuse arendamiseks (2017-2019).
- Osalemine Eesti uue infoturbestandardi väljatöötamise (E-ITS) projektis.
- TalTechi esindamine riigi küberturvalisuse poliitika nõukoja, Eesti Infoturbe Assotsiatsiooni (EISA) ja Euroopa Küberturbe Organisatsiooni (ECISO) töös.

kus käimasolevate projektide/lepingute tulemusi (väljatöötatud tehnoloogiat, uudseid lahendusi ja kompetentse) saab rakendada.

- Kriisijuhtimisõppuste korraldamine
- Tehniliste ja kompleksõppuste konsultatsioon, korraldamine ja disain
- Koolitused
- Riiklike poliitikate ja strateegiate nõustamine Eestis ja väljaspool

9. **Kompositsiooniliste süsteemide ja meetodite labor** / Lab for Compositional Systems and Methods

The research group leader: **Pawel Sabocinski**

Academic members of the research group: --

Järel doktorid: Morehouse, Edward Barish, Loregian, Fosco

Doktorandid:

Di Lavore, Elena

Haydon, Nathan Joseph

Nester, Chad Mitchell

Hadzihasanovic, Amar

Earnshaw, Matthew David

Kessler, Diana-Maria

Román García, Mario

Keywords:

compositionality, open games, open systems, applied category theory, programming languages, diagrammatic reasoning, string diagrams, logic in computer science, relational methods

Overview: --

Research topics: The group's goal is to study compositional techniques in the context of models of computation, understood broadly. Compositionality means that syntactic descriptions for (open) systems are designed to be compatible with their semantics. While the examples motivating the research come from a broad section of scientific disciplines (logic, control theory, formal language theory, control theory, business processes, game theory, economics, machine learning), we have identified common principles for reasoning about open systems, guided by category theory. These including a semantic universe based on relations rather than functions, and the use of the diagrammatic syntax of string diagrams. String diagrams provide an intuitive calculus for computations via diagrammatic reasoning, and fine-grained control over resources, which is important for faithful descriptions of open systems. Our big questions/challenges are

1) design a next generation of programming/specification languages that will be more suited for compositional (and therefore, more trustworthy and reliable) descriptions of systems,

2) use compositionality to improve the analysis of systems, including the design of new techniques and algorithms, and 3) design and implement tools for working with string diagrams, fast-tracking the passage from theory to practice.

Valitud teadusartiklid / Selected papers 2020:

- Behr, Nicolas; Sobociński, Paweł (2020). Rule algebras for adhesive categories. *Logical Methods in Computer Science*, 16 (3), 2:1–2:38. DOI: 10.23638/lmcs-16(3:2)2020.

3.1.2020

- Bonchi, Filippo; Piedeleu, Robin; Sobociński, Paweł; Zanasi, Fabio (2020). Contextual equivalence for signal flow graphs. *Foundations of Software Science and Computation Structures : 23rd International Conference, FOSSACS 2020, Held as Part of the European Joint Conferences on Theory and Practice of Software, ETAPS 2020, Dublin, Ireland, April 25-30, 2020, Proceedings*. Ed. Goubault-Larrecq, Jean; König, Barbara. Cham: Springer, 77–96. (Lecture Notes in Computer Science; 12077). DOI: 10.1007/978-3-030-45231-5_5.
- Haydon, Nathan; Sobociński, Paweł (2020). Compositional diagrammatic first-order logic. *Diagrammatic Representation and Inference : 11th International Conference, Diagrams 2020, Tallinn, Estonia, August 24–28, 2020, Proceedings*. Ed. Pietarinen, Ahti-Veikko; Chapman, Peter; Bosveld-de Smet, Leonie; Giardino, Valeria; Corter, James; Linker, Sven. Cham: Springer, 402–418. (Lecture Notes in Artificial Intelligence; 12169). DOI: 10.1007/978-3-030-54249-8_32.
- Paixão, João; Sobociński, Paweł (2020). Computational proofs in relational graphical linear algebra. *Formal Methods: Foundations and Applications : 23rd Brazilian Symposium, SBMF 2020, Ouro Preto, Brazil, November 25-27, 2020, Proceedings*. Ed. Carvalho, Gustavo; Stolz, Volker. Cham: Springer, 83–100. (Lecture Notes in Computer Science; 12475). DOI: 10.1007/978-3-030-63882-5_6.

Outstanding results: --

Affiliation to the TalTech Academic Development Plan priority areas:

- Dependable IT solutions

Field(s) of research activity according to the Frascati:

1.2 Arvutiteadus ja informaatika / Computer and information sciences

Honours/awards:

Participation in the activities of international R&D organizations: --

Applied R&D activities of in business, economics, society (projects, contracts, news, etc.) :

PRG1210 "Automaadid: õppimine, interaktsioon ja konkurentsus (ALICE) (1.01.2021–31.12.2025)", Paweł Maria Sobociński, Tallinna Tehnikaülikool, Infotehnoloogia teaduskond, Tarkvarateaduse instituut.

EITSA18017 "IT Akadeemia programmi IKT teaduse toetusmeede perioodiks 2018-2022: Tarkvara usaldusväärsus (1.01.2018–31.12.2022)", Paweł Maria Sobociński, Tallinna Tehnikaülikool, Infotehnoloogia teaduskond, Tarkvarateaduse instituut.

Where the results of ongoing R&D can be applied? : --

10. Tugevalt tagatud tarkvara laboratoorium/ High-assurance software laboratory

Uurimisrühma juht: **Tarmo Uustalu**, juhtivteadur, 620 4250, tarmo@cs.ioc.ee, 0000-0002-1297-0579

Akadeemilisel ametikohal töötavate uurimisrühma liikmete loetelu

Jüri Vain, kaasprofessor tenuuris, 0000-0002-0700-7972

Maksym Bortin, teadur, 0000-0003-4749-4987

Silvio Capobianco, vanemteadur, 0000-0002-2936-0419

Juhan-Peep Ernits, dotsent, 0000-0002-4591-0425

Denis Firsov, teadur, 0000-0003-1267-7898

Evelin Halling, assistent kuni 31.7.2020, lektor al 1.8.2020, 0000-0003-2289-188X

Gert Kanter, lektor, 0000-0002-8201-8540

Marko Kääramees, dotsent, ka inst direktor al 1.4.2020, 0000-0003-2315-7118

Hendrik Maarand, nooremteadur kuni 31.8.2020, teadur al 1.9.2020, 0000-0002-1967-4297

Sven Nõmm, vanemteadur, 0000-0001-5571-1692

Hellis Tamm, vanemteadur, 0000-0001-5446-3762

Leonidas Tsiopoulos, vanemteadur, 0000-0002-3994-3810

Niccolò Veltri, teadur, 0000-0002-7230-3436

Stephan A. Spahn, järeldoktor-teadur al 1.12.2020, 0000-0003-1148-842X

Niels F. W. Voorneveld, järeldoktor-teadur, 0000-0001-6650-3493

Elli Valla, doktorant-nooremteadur al 9.11.2020

Uurimisrühma tegevust iseloomustavad võtmesõnad: funktsionaalne ja sõltuvalt tüübitud programmeerimine, tarkvara verifitseerimine ja testimine, formaliseeritud programmeerimisteooria /functional and dependently-typed programming, software verification and testing, formalized programming theory

Uurimisrühma kompetentside tutvustus (uurimistemaatika, -meetodid, probleemid, mille lahendamisega tegeletakse jm.)

Rühm uurib tugevalt tagatud tarkvara arendamise teooriaid, meetodeid ja tööriistu, spetsialiseerudes nii tõestustele (sertifitseeritud tarkvara) kui ka testimisele.

/

The group conducts research into theories, methods and tools for developing high-assurance software, specializing on both proofs (certified software) and testing.

Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused

Uusimad teadustulemused

Näidati, et monaadide-komonaadide residuaalsed interaktsiooniseadused vastavad teatud tehetele algebratel ja koalgebratel. Sellest vastavusest tuletati mitu seost interaktsiooniseaduste ning oleku- ja jätkupõhiste jooksutajate vahel.

Defineeriti paindlikult gradeeritud monaadi ja algebralise teooria mõisted ning töötati välja nende alusteooria. Paindlikult gradeeritud operatsioonid lubavad arvutuslikke efekte täpsemalt kvantifitseerida kui tavalised (jäigalt) gradeeritud operatsioonid.

Toodi sisse fUMLi (Foundational UML Subset) tegevusdiagrammide ajaline semantika ja defineeriti vaadeldavate märgenditega ajalised tegevusdiagrammid käivitavate UMLi tegevusdiagrammide relativiseeritud ajalise sisend-väljund konformsuse (rtioco) seose toetamiseks.

Arendati välja lausete kirjutamise test Parkinsoni tõve diagnoosiks, mis töötab komplekti interpreteeritavate kvantitatiivsete tunnustega.

//

Latest research results

Residual monad-comonad interaction laws were shown to correspond to certain operations on algebras and coalgebras. From this correspondence, several relationships between interaction laws and stateful and continuation-based runners were derived.

Novel concepts of flexibly graded monad and algebraic were introduced together with their basic theory. Flexibly graded operations facilitate more precise quantification of computational effects than ordinary (rigidly) graded operations.

A time semantics of fUML (the Foundational UML Subset) activity diagrams (ADs) was introduced and time activity diagrams with observable labels defined in order to support the relativised time input-output conformance (rtioco) relation for executable UML ADs.

A sentence writing test was developed for diagnosing Parkinson's disease that operates on a set of interpretable quantitative features.

Valitud publikatsioone 2020 / Selected publications 2020

D. Firsov, A. Buldas, A. Truu, R. Laanoja. Verified security of BLT signature scheme. In Proc. of 9th ACM SIGPLAN Int. Conf. on Certified Programs and Proofs, CPP 2020 (New Orleans, LA, Jan. 2020), pp. 244-257. ACM Press, 2020. doi:10.1145/3372885.3373828

S. Katsumata, E. Rivas, T. Uustalu. Interaction laws of monads and comonads. In Proc. of 35th Ann. ACM/IEEE Symp. on Logic in Computer Science, LICS 2020 (Saarbrücken, July 2020), pp. 604-618. ACM Press, 2020. doi:10.1145/3373718.3394808

A. Netšunaev, S. Nõmm, A. Toomela, K. Medijainen, P. Taba. Sentence writing test for Parkinson disease modeling: comparing predictive ability of classifiers. In N. T. Nguyen, K. Jearanaitanakij, A. Selamat, B. Trawinski, S. Chittayasothorn, eds., Proc. of 12 Asian Conf. on Intelligent Information and Database Systems, ACIIDS 2020(Phuket, March 2020), Part I, v. 12033 of Lect. Notes in Comput. Sci., pp. 345-357. Springer, 2020. doi: 10.1007/978-3-030-41964-6_30

F. Shokri-Manninen, J. Vain, M. Waldén. Formal verification of COLREG-Based Navigation of maritime autonomous systems. In F. de Boer, A. Cerone, eds., Proc. of 18th Int. Conf. on Software Engineering and

Formal Methods, SEFM 2020 (Amsterdam, Sept. 2020), v. 12310 of Lect. Notes in Comput. Sci., pp. 41-59. Springer, 2020. doi:10.1007/978-3-030-58768-0_3

N. Veltri, A. Vezzosi. Formalizing pi-calculus in guarded cubical Agda. In Proc. of 9th ACM SIGPLAN Int. Conf. on Certified Programs and Proofs, CPP 2020 (New Orleans, LA, Jan. 2020), pp. 270-283. ACM Press, 2020. doi:10.1145/3372885.3373814

Lisainfo:

Uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga, kuni 2

Usaldusväärsed IT-lahendused / Dependable IT solutions

Tulevikku vaatav riigivalitsemine / Future governance

Uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond, kuni 2

1.2 Arvutiteadus ja informaatika / Computer and information sciences

Uurimisrühma liikmete riiklikul ja rahvusvahelisel tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal

Hendrik Maarandi töö pälvis üliõpilaste teadustööde riiklikul konkursil loodusteadustes doktoriõppe astmes äramärgimise.

Sven Nõmme artikkel pälvis konverentsi ACIIDS 2020 parima artikli auhinna.

/

Hendrik Maarand's thesis received an honorable mention from the national student research competition in the PhD student category, the exact and life sciences domain.

Sven Nõmm's paper received the best paper award of the ACIIDS 2020 conference.

Uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiade ja/või muude oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal

Tarmo Uustalu on IFIPi WG 2.1 liige al 2010 (liikmed kutsutakse, liikmesus on eluaegne).

Sven Nõmm on al dets 2020 IFACi TC 4.5 ase-esimees publikatsioonide alal.

//

Tarmo Uustalu is a member of IFIP WG 2.1 since 2010 (members are invited, membership is lifetime).

Sven Nõmm is since Dec. 2020 the publications vice-chair of IFAC TC 4.5.

Info uurimisrühma rakendusliku väljundiga teadus- ja arendustegevuse kohta: -

uurimisrühma senised rakendused ettevõtluses, majanduses, ühiskonnas (viited projektidele, lepingutele, uudistele vms): -

kus käimasolevate projektide/lepingute tulemusi (väljatöötatud tehnoloogiat, uudseid lahendusi ja kompetentse) saab rakendada: -

11. Äriinfotehnoloogia töörühm / Business Information Technology Group

uurimisrühma juhi nimi, ametikoht ja kontaktandmed (telefon, e-posti aadress);

Gunnar Piho, dotsent, gunnar.piho@taltech.ee

akadeemilisel ametikohal töötavate uurimisrühma liikmete loetelu (nimeliselt)⁷, sh eraldi:
Puusep, Viljam, lektor; Murtazin, Kristina, lektor; Talpsepp, Tõnn, vanemteadur; Hiie, Kristiina, lektor
Jõgiste, Liisa, lektor; Švartsman, Inna, lektor; Treier, Tarvo, lektor

Doktorandid: Shvets, Oleg, doktorant

mitteakadeemilisel ametikohal töötavad liikmed nimetatakse vaid juhul kui nad panustavad oluliselt teadusuuringutesse (on teaduspublikatsioonide kaasautorid, või panustanud nende valmimisse) ja nende töö on selgelt seotud konkreetse uurimisrühmaga.

Tšukrejeva, Jekaterina, assistent

Karu, Karl-Erik, assistent

Uurimisrühma tegevust iseloomustavad võtmesõnad (keywords), minimaalselt kolm.

professional applications, dependable, interoperable and evolutionarily changeable enterprise applications, business software, future professionals, professional education

Uurimisrühma kompetentside tutvustus (uurimistemaatika, -meetodid, probleemid, mille lahendamise tegeletakse jm.). Üldjuhul on tutvustuse sisu uurimisrühma juhi enda otsustada, kuid täpsema formaadi võib ette anda ka instituudi direktor (nt. lisaks kompetentside kirjeldusele kuni kolme viimase aasta **KÕIGE OLULISEMAD** projektid⁸, **PARIMAD** artiklid jm.).

Äriinfotehnoloogia töörühma põhitegevuseks on äriinfotehnoloogia lahenduste arendamine ja analüüsimine, usaldusväärsete, koostoimivate ja arenevate rakenduste teooriad ja praktilised lahendused, tulevikuspetsialistide hariduse tõstmine.

Äriinfotehnoloogia rühma peamiseks uurimisvaldkonnaks on ettevõtte infosüsteemide kavandamise, arendamise ja ülalhoiuga seonduvad meetodid, tööriistad, mudelid ja paremad praktikad. Praegu keskendume eelkõige haridus- ja tervishoiuvaldkonna infosüsteemides kasutatavatele mudelitele, nende mudelite valideerimisele ja nende mudelite kasutamise meetodikatele. Haridusvaldkonna teemades osaleb praegu kaks täiskohaga doktoranti. Nende kaasjuhendajaks on professor Martijn Meeter (Vrije Universiteit Amsterdam) ja peamiseks uurimisteemaks on (üli)õpilastele antava personaalse tagasiside modelleerimine ja automatiseerimine. Meditsiini valdkonnas on koostöös Tervisetehnoloogiate instituudiga viis täiskohaga doktoranti. Nende kaasjuhendajaks on professor Peeter Ross ja uurimisteemaks meditsiiniandmete avaliku teise kasutamise seonduv probleemistik. Partneriteks on siin professori Martin Leucker (University of Lübeck) ja professori Yngve Lamo (Western Norway University of Applied Science) uurimisrühmad.

Äriinfotehnoloogia rühm osaleb aktiivselt EuroTeQ projekti (<https://eurotech-universities.eu/projects/eurotech-engineering-university/>) viienda tööpaketi (EuroTeQ Connector) juhtimises ja töös. Äriinfotehnoloogia rühma hallata on kaks äriinfotehnoloogia õppekava IABB (bakalaureuse õppekava) ja IABM (magistri õppekava)

The focus of the business information technology group is a theory and practice of dependable, interoperable and evolutionarily changeable enterprise applications and the education of a future specialist in the field.

The main research area of the Business Information Technology Group is the methodologies, tools, models and best practices related to the design, development and maintenance of enterprise information systems. At present, we are focusing on models used in information systems of the education and health sectors, validation of these models and methodologies for using these models. Two full-time PhD students are currently related in an educational domain. They are co-supervised by professor Martijn Meeter (Vrije Universiteit Amsterdam) and the main research theme is modelling and automating personal feedback to students. In cooperation with the Institute for Health Technologies, there are five full-time PhD students working for the healthcare domain. Professor Peeter Ross is their co-supervisor, and the subject of research is the issues related to the open secondary use of person's health data. Scientific partners here are the research groups of Professor Martin Leucker (University of Lübeck) and Professor Yngve Lamo (Western Norway University of Applied Science).

The business information technology group is actively involved in leading and work of the fifth work-package (EuroTeQ Connector) of the EuroTeQ project (<https://eurotech-universities.eu/projects/eurotech-university/>). The Business Information Technology Group is also related in leading and operating of two Business Information Technology curricula, IABB (bachelor's curriculum) and IABM (master's curriculum).

⁷ Parandused teha ka meilile lisatud Exceli faili

⁸ Rõhuasetus peaks olema olulist teaduslikku väljundit andvatel projektidel

Artiklid:

Murtazin, Kristina; Shvets, Oleg; Piho, Gunnar (2020). Curriculum for business information technology studies at BSc and MSc levels - observations from a long-term educational endeavour. Proceedings of the 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) : 27-30 April, 2020, Porto, Portugal. Ed. Cardoso, Alberto; Alves, Gustavo R.; Restivo, Teresa. New York, NY: IEEE, 409–418. DOI: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125345.

Shvets, Oleg; Murtazin, Kristina; Piho, Gunnar (2020). Providing feedback for students in e-learning systems: a literature review, based on IEEE Explore Digital Library. Proceedings of the 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) : 27-30 April, 2020, Porto, Portugal. New York, NY: IEEE, 284–289. DOI: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125344.

Shvets, Oleg; Murtazin, Kristina; Piho, Gunnar (2020). Creation of software platform for distance use of lab equipment and data in Virumaa College at Tallinn University of Technology. 2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO) : September 28 - October 2, Opatija, Croatia, Proceedings. Ed. Koracic, Marko; Skala, Karolj; Car, Zeljka; et al. Rijeka, Croatia: MIPRO/IEEE, 1591–1595. DOI: 10.23919/MIPRO48935.2020.9245261.

Murtazin, Kristina; Shvets, Oleg; Piho, Gunnar (2020). Literature review on work-based learning. 2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) : October 21-24, 2020, Uppsala, Sweden. IEEE , 1–18. DOI: 10.1109/FIE44824.2020.9274264.

Talpsepp, Tõnn; Liivamägi, Kristjan; Vaarmets, Tarvo (2020). Academic abilities, education and performance in the stock market. Journal of Banking & Finance, 117, Article 105848, 1. DOI: 10.1016/j.jbankfin.2020.105848.

Projekti liikmetega seotud projektid:

LEP18020 "Clinical pilot projects of personalised medicine in the precise prevention of breast cancer and cardiovascular diseases (1.01.2018–31.12.2020)", Peeter Ross, Tallinn University of Technology, School of Information Technologies, Department of Health Technologies.

VERT20061 "EuroTeQ Engineering University (1.11.2020–30.10.2023)", Hendrik Voll, Tallinn University of Technology, School of Information Technologies, Tallinn University of Technology, School of Business and Governance, Tallinn University of Technology, School of Engineering.

.1. Uurimisrühma lõppenud aasta rahvusvahelisel tasemel väljapaistvad teadustulemused.

Uurimisrühm hakkas tegutsema 2020 teises pooles

- Uurimisrühma kohta lisatakse täiendava infona:

uurimisrühma seotus AAK prioriteetse suunaga (kuni kaks olulisemat suunda);

usaldusväärsed IT lahendused

uurimisrühma tegevusega seotud teadusvaldkond – kuni kaks [alamvaldkonda Frascati Manuali teadusvaldkondade ja -erialade klassifikaatori](#) alusel;

1.2 arvutiteadus ja informaatika

5.3 haridusteadused

uurimisrühma liikmete rahvusvahelisel ja riiklikul tasemel olulised tunnustused lõppenud aastal;

-

uurimisrühma liikmete osalus välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste TA&I-ga seotud välisorganisatsioonide töös lõppenud aastal.

Gunnar Piho: Member of the local initiative group for the COST Action (Beneficial and Trustworthy Human-Agent e-Government)