

10. TÉMALEÍRÁSOK

11. I.1. INFORMATIKAI ALAPOK ÉS ALKALMAZÁSOK

Durva hibák szűrésének optimalizálása a fotogrammetriai mérések feldolgozása során

Témavezető: Jancsó Tamás

A kutatási téma leírása:

A fotogrammetriai mérések feldolgozásánál a durva hibák kiszűrésére számos megközelítésre létezik, így például. Ugyanakkor a mérések számának növekedésével a felderítendő durva hibák száma is megnő, ami a mérések feltételezett normális eloszlását már lényegesen befolyásolhatja. Ezért igény mutatkozik arra, hogy olyan eljárásokat dolgozzunk ki, melyek során a durva hibával terhelt mérések még a kiegyenlítési eljárás előtt kiszűrhetők legyenek. A számítástechnika rohamos fejlődése lehetővé teszi olyan kombinatorikai megfontolásokra épülő eljárások beiktatását a hibával terhelt mérések felderítési folyamatába, melyek számításigénye a hagyományos eljárásokkal szemben jóval nagyobb, de ezek a hibrid módszerek megengedik a hibák felderítését még a legkisebb négyzetek módszerével végzett kiegyenlítés előtt. A kidolgozandó módszer a hagyományos eljárásokhoz jól integrálható és ezzel nagymértékben javítható a durva hibával terhelt mérések felderítése.

Kutatási célok:

A legfontosabb durvahiba-szűrési eljárások áttekintése és összehasonlító elemzése, a vizsgált módszerek korlátainak és megbízhatóságának vizsgálata. Hibrid durvahiba-szűrési eljárás kidolgozása és alkalmazása fotogrammetriai alapfeladatoknál és kiegyenlítési eljárásoknál. A hibrid szűrési eljárás kidolgozásához a nemlineáris fotogrammetriai feladatok megoldásánál a Jacobi-féle középérték képzéssel és a Gauss-féle legkisebb négyzetek módszerével végzett kiegyenlítési eljárás ötvözése egy eljárásba a számítási/feldolgozási hatékonyság növelése érdekében.

Irodalom:

- [1] J. L. Awange, E. W. Grafarend, *Solving Algebraic Problems in Geodesy and Geoinformatics*, 2005, Springer Verlag, ISBN 3-540-23425-X
- [2] T. Jancsó, *Durva hibák szűrése térbeli hasonlósági transzformációnál*, GEOMATIKAI KÖZLEMÉNYEK 12: pp. 27-33. (2009)
- [3] T. Jancsó, *Durvahiba-szűrés a fotogrammetriai hátrametszés kiegyenlítése előtt kezdő értékek megadása nélkül*, GEOMATIKAI KÖZLEMÉNYEK 7: pp. 181-195. (2004)

[4] T. Jancso, *Gross Error Detection of Control Points with Direct Analytical Method*, In: Geo-Imagery Bridging Continents. Proceedings of the XXth ISPRS Congress, Istanbul (IAPRS 35, B3). Istanbul, 2004.07.12-2004.07.23. ISPRS, pp. 678-682.

[5] T. Jancsó, *A külső tájékozási elemek meghatározása közvetlen analitikus módszerrel*, GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA 46:(1) pp. 33-38. (1994)

[6] J. Zavoti, T. Jancso, *The solution of the 7-parameter datum transformation problem with- and without the Gröbner basis*, ACTA GEODAETICA ET GEOPHYSICA HUNGARICA 41: pp. 87-100. (2006).

Hazai és/vagynemzetközi kapcsolatok a fenti témában:

Závoti József (NyME-KTK, Magyarország), Zaletnyik Piroska (BME, Magyarország), Vassilios Tsioukas (Aristotle University of Thessaloniki, Görögország)

**Számítógépes eljárások numerikus stabilitásának vizsgálati eljárásai
(automatikus hibaanalízis) és megbízhatóságuk.**

Témavezető: Galántai Aurél

A kutatási téma leírása:

Számítógépes algoritmusok numerikus stabilitásának elméleti vizsgálata általában nagyon nehéz és a kapott eredmények nem is minden esetben tükrözik a gyakorlati tapasztalatokat. Programfejlesztési és felhasználói szempontból hasznosabbnak tűnnek az olyan technikák, amelyek egy adott programról (algoritmus implementációról) automatikusan eldöntik, hogy az numerikusan stabil-e. Ezek a feladat típustól erősen függő eljárások részben véletlenszerű paraméterválasztásokon alapulnak, részben pedig optimalizálási módszereket használnak, amelyekkel a hibamaximalizáló paramétereket keresik.

Kutatási célok:

1. Az ismertebb eljárások áttekintése és összehasonlító elemzése, megbízhatóságuk vizsgálata.
2. Ismert eljárások módszertani és tartalmi továbbfejlesztése, megbízhatóságának növelése.

Információvédelem multi-szinuszos jelkódolással

Témavezető: Várkonyiné Kóczy Annamária

A kutatási téma leírása:

Napjaink kiemelt kutatási témája olyan algoritmusok és eljárások kifejlesztése, amelyek megfelelő védelmet nyújtanak a személyi, gazdasági, ipari, katonai, stb. információk tárolásánál, továbbításánál. Adott információt annak értékével nagyjából megegyező feltörési költségű algoritmussal érdemes titkosítani. Ugyanakkor a hatékony titkosítási módszerek általában igen drágák és bonyolult eljárás igényűek. Olcsóbb és könnyebben kezelhető technikák találása sokat segíthet a nem nyilvános információk jobb védelmében.

Az információ védelem egyik új kutatási iránya a kaotikus jeleken alapuló titkosítás [1]. A témavezető előzetes eredményei szerint hasonló jellegű, de olcsóbb, könnyebben kézben tartható és megvalósítható titkosítási eljárásokat lehet kifejleszteni multi-szinuszos jelek [2] segítségével. A kutatási téma ennek megtervezését, leírását, bizonyítását, vizsgálatát és megvalósítását célozza.

Kutatási célok:

1. Kaotikus jeleken alapuló titkosítás vizsgálata. A kaotikus és multi-szinuszos jelek analógiáinak feltárása.
2. Multi-szinuszos jelek szintézise és analízise.
3. Multi-szinuszos kódolás és aktív jelamplitúdó homogenizálás. Titkosítási eljárás tervezése multi-szinuszos jelkódolással.

Irodalom:

- [1] Chee, Ch.Y. and D. Xu, "Chaotic encryption using discrete-time synchronous chaos," *Physics Letters A*, vol. 348, issue 3-6, pp. 284-292, Jan. 2006.
- [2] A. R. Várkonyi-Kóczy, "Synchronized Multi-Sine Measurements via DSP Methods," *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, vol. 46, no. 4, pp. 929-932, Aug. 1997.

Sokmagos processzorok teljesítmény viszonyainak vizsgálata

Témavezető: Sima Dezső

A kutatási téma leírása:

Az elmúlt években a processzorok területén egy rohamos és lényeges változás következett be; az egymagos processzorokat döntően 2005 után felváltották a többmagos processzorok azzal, hogy a gyártási technológiák fejlődésével a magszámok a következő időszakban várhatóan két évente duplázódni fognak. Ugyanakkor a magszámok folyamatos növekedése egyre jelentősebb igényeket támaszt mind a lapkán implementált kapcsolóhálózattal, mind az operatív tár sáv szélességével, ill. méretével szemben, olyannyira hogy a sokmagos processzorok (8- vagy többmagos processzorok) esetén az eddig használt megvalósítási alternatívák már nem bizonyulnak megfelelőnek és új megoldások szükségesek.

A kutatási téma további jellemzője az, hogy az interkommunikációs ill. memória sáv szélesség és méretigények jelentős mértékben függenek az adott alkalmazási területtől. A kutatási téma a sokmagos processzorok lehetséges megvalósítási alternatíváira és azok teljesítmény viszonyaira fókuszál adott alkalmazási területek alapulvételével.

Kutatási célok:

1. Sokmagos processzorok tervezési terének kimunkálása
2. Az egyes architektúrális alternatívák teljesítmény viszonyainak vizsgálata perspektívikus alkalmazási területeken

Nemzetközi kapcsolatok:

Az adott területen kutatási együttműködés alakult ki egyrészt az IBM böblingeni kutatólaborjával (Dr. Peter Altevogt), másrészt az austiniai kutatólaborral (Dr. Peter Hofstee). A két nevezett kutatóhellyel kutatási együttműködési szerződés keretében közös kutatás folyik a Cell processzor továbbfejlesztésével kapcsolatban.

Pontfelhő szegmentálás

Témavezető: Vámosy Zoltán

A kutatási téma leírása:

Napjainkban a környezetről gyűjtött információk kiemelt prioritást kapnak az ipari, keresdelemi és szolgáltatási folyamatok kialakításában. A LiDAR (Light Detection and Ranging) lézershkener technológia, vagy az RGB-D szenzorok segítségével háromdimenziós mérési adatokat, úgynevezett pontfelhőket készíthetünk a megfigyelt térről. A nagymennyiségű adat szegmensekbe sorolása alapvető lépés az értelmezésük során.

Kutatási célok:

A legfontosabb pontfelhő szegmentálási módszerek áttekintése és összehasonlító elemzése. A különböző gyakorlatialkalmazások szempontjából fontos kiválasztási kritériumok meghatározása. Nagyobb környezetben alkalmazható szegmentálások megvalósítása, a módszer tesztelése, az eredmények összehasonlítása.

Irodalom:

- [1] R. B. Rusu, "Semantic 3D Object Maps for Everyday Manipulation in Human Living Environments," PhD dissertation, Technische Universität München, 2009.
- [2] J. Porway, K. Wang, and S. Zhu, "A hierarchical and contextual model for aerial image understanding," *International Journal of Computer Vision*, vol. 88. pp.254-283, 2010.

Lágyszámítási módszerek alkalmazása a képi információ feldolgozásban és 3D modellezésben

Témavezető: Várkonyiné Kóczy Annamária

A kutatási téma leírása:

A képi információ feldolgozás és 3D modellezés a mérnöki alkalmazások egy jelentős részében: számítógépes grafika, biztonságtechnika, irányítástechnika, közlekedési rendszerek, térképészet, műholdas helymeghatározás, robottechnika, geológia, műemlékvédelem, stb. kulcsfontosságú. Az utóbbi években egyre nagyobb érdeklődés tapasztalható a képi információfeldolgozás nem hagyományos, elsősorban lágyszámítási módszereken - fuzzy, neurális és genetikus technikákon - alapuló módszerei iránt.

A fuzzy és más lágyszámítási módszereken alapuló eljárások – szűrők, lényegkiemelők, alakfelismerők, stb. – komoly jelöltként vethetők fel a lényeges és lényegtelen információ szétválasztási illetve modellezési feladatok megoldásánál, nemcsak jó modellezési, zajszűrő és lényegkiemelő tulajdonságaik, hanem adaptivitásuk, tanulóképességük és kedvező számítási komplexitásuk miatt is. A nemlineáris technikák általában megbízhatóbb, pontosabb eredményeket szolgáltatnak a lineáris módszerekkel szemben. A képfeldolgozás területén az új intelligens módszerek nemcsak a – feldolgozás szempontjából - hasznos információ és a zaj megkülönböztetésében jelentenek előnyt, de segítségükkel lehetőség nyílik a lényeges információ kiemelésére és ezen keresztül alak felismerési (object recognition) és információ kinyerés (information retrieval) típusú feladatok megoldására illetve képrekonstrukcióra, azaz a elrejtett képi információ előhívására. A lényeges információ kiemelése jelentheti pl. a lényegtelen részletek kiszűrését, amely hozzájárulhat a képi információ könnyebb és gyorsabb értelmezéséhez, míg képrekonstrukció esetén a túl erős vagy nagyon gyenge megvilágítás (high dynamic range) okozta információvesztés illetve látvány torzulás kompenzálását az intenzitásértékeknek a látható fényintenzitás tartományba való transzformálásán keresztül. A 3D rekonstrukció területén az intelligens módszerek lehetővé teszik a modellezés fényképek alapján történő automatikus megvalósítását, lézeres mérések esetén a lézeres 3D rekonstrukciót.

Kutatási célok:

1. A képfeldolgozás és gépi látás új, lágyszámítási módszereken alapuló modelljeinek és eljárásainak feltárása és kidolgozása.
2. A feldolgozás szempontjait figyelembevevő képminőség javulást eredményező technikák kidolgozása.
3. Orvosbiológiai, közlekedésbiztonsági, robottechnikai, intelligens otthon felügyeleti rendszerek alkalmazási lehetőségeinek feltárása és megvalósítása.

Irodalom:

- [1] A.R. Várkonyi-Kóczy, “Low Complexity Situational Models in Image Quality Improvement,” in *New Advances in Intelligent Signal Processing (Ser. Studies in Computational Intelligence)*, A. E. Ruano, A.R. Várkonyi-Kóczy, Eds., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2011.

Hazai és/vagy nemzetközi kapcsolatok a fenti témában:

Dr Rövid András (OE NIK)

Prof. Emil M. Petriu és Voicu Groza (Ottawa-i Egyetem)

Prof. Fabrizio Russo (Trieste-i Egyetem)

Prof. Jesus Urena Urena (Alcala de Henares-i Egyetem)

Közlekedés menedzsment optimalizálása, hatékonyságának növelése

Témavezető: Tick József

Kutatási célok:

Olyan eszközök, működési környezet tanulmányozása és létrehozása, amely:

- támogatja a kapacitás-tervezést és az erőforrás felhasználás optimalizálását, ezzel a szükséges strukturális fejlesztési lehetőségek feltárását, valamint a minőség fejlesztését
- feltérképezi, hitelesen azonosítja és elemzi az alapl működés során keletkező adatokat, különös tekintettel a folyamatosan változó feladat- és eszközállományra
- egységes módszertan biztosításával lehetővé teszi az egyes döntések hatásának előrejelzését és utólagos vizsgálatát
- döntés-támogatást nyújt a releváns szereplők, valamint döntésmegalapozó, tájékoztató segítő funkciót lát el a felső- és operatív vezetés számára
- igazolja, hogy a szakirodalmakban használt modellek alkalmazhatók a közösségi közlekedésre is.

Irodalom:

Albert Nagy, József Tick: Review of Predictive Analytics Vendors for Transport Management Systems,

In: Szakál Anikó (szerk.) IEEE 15th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics : SISY 2017. Konferencia helye, ideje: Szabadka, Szerbia, 2017.09.14-2017.09.16. New York: IEEE, 2017. pp. 225-230. (ISBN:978-1-5386-3855-2)

Albert Nagy, József Tick: Improving Transport Management with Big Data Analytics, In: Szakál A (szerk.) IEEE 14th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics: SISY 2016. 278 p. Konferencia helye, ideje: Szabadka, Szerbia, 2016.08.29-2016.08.31. Budapest: IEEE Hungary Section, 2016. pp. 199-203. (ISBN:978-1-5090-2866-5)

Camera-based assistance for the visually impaired by adaptation of algorithms from driver assistance and usage of external information

Témavezető: Tick József

Kutatási célok:

The goal of the research project is the development of concepts for the transfer of image detection algorithms from the field of driver assistance to blind and visually impaired pedestrians. Furthermore, concepts for the usage of external information (e.g. GPS coordinates of crosswalks and construction sites) in order to increase the algorithms' stability and robustness will be developed.

The resulting algorithms will be integrated in a mobile assistive system that is developed at Hochschule Furtwangen University (HFU). The smartphone app consists of the text-to-speech output and the image analysis client. A camera as well as earphones or a hearing aid are connected to the smartphone. Elaborate image processing calculations are exported to the cloud service and relevant external information needed to support image detection is extracted and provided through the according cloud module. The AAL (Ambient Assisted Living) platform used in the system, has already been developed in a previous project at HFU

Irodalom:

Jakob Judit, Tick József: Concept for transfer of driver assistance algorithms for blind and visually impaired people, In: Szakál A (szerk.) SAMI 2017 : IEEE 15th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics. 510 p. Konferencia helye, ideje: Herlany, Szlovákia, 2017.01.26-2017.01.28. Budapest: IEEE, 2017. pp. 1-6. (ISBN:978-1-5090-5654-5).

Judith Jakob, Kordula Kugele, József Tick: Defining Camera-Based Traffic Scenarios and Use Cases for the Visually Impaired by means of Expert Interviews, In: Valerie Novitzká, Štefan Korecko, Anikó Szakál (szerk.) INFORMATICS 2017: 2017 IEEE 14th International Scientific Conference on Informatics Proceedings. 437 p. Konferencia helye, ideje: Poprad, Szlovákia, 2017.11.14-2017.11.16. (IEEE)

Košice: IEEE Hungary Section, 2017. pp. 128-133. (ISBN:978-1-5386-0888-3)

Jakob Judith, Cochlovius Elmar: OpenCV-basierte Zebrastreifenerkennung für Blinde und Sehbehinderte, In: Stefan Betermieux, Bernhard Hollunder: Software-Technologien und -Prozesse: Open-Source Software in der Industrie, KMUs und im Hochschul Umfeld : 5. Konferenz STeP, 3. Mai 2016 in Furtwangen. Konferencia helye, ideje: , Németország, 2016.05.03 Berlin: De Gruyter Oldenbourg, 2016. pp. 21-34. (ISBN:978-3-11-048006-1)

Open e-Infrastructure architecture and methodology for grand challenge Big Data application scenarios

Supervisor: Robert Lovas

Research topic:

Information technology faces several challenges in the scope of scientific research, social networks, industry, agriculture, and further widely spreading Big Data application areas due to the extremely high volume, variety and velocity of generated data. In order to collect, store, and perform research analytics or simulation on such data sets, new IT solutions are required from e-Infrastructures.

Recently several approaches have been emerging in the various e-Infrastructure trends; wide range of methods, tools and partial solutions are already available, e.g. leveraging on grid computing for scientific purposes, private and public cloud computing, or volunteer distributed (crowd) computing. Besides the FIWARE and LAMBDA architectures, some open source platforms (e.g. Apache Spark) have been already developed, and the major global IT companies provide services or products to support application areas addressing the above described challenges.

Due to the complexity of this generic topic, the design and creation processes of the necessary e-Infrastructure might be complex IT tasks for a specific given research, analysis, or simulation use case by taking into consideration (as much as possible) the efficiency and other crucial factors.

Research goals:

The main aim of this research to elaborate an open e-Infrastructure architecture and methodology that, on one hand, takes into consideration (among others) the current features of the available IT and other resources, and on another hand, automatically orchestrates the necessary IT infrastructure (e.g. with workflows) according to the given functional and non-functional requirements.

During the research and elaboration of this open architecture special attention must be paid on the interoperability, and the optimisation itself. Concerning the methodology for creation of e-Infrastructures, the research is to focus on verification, testing and scaling aspects as well.

Literature:

Paul Buhler, Thomas Erl, Wajid Khattak: Big Data Fundamentals, Concepts, Drivers & Techniques, Prentice Hall, 2016

12. I.2. KIBER ORVOSI RENDSZEREK

Daganatos betegségek modell-alapú szabályozása

Témavezető: Kovács Levente

A kutatási téma leírása:

A daganatos megbetegedések a fejlődő és fejlett társadalmak egyik legmagasabb mortalitási adatait adják és többnyire gyógyíthatatlan betegségeket jelentenek. A betegek életminőségének javítása és a mortalitási adatok csökkentése érdekében manapság a hagyományos módszerek mellett egyre inkább jelennek meg matematikai modelleken alapuló ún. célzott molekuláris terápiák (CMT). Ez az interdiszciplináris tématerület a patológiát és a szabályozástechnikát, matematikát és informatikát ötvözi, és célja a megfelelő terápia kidolgozása mellett, a betegség optimális kezelése / gyógyszeradagolása. A CMT egyik lehetősége az antiangiogenikus alapú terápia, mely a tumor érhálózatát teszi tönkre, ezáltal minimális térfogatra csökkentve a tumor méretét.

Kutatási célok:

A jelen kutatás célja olyan módszerek kidolgozása, amelyek optimális CMT terápiát valósítanak meg, kifejezetten az antiangiogenikus gátlás alapú terápiát illetően. Feladat egy saját (a szakirodalom alapján módosított) modell megalkotása, ezt állatkísérletek alapján történő identifikációja és validációja. Céladekvát algoritmusok kidolgozása a daganatos betegségek (elsősorban az antiangiogenikus terápiára fókuszálva) kezelésére és szabályozására. Az algoritmusokat állatkísérleteken és virtuális (ún. in-silico) környezetben való tesztelése.

Irodalom:

- [1] L. Kopper and Zs. Schaff, *Patológia I. Medicina*, 2006.
- [2] B. Lantos, *Irányítási rendszerek elmélete és tervezése I-II*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2001-2004.

Kórélettani folyamatok számítógépes vizsgálata és biostatistikai elemzése

Témavezető: Kovács Levente

A kutatási téma leírása:

Az elméleti és gyakorlati orvosi tevékenységek folytatásánál egyre nagyobb jelentőségű a kvalitatív vizsgálatok helyett az élettani folyamatok kvantitatív meghatározása. Az orvosbiológiai mérnöki kutatásoknál mind gyakrabban vetődik fel a matematikai-számítástechnikai módszerek alkalmazásának igénye, valamint a kapott eredmények biostatistikai vizsgálata. A különböző kórélettani folyamatok megismerésére végzett adatfelvételek statisztikai kiértékelésén túl növekvő igény mutatkozik a különböző biológiai rendszerek ok-okozati összefüggésének feltárására és azok matematikai megfogalmazására, hatásmechanizmusának rendszerelméletű tárgyalására és számítógépes elemzésére.

Kutatási célok:

A kutatás célja olyan módszerek kidolgozása, melyek az ok-okozati összefüggések feltárásában szereplő releváns adatok biostatistikai elemzését és ezek kórélettani ismeretekkel való összevetését támogatják. A közismert deskriptív és egyéb elemi statisztikai módszertanon túl egyre nagyobb igény mutatkozik haladó statisztikai eljárások (főkomponens analízis, fejlett regressziós technikák, klaszter analízis), illetve a fentebb említett metodika alkalmazására. A megoldást általában ezen módszerek kombinált felhasználása jelenti.

Irodalom:

- [1] J. Reiczigel J, A. Harnos A and N. Solymosi, *Biostatistika – nem statisztikusoknak*. Pars kft., 2010.
- [2] P. Armitage and G. Berry, *Matthews JNS: Statistical Methods in Medical Research*. Wiley-Blackwell, 2001.
- [3] B. Rosner, *Fundamentals of Biostatistics*. Duxbury, 2010.
- [4] V.Z. Marmarelis, *Nonlinear Dynamic Modeling of Physiological Systems*. IEEE Press, 2004.

Automatikus DNS ploeditás-analízis digitális patológiai mintákon

Témavezetők: Molnár Béla, Kozlovszky Miklós

A kutatási téma leírása:

A rákkutatás napjainkban erőteljesen támaszkodik a nagyfelbontású digitális mikroszkópiával vizsgálható paraméterekre. Az orvosi képfeldolgozás lehetővé teszi a nagyfelbontású szöveti képek egyes részleteinek elkülönítését és vizsgálatát. A vizsgált sejtek morfológiai, morfometriai paraméterei, valamint ezen sejtek által tartalmazott DNS mennyiségéből jó pontossággal lehet következtetni a betegség fontos tulajdonságaira.

Kutatási célok:

A kutatás célja egy olyan eljárás, ill. szoftver alkalmazás tervezése és készítése, amely képfeldolgozási módszerekkel képes a rákkutatás egyik alapvető diagnosztikai információját reprodukálható módon szolgáltatni. Ez az információ a vizsgált in-vitro szövet/szuszenzió reprodukciós sebessége. Ezt általánosan a vizsgált sejtek által tartalmazott DNS mennyiségéből készített hisztogram segítségével vizsgálják.

Irodalom:

- [1] K. Kayser, B. Molnar and G. Weinstein, *Virtual microscopy*, Veterinaerspigel Verlag, Berlin 2006.

Digitalizált szövettani minták feldolgozására szolgáló algoritmusok elemzése, optimalizációja

Témavezetők: Kozlovszky Miklós, Molnár Béla

A kutatási téma leírása:

Orvosi képfeldolgozás témakörében megfelelően kezelt és festett szövettani minták nagyfelbontású mikroszkóppal készült digitális felvételeinek automatikus, vagy részben automatikus szegmentálása, mérése, elemzése, valamint ezen képek 3D rekonstrukciója.

Kutatási célok:

Kutatási terület orvosi szempontjainak megismerése (különböző elváltozások típusai, felismerhetőségük, jelenleg még nem vizsgált elváltozások azonosítása). Patológiában jelenleg használatos képfeldolgozó algoritmusok feltérképezése, összehasonlítása, értékelése az algoritmus célja, működési elve, hatékonysága és pontossága szempontjából. A feltárt algoritmusok paraméterterének elemzése, a paraméterek hangolásával elérhető javulás lehetőségének vizsgálata.

Irodalom:

- [1] K. Nguyen *et al.*, “Automated Gland Segmentation and Classification for Gleason Grading of Prostate Tissue Images,” *2010 International Conference on Pattern Recognition*
- [2] A.N. Esgiar *et al.*, “Fractal analysis in the detection of colonic cancer images,” *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 6, no. 1., pp. 54–58, March 2002
- [3] J. Diamond *et al.*, “The use of morphological characteristics and texture analysis in the identification of tissue composition in prostatic neoplasia,” *Human Pathol.*, vol. 35, pp. 1121-1131, 2004.
- [4] J Grace *et al.*, “Malignant transformation of osteoblastoma: study using image analysis microdensitometry,” *Journal on Clinical Pathology*, vol. 46, pp. 1024-1029, 1993., DOI:10.1136/jcp.46.11.1024
- [5] L. Ficsór *et al.*, “Validation of automated image analysis (Histoquant) in colon cancer using digital slides of EGFR, COX-2, BETA-CATENIN, and cyclin D1 immunostainings,” *21th European Congress of Pathology*, Istanbul, Turkey, 2007.
- [6] L. Krecsák *et al.*, “Technical note on the validation of a semi-automated image analysis software application for estrogen and progesterone receptor detection in breast cancer,” *Diagnostic Pathology* 2011

Az egészségügyi döntéshozatalt elősegítő gazdasági modellek felépítése és a működést leíró egyedi algoritmusok kifejlesztése

Témavezető: Kovács Levente (ÓE), Dr. Andréka Péter (GOKI)

A kutatási téma leírása

A kritikus állapotú kardiológiai betegségek esetében a szervrendszerek kimérhető, jól reprodukálható, összehasonlítható és elfogadhatóan pontos, egzakt monitorozására jelenleg semmiféle lehetőség nem áll rendelkezésre a tudomány mai eszköztárában. A probléma fontosságát hangsúlyozza, hogy a felmérések szerint a fejlett társadalmak elöregedése miatt a súlyos kardiológiai betegségekben szenvedők száma a jövőben csak növekedni fog és kezelésük egyre nagyobb költségeket emészt majd fel. Ezzel párhuzamosan az egészségügyi személyzet létszáma sajnálatosan egyre csökken, így a jövőben az egészségügyi döntéshozatalt támogató szoftverek egyre nagyobb jelentőséggel bírnak majd. Ehhez jön még hozzá az a tény is, miszerint a súlyos állapotú betegek kezelése során olyan hatalmas mennyiségű, sokszor komoly jelentőséggel bíró adat keletkezik, amit az emberi agy – egy erre specializálódott szoftver rendszer nélkül – már nem képes kezelni.

Kutatási célok:

1. A súlyos kardiológiai megbetegedésekben szenvedő betegek kezelését elősegítő döntéstámogató algoritmus gazdasági hasznának vizsgálata, az egészségügyi költségek csökkentésének meghatározása a betegek intenzív osztályos kezelése időtartamának lerövidítésével és az egészségügyi szakszemélyzet létszámának csökkenthetősége révén.
2. Az intenzív osztályos kezelés lerövidítése bizonyítottan együtt jár a szövődmények csökkenésével, valamint a betegek túlélésének és későbbi életminőségének javulásával, ezt is vizsgálni tervezzük.
3. A döntéstámogató algoritmus segítségével vezetett kezelés esetén a betegbiztonság jelentősen javítható különböző beépített önellenőrző funkciók révén, ennek hatásai szintén vizsgálandók.
4. A kardiológiai terápiás eljárások végső vizsgálatára ma már szinte kivétel nélkül a prospektív, randomizált, multicentrikus klinikai vizsgálatokat használjuk. Azonban a betegbevonás sokszor komoly nehézségekbe ütközik. Vizsgálni tervezzük ennek a problémának a megoldási lehetőségeit is különböző algoritmusok kidolgozásával

A kutatási téma elméleti vizsgálatai komoly interdiszciplináris ismeretek elsajátítását igénylik. Kapcsolódjon be az Óbudai Egyetem Élettani Szabályozások Kutatóközpont által folytatott kutatási és oktatási munkákba. A téma orvosi partnere a GOKI (Gottsegen György Országos Kardiológiai Intézet).

Követelmény: A jelöltnek angol nyelvtudással és statisztikai ismeretekkel kell rendelkezzen, valamint tudományos publikációval.

Egyes betegségek leírására és vizsgálatára alkalmas új modellrendszerek kidolgozása

Témavezető: Dr. Andréka Péter (GOKI), Dr. Ferenci Tamás (ÓE)

A kutatási téma leírása:

A jelenlegi orvosi gyakorlatban az egyes betegségek ill. kórállapotok vizsgálata szervrendszerek szerinti felosztásban történik, ami nagyban nehezíti az egyes szervrendszerek interakcióiból származó kórállapotok hatékony megismerését és kezelését.

Az élő szervezetek egyik jellegzetessége a rendszer gyors (lényegében instant), dinamikus változása. A kvázi valósídejű-adatelemzés (adatgyűjtés és feldolgozás) szükségessége az ilyen típusú összetett rendszerek vizsgálatát nagyban nehezíti.

A fejlődő orvostudomány az elmúlt évtizedekben számos új vizsgálati lehetőséggel bővült (EBM, biostatistika, klinikai vizsgálatok, real-word adatfeldolgozás etc.). Ugyanakkor ezen lehetőségek nem nyújtanak teljeskörű információt „per se” a betegségekről ill. azok belső természetéről. A betegségek ill. élettani állapotok megismerése a mai módszerek mellett lelassult, ezért egyéb módszerek kidolgozására is szükség van.

A bennünket körül ölelő anyagi világ folyamatainak megismerésének jól hasznosítható eszköze a modellezés. Ennek során egy komplex rendszer (pl. gazdasági folyamat, fizikai objektum, kölcsönhatás, élő szervezet stb.) egy vagy több tulajdonságát vagy jellemzőjét leegyszerűsítve nézzük meg, ill. a kapcsolódási felületek (pontok) meghatározása révén az adott részfolyamat szerepét vizsgáljuk a teljes rendszer részeként ill. meghatározzuk ez utóbbihoz való viszonyát.

A komplex rendszerek megismerésének többféle lehetséges módozata ismert. Ilyenek az egyes betegségek modellezésére használt biológiai rendszerek, pl. a tenyésztett vagy készített sejt kultúrák és gerinctelen vagy gerinces állatok. Az utóbbi években azonban általános tendencia az egyre kevesebb gerinces kísérleti állat használata az állatkísérletekben, amik kiváltására alkalmas eljárások pl. a statisztikai elemzés, a szerkezeti felépítés vizsgálata, a funkció szerinti vizsgálat (funkció „analízis”), a hálózat-szerkezet elemzés (ide tartozik például a mintázat- felismerés), a véletlenszerű vizsgálati eredmények elemzése, a külső behatásra adott válasz(ok) értékelése és a különböző in silico virtuális modellek alkotása.

A megfelelően kialakított modell nemcsak a rendszer működésének megértését segíti, hanem döntéstámogató rendszerként a klinikai gyakorlat számára is nagy jelentőséggel bírhat.

Kutatási célok:

A téma célja a modell formáinak ismertetése, rendszerezése, esetleg azok összehasonlítása a klinikai gyakorlat szemszögéből és egy vagy több modellforma (állatkísérletes, matematikai, biostatistikai, informatikai) kiválasztása az adott betegség és/vagy terápia modalitás lehető legpontosabb leírására.

A kutatási téma komoly interdiszciplináris ismeretek elsajátítását igénylik. A jelölt az Óbudai Egyetem Élettani Szabályozások Kutatóközpont által folytatott kutatási és oktatási munkákba folyik bele. A téma orvosi partnere a GOKI (Gottsegen György Országos Kardiológiai Intézet).

Követelmény: A jelöltnek angol nyelvtudással és statisztikai ismeretekkel kell rendelkezzen, valamint tudományos publikációval.

Regressziós modellek alkalmazása orvosbiológiai feladatokban

Témavezető: Ferenci Tamás, Kovács Levente

A kutatási téma leírása:

Regressziós modellek alkalmazása meghatározó jelentőségű az empirikus orvosi vizsgálatok kiértékelésében. Ennek ellenére a gyakorlati alkalmazások számos esetben nem optimális megoldásokat alkalmaznak, nem használják ki a rendelkezésre álló lehetőségeket, illetve bizonyos problémák új megoldásokat is igényelnek.

A Jelölt feladat orvosbiológiai feladatokban – különösen kardiológiai és diabetológiai alkalmazásokban – regressziós modellek fejlesztése, validálása, kalibrálása, az erre vonatkozó korszerű módszerek elsajátítása és azok gyakorlati alkalmazása. A feladat részét képezi a teljes elemzési workflow menedzsment-je, a reproducible research filozófiája mentén.

A modellek implementálása R statisztikai környezet alatt kell, hogy történjen, a Jelölt feladatát képezi az ezzel való igen alapos megismerkedés, ideértve a szükséges könyvtárak és egyéb eszközök használata-tának elsajátítását is (rms, RMarkdown stb.)

Kutatási célok:

1. Regressziós modellek fejlesztése orvosbiológiai (kiemelten kardiológiai és diabetológiai alkalmazásokban), különös tekintettel az olyan korszerű megoldások inkorporálására mint:
 - a. modelldiagnosztika, specifikációs hibák, autokorreláció kezelése,
 - b. spline-regresszió a folytonos változók kezelésére (GAM),
 - c. bootstrap és egyéb elveken történő modellvalidáció, és modellkalibráció használata,
 - d. regularizálás (penalizálás) használata,
 - e. hiányzó adatok kezelése többszörös inputálással,
 - f. egyéb regressziós technikák (pl. látens osztály modellek) vizsgálata.
2. Regressziós modellek összevetés, különös tekintettel:
 - a. propensity score módszerekre,
 - b. és gépi tanulási (adatbányászati) eljárások használata.
3. Elemzési workflow menedzsment a reproducible research filozófiája szerint.

A kutatási téma komoly interdiszciplináris ismeretek elsajátítását igénylik. A jelölt az Óbudai Egyetem Élettani Szabályozások Kutatóközpont által folytatott kutatási és oktatási munkákba folyik bele. A téma orvosi partnere a GOKI (Gottsegen György Országos Kardiológiai Intézet) és a Heim Pál Gyermekkórház.

Követelmény: A jelöltnek angol nyelvtudással és statisztikai ismeretekkel kell rendelkezzen, valamint tudományos publikációval.

Súlyos kórképek matematikai modellezése és a terápiát segítő egyedi döntéstámogató algoritmusok fejlesztése

Témavezető: Dr. Andréka Péter (GOKI, Kovács Levente (ÓE))

A kutatási téma leírása:

A mai napig komoly problémát jelent bizonyos kritikus állapotú betegek kezelése, különösen, ha még keringés és légzés támogatást is igényelnek. Ennek háttérében a szervrendszerek patológiás működésének szoros összefonódásai állnak. Az életet támogató eszközök beállításai, valamint a szükséges farmakológias és nem farmakológias kezelési modalitások nagyban függenek a betegek aktuális állapotától, ami viszont folyamatos és nagyon gyors változásokat is mutathat. Ennek megfelelően ezen betegek kezelésében nem állíthatók fel egységes szabályok, a kezelésnek egyénre szabottnak kell lennie a minél jobb túlélési mutatók elérése érdekében.

Kutatási célok:

A jelen kutatás során a cél súlyos kardiológiai alapbetegségben szenvedő betegek megfelelő adatgyűjtésre képes komplex monitorozása és ezáltal irányított, egyénre szabott terápiás algoritmusok fejlesztése, melynek főbb összetevői:

1. Légzőrendszeri ill. lélegeztetési monitorozás, a légzőrendszer adaptációjának vizsgálata a fentnevezett betegcsoportokban egy új matematikai- mechanikai modell meghatározásával.
2. Hemodinamikai változások vizsgálata: elsődleges cél a beteg állapotának korai, a klinikumban még meg nem jelenő változásainak objektivizálható felismerése, értékelése és idejében történő beavatkozás lehetősége. Tekintettel arra, hogy a késői vagy nem megfelelő monitorozási lehetőség hiányából adódó rossz „klinikai reakció” (pl. terápiás beavatkozás) végérvényesen meghatározhatja a beteg sorsát az idejében végzett megfelelő beavatkozás életmentő lehet.
3. Egy komplex egészségügyi (orvosi és ápolási) döntést támogató algoritmus és megbiztonsági rendszer kidolgozása. Ez folyamatosan figyeli a beteg lélegeztetése és keringéstámogatása közben mért és származtatott lélegeztetési és hemodinamikai paramétereket és ezek alapján képes javaslatot adni az ideálist a lehető legjobban megközelítő gyógyszeres és eszközös terápiás lehetőségekre, beállításokra.

A vizsgálati módszerek az egymással kommunikáló, sokoldalú monitor munkaadókból (lélegeztetőgépek, keringéstámogató eszközök, hemodinamikai monitorok, szívultrahang készülék, stb.) nyert big data halmaz statisztikai elemzése és matematikai szimulációs eljárások (pl. Monte Carlo) valamint matematikai modellek létrehozása. A kutatási téma komoly interdiszciplináris ismeretek elsajátítását igénylik. A jelölt az Óbudai Egyetem Élettani Szabályozások Kutatóközpont által folytatott kutatási és oktatási munkákba folyik bele. A téma orvosi partnere a GOKI (Gottsegen György Országos Kardiológiai Intézet).

Követelmény: A jelöltnek angol nyelvtudással és statisztikai ismeretekkel kell rendelkezzen, valamint tudományos publikációval.

Kórélettani folyamatok modell-alapú terápiás lehetőségei valós hardver környezetben

Témavezető: Kovács Levente

A kutatási téma leírása:

Kórélettani rendszerek modell-alapú szabályozása kihívásokkal teli feladat. A rendszer- és irányításelmélet számítástechnikai és matematikai eszközeinek fejlődésével lehetővé vált a jelentős, el nem hanyagolható nemlinearitást mutató komplex mérnöki rendszerek mellett, a fiziológiai folyamatok és szabályozások analitikus és számítógépes elemzése és azok gyakorlatban történő alkalmazása is. Megfelelő célhardver kifejlesztése igényli ugyanakkor a rendszer állapotainak ismeretét, vagyis megfelelő állapotmegfigyelőt, valamint paraméterek on-line identifikációját.

A jelenlegi téma élettani és kórélettani szabályozások tématerületéhez kapcsolódik, ötvöztvén az élettani tudományokat, a szabályozástechnikát, az informatikát és matematikát. A kutatómunka egy, már meglévő eszközrendszerhez és metodikához kapcsolódik, azok klinikai jellegű alkalmazására, valamint megfelelő hardver eszköz fejlesztésére irányul.

Kutatási célok:

A jelölt feladata, hogy dolgozzon ki:

- modern állapot- és paraméterbecslő, valamint identifikációs algoritmusokat;
- vizsgálja ezen algoritmusok alkalmazhatóságát virtuális (ún. in silico) környezetben valós klinikai és kórélettani adatokon, elsősorban az 1-es típusú diabétesz szabályozásának (mesterséges hasnyálmirigy) tekintetében;
- a kialakított algoritmusokat mérlegelve fejlesszen megfelelő célhardvert, amely alkalmas az adott élettani folyamat vizsgálatára és szabályozására;
- vizsgálja meg, hogy milyen hatással vannak a hardverkomponensek a kidolgozott szabályozó algoritmusok minőségi paramétereire, robusztusságára;
- vizsgálja az élettani szabályozásokat megvalósító rendszerek esetén, elsősorban a diabétesz mellitusz szabályozására szolgáló algoritmusok valós hardveren történő implementációjának korlátait;

A kutatási téma elméleti vizsgálatai komoly interdiszciplináris ismeretek elsajátítását igénylik. Kapcsolódjon be az Óbudai Egyetem Élettani Szabályozások Kutatóközpont által folytatott kutatási és oktatási munkákba.

Követelmény: A jelöltnek angol nyelvtudással, irányításelméleti alkalmazások igényeinek megfelelő, illetve hardver modellezésére és rendszerbe illesztésére alkalmas (processor-in-the-loop) matematikai programcsomag (pl. MATLAB) ismeretével, be-

ágyazott rendszerek ismereteivel, valamint tudományos publikációval, szabályozásméleti tudással és hardverfejlesztési tapasztalattal kell rendelkeznie.

Nemlineáris élettani folyamatok szabályozása

Témavezető: Kovács Levente, Drexler Dániel András

A kutatási téma leírása:

A rendszer- és irányításelmélet számítástechnikai és matematikai eszközeinek fejlődésével lehetővé vált a jelentős, el nem hanyagolható nemlinearitást mutató komplex mérnöki rendszerek mellett a fiziológiai folyamatok és szabályozások analitikus és számítógépes elemzése is. A fiziológiás folyamatok nemlineáris dinamikája megköveteli a nemlineáris rendszerek szabályozásának ismeretét.

A téma élettani és kórélettani szabályozások tématerületéhez kapcsolódik, ötvöztvén az élettani tudományokat, az irányításelméletet, az informatikát és matematikát. A kutatómunka elsősorban a mesterséges hasnyálmirigy (diabétesz), valamint a tumor szabályozás meglévő eszköztudományához és metodikájához kapcsolódik, azok klinikai jellegű alkalmazására, valamint az egyetemi oktatásba való bevezetésére irányul.

Kutatási célok:

Dolgozzon ki komplex élettani folyamatok elemzéséhez alkalmazható céladekvát algoritmusokat és vizsgálja meg a megfelelő folyamatokat leíró modellek irányításelméleti alkalmazhatóságát. Vizsgálja az állapottér modellek segítségével nemlineáris rendszerek vizsgálatán alapuló, valamint a soft-computing és modern robusztus technikákat használó irányítástervezés alkalmazási lehetőségeket (LPV, TP).

A kutatási téma elméleti vizsgálatai komoly interdiszciplináris ismeretek elsajátítását igénylik. Kapcsolódjon be az Óbudai Egyetem Élettani Szabályozások Kutatóközpont által folytatott kutatási és oktatási munkákba.

Követelmény: A jelöltnek angol nyelvtudással és rendszer- és irányításelméleti alkalmazások igényeinek megfelelő matematikai programcsomag (pl. MATLAB) ismeretével, valamint tudományos publikációval és jelentős szabályozáselméleti tudással kell rendelkeznie.

Kórélettani folyamatok modern robusztus irányításelméleti lehetőségei

Témavezető: Kovács Levente

A kutatási téma leírása:

Számos betegség esetében, ahol az emberi szervezet nem képes előállítani vagy fenntartani a megfelelő állapotot, külső szabályozó jelenti a megoldást. Ez részben vagy teljesen automatizált egységgel valósítható meg, mely a megfelelő élettani jel bemenetét vagy egy adott dózis injektálását jelenti. A szabályozásnak egy nagyon szigorú követelményrendszert kell megvalósítania, melynek betartása nemcsak a páciens életminőségének javításához, de – szükség esetén – például a gyógyszer optimális adagolásához is hozzájárul.

A jelen kutatás célja olyan módszerek kidolgozása, amelyek robusztus módon és/vagy optimális megoldást kínálva biztosíthatnak beavatkozási lehetőséget komplex élettani folyamatok szabályozására. A téma élettani és kórélettani szabályozások tématerületéhez kapcsolódik, ötvözvén az élettani tudományokat, az irányításelméletet, az informatikát és matematikát. A kutatómunka elsősorban a mesterséges hasnyálmirigy (diabétesz), valamint a tumor szabályozás meglévő eszközrendszeréhez és metodikájához kapcsolódik, azok klinikai jellegű alkalmazására, valamint az egyetemi oktatásba való bevezetésére irányul.

Kutatási célok:

A jelölt feladata, hogy ismerkedjen meg modern robusztus irányításelméleti módszerekkel (Hinf, μ -szintézis, LPV, TP, RFPT).

Dolgozzon ki céladekvát algoritmusokat élettani folyamatok szabályozására (elsősorban a mesterséges hasnyálmirigy és tumorszabályozás), illetve vizsgálja meg a megfelelő folyamatokat leíró modellek irányításelméleti alkalmazhatóságát. Végezzen modellkísérleteket a meghatározott struktúrákra.

A kutatási téma elméleti vizsgálatai komoly interdiszciplináris ismeretek elsajátítását igénylik. Kapcsolódjon be az Óbudai Egyetem Élettani Szabályozások Kutatóközpont által folytatott kutatási és oktatási munkákba.

Követelmény: A jelöltnek angol nyelvtudással és rendszer- és irányításelméleti alkalmazások igényeinek megfelelő matematikai programcsomag (pl. MATLAB) ismeretével, valamint tudományos publikációval és jelentős szabályozáselméleti tudással kell rendelkeznie.

13. I.3. KIBER FIZIKAI RENDSZEREK

Mobilrobot környezetének valós idejű térképezése

Témavezető: Vámosy Zoltán

A kutatási téma leírása:

Egy robot irányításánál a legfőbb feladat, hogy a rendszer a szenzoradatok segítségével térképet építsen és meghatározza a helyzetét az adott munkakörnyezetben. A legtöbb esetben olyan érzékelőrendszert használnak, ami képes a robot automata navigációjához információt szolgáltatni. Valós idejű beltéri navigáció során a leginkább használt szenzorok az RGB-D kamera, LiDAR és az inerciális egység (IMU).

Kutatási célok:

A helyzetmeghatározási és térképezési módszerek áttekintése és összehasonlító elemzése. A Kinect szenzor által szolgáltatott kamerakép és mélységi információ alkalmazhatósága beltéri térképezés során. Jellemző pont alapú technikák alkalmazása a mérési adatok térképbeillesztéséhez. Az egyes részletek összeillesztéséhez szükséges algoritmusok. A kiválasztott módszer tesztelése, az eredmények összehasonlítása.

Irodalom:

- [1] L. Juan and O. Gwun, "A Comparison of SIFT, PCA-SIFT and SURF," *International Journal of Image Processing (IJIP) 2010*, vol. 3, no. 4, pp. 143-152.
- [2] S. Thrun, J. J. Leonard, S. Bruno and K. Oussama, Eds., *Springer Handbook of Robotics*. Springer, 2008.

Intelligens módszerek közlekedési rendszerek biztonságának növelésére

Témavezető: Várkonyiné Kóczy Annamária

A kutatási téma leírása:

A közlekedési rendszerek biztonságának és hatékonyságának növelése egyre hangsúlyosabb szerepet kap a nemzetközi kutatásokban és fejlesztésekben. A vizsgálatok többféle aspektusból közelítik a témát, kiterjedt munka folyik összetett közlekedési rendszerek modellezése, a közlekedésirányítás és optimalizálás, járműmodellezés, vezető nélküli járművek fejlesztése, autonóm navigáció, intelligens tér és a baleset/ütközés analízis területein. A téma fontosságát mutatja az is, hogy a legújabb EU-s tanulmányok szerint az európai fejlett országokban a forgalmi torlódások gazdasági kihatásai elérik a GDP 2%-át.

A közelmúlt kutatási eredményei azt bizonyítják, hogy a fenti területeken – a problémák összetettsége, a nehezen megfogalmazható elvárások és a bizonytalan információ miatt – az intelligens módszerek alkalmazása előnyös, sőt sok esetben kizárólag ezek a technikák használhatók illetve vezetnek eredményre. A témavezetőhöz kötődő kutatásokban elsősorban a fuzzy és genetikus technikák, neurális hálózatok, anytime rendszerek és ezek ötvözése illetve kombinálása más matematikai, modellezési, diagnosztikai és identifikációs módszerekkel áll a középpontban. Hangsúlyos figyelmet kap az autonóm navigáció [1], az intelligens tér [2] és az ütközés analízis [3], mely területeken elméleti kutatás és gyakorlati fejlesztés folyik nemzetközi és hazai pályázatok keretében.

Kutatási célok:

1. Autonóm navigáció: 2 és 3D-s mozgást végző robotok navigációs algoritmusainak fejlesztése, egységes leíró keretrendszerbe történő helyezése, adaptivitásának és tanulóképességének növelése.
2. Intelligens tér: A „tér” (közlekedési hálózat, közlekedési csomópont, aluljáró, kórház, bank, lakóház, szoba, stb.) sajátosságaként olyan intelligencia létrehozása, amely alkalmas járművek, robotok, emberek figyelésére, azonosítására, követésére, mozgás és útvonal optimalizálásra, szokatlan események kiszűrésére, szükség esetén riasztásra.
3. Ütközés analízis: Olyan intelligens rendszer kialakítása illetve továbbfejlesztése, amely az ütközött járműről és környezetéről készített digitális fotók alapján az epipoláris geometria, számítógépes grafika és intelligens módszerek ötvözésével automatikusan képes a képek feldolgozására, az ütközés körülményeinek közelítő meghatározására, az ütközés időbeni folyamatának rekonstruálására, és további analízisre, amely hozzájárulhat a biztonságos járműtervezéshez illetve a biztonságosabb közlekedési rendszerek kialakításához.

Irodalom:

- [1] Á. Lászka, A.R. Várkonyi-Kóczy and G. Pék, “Universal Autonomous Robot Navigation Using Quasi Optimal Path Generation,” *IEEE Int. Conf. on Autonomous Robots and Agents, ICARA’2009*, Wellington, New Zealand, Feb. 9-12, 2009.
- [2] A. R. Várkonyi-Kóczy and A.A. Tóth, “ISpace – a Tool for Improving the Quality of Life,” *Journal of Automation, Mobile Robotics & Int. Systems*, vol. 3, no. 4, pp. 41-45, 2009.
- [3] A. R. Várkonyi-Kóczy, A. Rövid and M.G. Ruano, “Soft Computing Based Car Body Deformation and EES Determination for Car Crash Analysis Systems,” *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, vol. 55, no. 6, pp. 2300-2308, Dec. 2006.

Hazai és/vagy nemzetközi kapcsolatok a fenti témában:

Prof. Korondi Péter (BME)

Dr Rövid András (OE NIK)

Prof. Hideki Hashimoto (Tokyo-i Egyetem, Jp.)

Profs. Maria Graca & Antonio Ruano (Algarve-i Egyetem, Pt.)

Lágy számítási módszerek alkalmazása "anytime" rendszerekben

Témavezető: Várkonyiné Kóczy Annamária

Napjaink korszerű mérő-, szabályzó-, diagnosztikai, stb. rendszereinek jellemző sajátosságai közé tartozik egyrészt az egyre növekvő komplexitás, másrészt a előírt válaszidőben történő működés. A diagnosztikai rendszerek az adott technológia működésében fellépő hibák gyors azonosítására, ill. adott határok között hatásaik közömbösítésére/áthidalására is képesek. Nyilvánvalóan kulcskérdés a rendelkezésre álló számítási kapacitás, de a rendszer tényleges működését nagyban befolyásolja az is, hogy az információ feldolgozás precedencia viszonyai - beleértve az időzítési és adatelérési viszonyokat is - milyen feldolgozási sebességet tesznek lehetővé. Bármilyen előrelátó módon is tervezzük az ilyen alkalmazói rendszereket, szinte elkerülhetetlen, hogy éppen kritikus működési fázisokban fel ne lépjen súlyos adat- és/vagy időhiány, ami a diagnosztikai vagy szabályzórendszer működési zavarát eredményezheti.

A fenti problémák kezelésében előnyösen alkalmazhatók az ún. anytime rendszerek, amelyek képesek adaptívan alkalmazkodni a pillanatnyilag rendelkezésre álló számítási erőforrás/idő mennyiségéhez, valamint a hiányos, pontatlan, bizonytalan adatokhoz. E rendszerek olyan modellekre, algoritmusokra épülnek, amelyek adatvesztés illetve kritikussá váló időzítési körülmények esetén is valamilyen szinten elfogadható minőségű választ adnak, és ezáltal lehetővé teszik, hogy az információ feldolgozási folyamat folytatható/továbbvihető legyen.

A témavezető irányítása alatt évek óta intenzív kutatómunka folyik a tématerületen. A lefolytatott vizsgálatok alapján célszerűnek tűnik a lágy számítási módszerek – elsősorban fuzzy rendszerek és neurális hálók – anytime rendszerekben való alkalmazási lehetőségeinek kutatása és kidolgozása. A felmerülő intenzív kutatómunkát igénylő kérdések között szerepel a számítási komplexitás és pontosság - egymásnak ellentmondó követelményei - közötti kedvező egyensúly megtalálása és fenntartása. A vizsgálatok egy másik vonatkozása az alkalmazott eljárások „tranzienst” viselkedése lehet. Az eljárások beállási tulajdonságai ugyanis jelentős mértékben befolyásolják az eredmények minőségi jellemzőit.

Egy további, igen érdekes kérdés az anytime rendszerek intelligens felügyelete illetve annak vizsgálata, hogy az adatvesztés, vagy a kritikussá vált időzítés következtében minőségében romló eredmény továbbvitelét az információ feldolgozó láncban hogyan célszerű tervezni, azaz a bizonytalanság növekedése milyen kihatással van a további feldolgozó elemek konkrét működésére, illetve az általuk számított eredményre.

A téma kidolgozásához mélyebb ismereteket kell szerezni

- az általánosított anytime rendszerek,
- a lágy számítási módszerek - ezen belül elsősorban a fuzzy technikák és neurális hálók,
- a tranzienst analízis,
- a komplex technológia mérő- és irányító rendszerek tervezése, továbbá
- számítógépes felügyeleti rendszerek kialakítása

témakörökben. A kutatási téma több ponton is kapcsolódik hazai és nemzetközi együttműködésekhez, és eredményes kidolgozása jelentős mértékben hozzájárulhat a fentiekben vázolt követelményeket állító alkalmazói rendszerek tervezésének és kivitelezésének alapvetően új megközelítésre épülő megvalósításához, és olyan számítógépes felügyeleti rendszerek kialakítását segíti, amelyek rendelkezésre állása sérült információ áramlás, ill. időzírtési problémák esetén is biztosított.

Deep Learning módszerek ipari robotalkalmazásokban

Témavezető: Galambos Péter

A kutatási téma leírása:

A gépi tanulás és különösen a mély neurális hálózatok, azaz a deep learning technológia gyökeresen átalakította az információtechnológia iparágát. Az analitikus módszerekkel nem, vagy csak szerény hatékonysággal kezelhető feladatok egész sora válik megoldhatóvá a szövegelemzéstől az önvezető járműveken át a robotkarok mozgástervezéséig, hogy csak néhány példát említsünk.

A robottechnika kezdeti szakaszában - nagyjából 1960-1990-ig -, nagyrészt kialakultak azon analitikus és numerikus módszerek, amelyekkel jól kezelhetők az olyan alapfeladatok, mint az inverz kinematika és inverz dinamika, mozgás-szabályozás, vagy éppen az ütközésmentes pályatervezés. Ezek a technikák ma is alapvető fontossággal bírnak és a számítógépek fejlődésének köszönhetően valósidejű, vagy még gyorsabb számítást tesznek lehetővé.

A 4. ipari forradalom korában kifejlődő, egyre összetettebb robotalkalmazásokra mutató igény olyan feladatokat állít a kutatók és mérnökök elé, amelyek komplexitásuk miatt nem közelíthetők meg a hagyományos módszerekkel. Ilyen feladatok többek között a környezet detektálása és az objektumok felismerése, az különböző, akár ismeretlen tárgyak manipulációjának megvalósítása, vagy a flexibilis munkadarabok kezelése.

Hasonlóan jelentős kihívása az új típusú, főként kollaboratív alkalmazások felügyelete és a minőségbiztosítás célú eseménynaplózás megvalósítása. Az automatizált adatgyűjtés révén elérhető korlátlan mennyiségű adatból kell kinyerni olyan információt, amely hasznos az ökoszisztéma valamely szereplője számára. Egy szakértőnek ez nem feltétlenül jelent problémát, de a számítógéppel végzett automatikus adatelemzésben ma még nem megoldott feladat.

A robotika területén kibontakozó, több mérnöki és tudományos diszciplínát (pl. robottechnika, informatika, számítástudomány) is mélyen érintő kutatási feladat.

Kutatási célok:

Mivel a kutatási téma számos tudományágot érint, a lehetséges célok is sokrétűek. Olyan jelentkezőre számítunk, aki kihívást érez a tudományterületeken átívelő kutatási feladatok megoldásában. A lehetséges irányok sokféleségét az alábbi pontok szemléltetik:

- Mély neurális hálózatok jelenlegi robottechnikai alkalmazásainak megismerése és tudományos igényű áttekintés elkészítése.
- Általános megközelítés kidolgozása a jól bevált analitikus és algoritmikus módszerek gépi tanulásra alapuló módszerekkel történő hatékony kombinálására.
- RGB-D modalitáson alapuló környezetdetektálás, szegmentáció és objektum felismerés megvalósítása konvolúciós neurális hálózat segítségével.

- Objektum megfogás megtervezése felismert geometriai sajátosságok és a megfogó geometria alapján.
- Robotkar szegmentálása és konfiguráció valósidejű felismerése RGB-D adatfolyamból.
- Kollaboratív robotalkalmazás különböző fázisainak felismerése és naplózása a robotvezérlőből kinyerhető státuszadatok, valamint külső szenzorok adatai alapján. Rendellenes működés előre-jelzése tanult jellegzetességek alapján.

Irodalom:

- [1] V. Nath és S. E. Levinson, Autonomous Robotics and Deep Learning, 2014 edition. New York: Springer, 2014.
- [2] I. Goodfellow, Y. Bengio, és A. Courville, Deep Learning. MIT Press, 2016.
- [3] Sergey Levine, Peter Pastor, Alex Krizhevsky, Julian Ibarz, és Deirdre Quillen, „Learning hand-eye coordination for robotic grasping with deep learning and large-scale data collection”, The International Journal of Robotics Research, o. 0278364917710318, jún. 2017.
- [4] P. Kim, MATLAB Deep Learning: With Machine Learning, Neural Networks and Artificial Intelligence, 1st ed. edition. New York, NY: Apress, 2017.
- [5] A. Zeng és mtsai., „Multi-view self-supervised deep learning for 6D pose estimation in the Amazon Picking Challenge”, in 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2017, o. 1386–1383.
- [6] J. Sung, S. H. Jin, és A. Saxena, „Robobarista: Object Part Based Transfer of Manipulation Trajectories from Crowd-Sourcing in 3D Pointclouds”, in Robotics Research, Springer, Cham, 2018, o. 701–720.

Hazai és/vagy nemzetközi kapcsolatok a fenti témában:

Csapó Ádám (SZE, Győr); Dr. eng. Cosmin Copot (University of Antwerp, Faculty of Applied Engineering, Department of Electromechanics, Op3Mech); OptoForce Kft. (Budapest)

Robotrendszerek szemantikus programozása

Témavezető: Galambos Péter

A kutatási téma leírása:

Hagyományosan az ipari robotokkal és egyéb számítógép-vezérelt termelőeszközökkel megvalósuló gyártási folyamatok programját elemi szinten építjük fel. Ez a megközelítés feltételezi a körülmények minden részletre kiterjedő ismeretét, beleértve a gyártóeszközök típusát, a konkrét gyártási elrendezés geometriai viszonyait és az alkalmazott technológiát. Ebből következik, hogy a gyártási programok a technológia tudást olyan módon reprezentálják, ami nem teszi lehetővé az általánosítást, azaz a hordozhatóságot. A körülmények bármely változása a gyártási programok módosítását vonja maga után.

A korszerű szemantikus technológiák felvetik annak lehetőségét, hogy a technológiai folyamatokat általánosabb formában írjuk le biztosítva ezáltal a programok, illetve szemantikus feladatlírások hordozhatóságát. Ennek különösen nagy jelentősége van a kollaboratív robotalkalmazások terén.

A téma tudományos megközelítése során a cél olyan komplex rendszer kidolgozása, amely a rendszer aktuális állapotának ismeretében, különböző tudásreprezentációk és szemantikus következtetők alkalmazásával „röptében” állítja elő a konkrét berendezések alacsony szintű programját és vezényli az összetett folyamatokat.

Kutatási célok:

A kutatás céljai az alábbi pontokban foglalható össze:

- A legkorszerűbb szemantikus információábrázolási módszerek megismerése. Ésszerű vizsgálati határok kijelölése a szabványos Ipari Robot Ontológiák figyelembevételével.
- Generikus leírórendszer kidolgozása, amely lefedi az ipari robotalkalmazások (különösen a kollaboratív irány) tipikus feladat-primitívjeit.
- Tudásreprezentáció, érzékelés és döntéshozás (irányítás) különböző szintjeinek „proof-of-concept” céllal történő integrálása.
- Az irányítási rétegek absztrakcióinak kidolgozása úgy, hogy a szabály alapú, analitikus és egyéb soft computing formában leírt szabályozási törvények egyaránt kezelhetők legyenek.

Irodalom:

[1] P. Galambos és mtsai., „Design, programming and orchestration of heterogeneous manufacturing systems through VR-powered remote collaboration”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, köt. 33, o. 68–77, jún. 2015.

[2] K. M. Lynch és F. C. Park, *Modern Robotics*. Cambridge University Press, 2017.

[3] M. Stenmark és P. Nugues, „Natural language programming of industrial robots”, in IEEE ISR 2013, 2013, o. 1–5.

[4] E. Prestes és mtsai., „Towards a core ontology for robotics and automation”, Robotics and Autonomous Systems, köt. 61, sz. 11, o. 1193–1204, nov. 2013.

[5] L. Kunze, T. Roehm, és M. Beetz, „Towards semantic robot description languages”, in 2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2011, o. 5589–5595.

[6] F. van Harmelen, V. Lifschitz, és B. Porter, Handbook of Knowledge Representation. Elsevier, 2008.

Hazai és/vagy nemzetközi kapcsolatok a fenti témában:

Csapó Ádám (SZE, Győr); Dr. eng. Cosmin Copot (University of Antwerp, Faculty of Applied Engineering, Department of Electromechanics, Op3Mech)

Sebészeti robotok biztonságtechnikája

Témavezető: Haidegger Tamás

A kutatási téma leírása:

Az elmúlt 30 évben egyre nagyobb szerepet kapott a különböző robotok fejlesztése és alkalmazása, amelyek korábban leginkább az autóiipari gyártásban játszottak szerepet. Ezen robotok a létező biztonságtechnikai előírások miatt szinte soha nem kerülhetnek fizikai kapcsolatba kezelőjükkal vagy más emberrel. Manapság viszont a rohamosan fejlődő világban az ember-központú robotikai rendszerek váltak kiemelten fontossá, ezek az úgynevezett szerviz robotok. A robotok háztartásbeli, otthoni ellátásban, vagy akár az egészségügyben való használata során új szoftveres problémák merülnek fel a közvetlen ember-gép fizikai kapcsolatból kifolyólag. A robottechnika magában hordozza a jelenlegi egészségügyi rendszer radikális átalakításának lehetőségét, a költséghatékony otthon-ápolás, telediagnosztika, telemedicina és távsebészet bevezetését, éppen ezért kritikus a biztonsági kockázatok kezelése.

Ugyanakkor az osztott munkatérben a robotok emberrel történő együttműködése során számos tényezőt figyelembe kell venni, és a különböző gyártók és fejlesztők elégtelen protokollokat alkalmaznak. Az ipari működésekre számos szabvány létezik, de a szerviz robotokra és az ember-gép közötti biztonságos kapcsolatra nem léteznek megfelelő világszintű irányelvek. Ezáltal a különböző eszközök felhasználása és alkalmazása során komoly biztonsági problémák jelentkezhetnek. A kutatómunka részeként a jelenleg fejlesztés alatt álló robotokon és eszközökön alkalmazott biztonsági protokollokat egy közös irányvonal mentén kell megvizsgálni. A doktorandusz feladata szimulációkon keresztül felmérni egy rendelkezésre álló szerviz robot kritikus és nem szabványosított tényezőit, majd ezeket a kockázatokat a való életben is felmérni. A különböző nemzetközi szabályozási hátterek figyelembevételével ki kell dolgoznia egy módszertant a szerviz robotok és az ember közötti kapcsolat objektív biztonságtechnikai mérési eljárásaira.

Kutatási célok:

A biztonságtechnikai szempontból kritikus ember-gép kapcsolat analízise (otthon-ápolás, egészségügyi alkalmazás, osztott munkatér esetében). A jelenleg létező rendszerek objektív értékelése biztonságtechnikai szempontból. Mérési eljárás és kritériumrendszer kialakítása biztonságos ember-gép kapcsolat szempontjából. Az új módszer tipikus alkalmazásokra jellemző szimulációk és valóságos tesztek elvégzése, az osztályozási rendszer validálása.

Irodalom:

- [1] Sami Haddadin (2011). - Towards Safe Robots: Approaching Asimov's 1st Law. PhD thesis, DLR, 2011.
- [2] Haddadin, S., Haddadin, S., Khoury, A., Rokahr, T., Parusel, S., Burgkart, R., ... & Albu-Schäffer, A. (2012, October). A truly safely moving robot has to know what injury it may cause. In Intelligent Robots and Systems (IROS), 2012 IEEE/RSJ International Conference on (pp. 5406-5413), 2012.
- [3] Kazanzides, P., Kouskoulas, Y., Deguet, A., & Shao, Z. (2012, May). Proving the correctness of concurrent robot software. In Robotics and Automation (ICRA), 2012 IEEE International Conference on (pp. 4718-4723). IEEE.
- [4] Bresolin, D., Di Guglielmo, L., Geretti, L., Muradore, R., Fiorini, P., & Villa, T. (2012, September). Open problems in verification and refinement of autonomous robotic systems. In Digital System Design (DSD), 2012 15th Euromicro Conference on (pp. 469-476). IEEE.

Hazai és/vagy nemzetközi kapcsolatok a fenti témában:

Dr. Gernot Kronreif, Austrian Center for Medical Innovation and Technology (ACMIT), Wiener Neustadt, Ausztria

Időkésleltetéses rendszerek szabályozása távsebészeti alkalmazásokhoz

Témavezető: Haidegger Tamás

A kutatási téma leírása:

Az elmúlt évtizedekben a távsebészet önálló kutatási, majd alkalmazási területté nőtte ki magát. 1973-ban született meg az első távsebészeti robot koncepciója a NASA-nál, majd több sikeres fejlesztést követően 2001-ben hajtották végre az első transzkontinentális beavatkozást. 2005-ben Kanadában elindult az első rendszeres robotos távsebészeti és diagnosztikai szolgáltatás, ugyanakkor a nagyobb késleltetések kezelése mind a mai napig komoly kihívást jelent.

Megfelelő algoritmusokkal, modell alapú prediktív szabályozókkal biztosítható a stabilitás és a transzparencia követelménye is nagy távolságban végrehajtott valós idejű beavatkozásoknál. A hallgató feladata szimulációkon keresztül megvizsgálni egy modellezett teleoperációs műtőrendszer kritikus tényezőit, valamint különböző predikciós eljárásokat, szabályozási algoritmusokat tervezni az adott szimulációs keretrendszeren..

Kutatási célok:

A nagy távolságokra történő teleoperáció koncepciójának megismerése, a megfelelő szakirodalom feldolgozása után a leghatékonyabb algoritmusok kiválasztása. A jelenleg alkalmazásban lévő szabályozó-tervezési módszerek feltárása, tesztelése, új lehetőségek kidolgozása. Model-prediktív szabályozók alkalmazása master-slave alapú sebészrobotikai rendszereken. Konkrét MPC algoritmus kidolgozása, tesztelési környezet kiválasztása, kialakítása, validációs módszertan alkalmazása, tesztek implementálása és az eredmények kritikus kiértékelése.

Irodalom:

- [1] Kazanzides, P., Fichtinger, G., Hager, G. D., Okamura, A. M., Whitcomb, L. L., & Taylor, R. H. (2008). Surgical and interventional robotics-core concepts, technology, and design [Part I-II-III]. IEEE Robotics & Automation Magazine, 15(2-3-4).
- [2] Varkonyi, T. A., Rudas, I. J., Pausits, P., & Haidegger, T. (2014, July). Survey on the control of time delay teleoperation systems. In Intelligent Engineering Systems (INES), 2014 18th International Conference on (pp. 89-94). IEEE.

Hazai és/vagy nemzetközi kapcsolatok a fenti témában:

Prof. Peter Kazanzides, CISST, Johns Hopkins University, Baltimore, MD, USA

A zárt 6R-es láncok kinematikai szintézise és a kötéselmélet

Témavezető: Hegedűs Gábor

A kutatási téma leírása:

A zárt 6R-es mechanizmusokat már régóta vizsgálják és egy régi, híres probléma új zárt 6R-es mechanizmusok konstruálása. A kutatásunkban a Josef Schicho és kutatótársai által felfedezett

duális kvaterniók feletti polinomok faktorizációján alapuló módszerrel új láncokat szeretnénk konstruálni és vizsgálni. A zárt 6R-es láncok osztályozása felé vezet a Josef Schicho és kutatótársai által felfedezett

kötéselmélet. A kötéselméletben definiált kötésekkel jól le tudjuk írni a zárt 6R-es láncok geometriai

jellemzőit. Ezeket a geometriai jellemzőket is szeretnénk jobban megérteni, mint pl. a kötések és

a DH. paraméterek kapcsolatát.

Kutatási célok:

A legfontosabb célunk a zárt 6R-es láncok osztályozása a kötéselmélet segítségével. Ezt a kötéselméletet

a párhuzamos Stewart Gaugh platformok önmozgásainak osztályozására is szeretnénk használni.

Fontos előrelépés lenne továbbá új láncok konstruálása is, amiben a Josef Schicho és munkatársai által felfedezett faktorizációs algoritmust használhatjuk.

Irodalom:

- [1] G. Hegedűs, J. Schicho and H. P. Schröcker, "Bond Theory and Closed 5R Linkages." in *Latest Advances in Robot Kinematics*. Springer Netherlands, 2012, pp. 221-228.
- [2] G. Hegedűs, J. Schicho and H. P. Schröcker, "Construction of overconstrained linkages by factorization of rational motions." in *Latest Advances in Robot Kinematics*. Springer Netherlands, 2012. pp. 213-220.

Szabad(ka) II. mechatronikai szerkezet hajtásszabályozás optimalizálása

Témavezető: Odry Péter

A kutatási téma leírása:

A Szabad(ka) II hatlábú, lábanként 3 DOF-os beágyazott mechatronikai rendszer, alkalmas összetett hajtás szabályozási feladatok kutatására. Összetett szerkezetek meghajtásánál felmerül a kérdés, hogy melyik az a minimális szenzor felület amelyik az eszköz ki tudja szolgálni és biztosítja a szerkezetnek a működése közben a megfelelő feltételeket. Kutatni, hogy a kiválasztott szenzorfelület elegendő vagy sem a szerkezetet védő gyors feladatok megoldására. Kutatni a minimálisan szükséges, úgy típusban mint számban, további szenzorok bevezetésének a szükségességét amelyek nem elsődlegesen az eszköz primáris szabályozási feladatait segítik, hanem a szerkezet mozgásának a pontosabb kísérésében vesznek részt, ilyen hatások pl. a csuklóknál lévő fogaskerekeken jelentkező kotyogások, a talpak járás közbeni megcsúszása, stb. A hatlábú járórobotok eddig publikált szabályozástechnikai megoldásainak áttekintése. Ütköztetni az eddigi megoldásokat. Keresni azokat a megoldásokat amelyek minimális szenzor mérési adat mennyiség mellett jó minőséggel hajtják a robot/manipulátort. Kutatni a fuzzy szabályozás alkalmazásának az előnyeit a Szabad(ka) II beágyazott mechatronikai rendszer esetében, keresni a minimális számítási igény/maximális hajtási performaceok lehetőségeit. Verifikálni a kutatási eredményeket valós robot/manipulátoron. A verifikáció folyamán a berendezés működési paramétereit és számítógépes modell eredményét összevetve olyan eredményekhez jutunk, ahogy későbbiekben lineáris és nem lineáris alkalmazásokat modellezve magas konfidenciával megbecsülhető a berendezés „viselkedése” akár extrém esetekben is. Így lehetőség nyílik arra, hogy a hajtásszabályozási eljárást úgy módosítsuk, hogy extrém valós futtatás mellett is a robot/manipulátor minimális mértékben vagy egyáltalán ne sérüljön. A hajtásszabályozási feladat több részben független feladatot ölel fel, úgy futási paraméterek egymáshoz való illesztését mint olyan intelligens kereső algoritmusok fejlesztését amivel az eltérések értelmezhetők és a modellba beépíthetők.

Kutatási célok:

Megépíteni a robot/manipulátor teljes mechatronikai modelljét. A hajtás-szabályozás fejlesztés folyamán keresni a minimálisan szükséges szenzor felületet amivel a gyors szerkezetet optimalizált védő szabályozási hurkokat meg lehet oldani. Generálni futásminőségmérő ún. fitness függvényeket amelyek segítségével számszerűsíthetjük az eredményeket. Analizálni a fitness függvények minőségét a robot/manipulátor szabályozása tekintetében. Összevetni a robot/manipulátoron mért és a szimulált modell által generált eredményeket, majd értelmezni az eltéréseket. Keresni a definiált fitness függvények szerinti legjobb paraméterekkel rendelkező hajtásszabályozási eljárásokat. Elvégezni az összehasonlító analízist. A megépített szimulációsmodellel a robot/manipulátor „viselkedését” megbecsülni extrém és nemlineáris feltételek mellett is. Megbecsülni a

várható hatásokat a szerkezetre. Futtatni a robot/manipulátort a modellezett extrém feltételek mellett és mérni a hatásokat.

Elvégezni az eredmények együttes elemzését.

Irodalom:

- [1] I. Kecskés and P. Odry, *Protective Fuzzy Control of Hexapod Walking Robot Driver in Case of Walking and Dropping*. Springer, Vol 313, 2010, pp 205-217.
- [2] A. L. Nelson, G. J. Barlow and L. Doitsidis, "Fitness functions in evolutionary robotics: A survey and analysis," *Robotics and Autonomous Systems*, vol 57, 2009, pp 345_370.

Hazai és/vagy nemzetközi kapcsolatok a fenti témában:

Bazsó Fülöp, MTA KFKI (RMKI) Budapest

Négyessy László, MTA, SzOTE, Pázmány Péter TE

Szabad(ka) II. mechatronikai szerkezet optimalizálása és verifikálása

Témavezető: Odry Péter

A kutatási téma leírása:

A Szabad(ka) II hatlábú, lábanként 3 DOF-os beágyazott mechatronikai rendszer alkalmas összetett mechatronikai kutatási eredmények tesztelésére és verifikálására.

A verifikáció folyamán a berendezés működési paramétereit és számítógépes modell eredményét összevetve olyan eredményekhez jutunk, hogy a későbbiekben lineáris és nem lineáris alkalmazásokat modellezve magas konfidenciával megbecsülhető a berendezés „viselkedése” akár extrém esetekben is. Így lehetőség nyílik arra, hogy a szerkezetet vagy a program felületet úgy módosítsuk, hogy extrém valós futtatás mellett is a robot/manipulátor minimális mértékben vagy egyáltalán ne sérüljön.

A verifikációs folyamat több részben független feladatot ölel fel úgy futási paraméterek egymáshoz való illesztését mint olyan intelligens kereső algoritmusok fejlesztését amivel az eltérések értelmezését meg tudjuk fogalmazni és modellba be tudjuk építeni.

Kutatási célok:

Megépíteni a robotmanipulátor teljes mechatronikai modelljét. Összevetni a robotmanipulátoron mért és a szimulált modell által generált eredményeket, majd értelmezni az eltéréseket és keresni azt a modell szerkezetet amelyik generálja a minimális eltéréseket a valós robot szerkezettel összevetve.

Generálni futásminőség mérő (un. fitness) függvényeket amelyek segítségével számszerűsíthetjük az eredményeket.

A megépített szimulációsmodellel a robot/manipulátor „viselkedését” megbecsülni extrém/nemlineáris feltételek mellett. Megbecsülni a várható hatásokat a szerkezetre.

Futtatni a robot/manipulátort a modellezett extrém feltételek mellett és mérni a hatásokat.

Elvégezni az eredmények együttes elemzését.

Irodalom:

- [1] E. Burkus and P. Odry, “Autonomous Hexapod Walker Robot “Szabad(ka)””, *Acta Polytechnica Hungarica*, vol 5, no 1, 2008, pp. 69-85.
- [2] M. F. Silva and J. A. Tenreiro Machado, “Kinematic and dynamic performance analysis of artificial legged systems,” *Robotica*, vol. 26, 2008, pp. 19–39.

Hazai és/vagy nemzetközi kapcsolatok a fenti témában:

Bazsó Fülöp, MTA KFKI (RMKI) Budapest

Négyessy László, MTA, SzOTE, Pázmány Péter TE

14. I.4. MÉRNÖKI SZÁMÍTÁSOK ÉS MODELLEK

Lineáris egyenletrendszerek numerikus módszereinek összehasonlítása és műszaki alkalmazásuk

Témavezető: Abaffy József

A kutatási téma leírása:

A lineáris egyenletrendszerek numerikus módszereinek elméleti és gyakorlati vizsgálata. Algoritmusok választása gyakorlati numerikus feladatok függvényében, ezek összevetése gyakorlati és ismert tesztfeladatokon.

Kutatási célok:

- Az ismertebb eljárások áttekintése és összehasonlító elemzése szoftver készítése és a módszerek összehasonlítása.
- Ismert eljárások módszertani és tartalmi továbbfejlesztése különös tekintettel az ABS módszerek pivotálási lehetőségeire.

Irodalom:

- [1] J. Abaffy and E. Spedicato, *ABS Projection Algorithms: Mathematical Techniques for Linear and Nonlinear Equations*. Ellis Horwood Ltd., Chichester, England, 1989.
- [2] G. H. Golub and C. F. Van Loan, *Matrix Computations*. 2nd ed., The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1993.

Hatékony és stabil algoritmusok fejlesztése speciális struktúrájú nemlineáris egyenletrendszerek és optimalizálási feladatok megoldására

Témavezető: Galántai Aurél

A kutatási téma leírása:

Speciális nagyméretű, de ritka szerkezetű nemlineáris egyenletrendszerek számos helyen (diszkrétizációkban, optimalizálásban) előfordulnak. Az egyik legfontosabb ilyen terület a feltételes optimalizálási problémák megoldása a Kuhn-Tucker egyenleteken keresztül (NCP módszerek).

Kutatási célok:

1. A speciális nagyméretű, ritka szerkezetű nemlineáris problémák irodalmának áttekintése és összehasonlító elemzése.
2. Új, az eddigieknél hatékonyabb és stabilabb (projekciós) módszerek kifejlesztése, implementálása és alkalmazása.

Numerikus eljárások utólagos hibabecsléseinek vizsgálata és továbbfejlesztése

Témavezető: Galántai Aurél

A kutatási téma leírása:

A numerikus eljárásokkal kapott közelítő megoldások hibáját (megbízhatóságát) sok esetben utólagos hibabecsléssel kell becsülni. Ezek szükségességét több tényező okozhatja:

- az elméletileg ismeretlen megoldás,
- a program kilépési feltételeinek megalapozatlansága,
- a feladat numerikus instabilitása,
- a számítógépes implementálás (lebegőpontos aritmetika) tulajdonságai.
- stb.

Egy jó utólagos hibabecslő eljárás elvileg kilépési feltételként is használható. Számos utólagos hibabecslő eljárás ismert egyenlet megoldó algoritmusok, numerikus integrálási technikák és diszkretizációs módszerek esetén.

Kutatási célok:

1. Az ismert utólagos hibabecslések áttekintése, összehasonlítása és rendszerezése.
2. Az utólagos hibabecslő eljárások megbízhatóságának tesztelésére eljárások kidolgozása.
3. Ismert eljárások továbbfejlesztése, új eljárások létrehozása.

HOSVD-vel összefüggő elméleti és gyakorlati kérdések vizsgálata

Témavezető: Szeidl László

A kutatási téma leírása:

Magasabb rendű tenzorok dekompozíciós eljárásainak alkalmazása számos különböző elméleti és alkalmazott kutatási területen (numerikus analízis, irányításelmélet, jelfeldolgozás, képfeldolgozás, pszichometria, adatbányászat, stb.). A kutatási terület elsősorban a HOSVD alapú megközelítésre fókuszál.

Kutatási célok:

Többváltozós függvények HOSVD alapú numerikus approximációja során felmerülő elméleti kérdések analízise és az eredmények alkalmazása gyakorlati szempontból jelentős feladatok modellezésében és numerikus vizsgálatában.

Irodalom:

- [1] L. Szeidl, L. *et al.*, “Numerical Reconstruction of the HOSVD Based Canonical Form of Polytopic Dynamic Models,” *Proc. of International Symposium on Computational Intelligence and Intelligent Informatics (ISCIII 2007)*, Agadir, pp. 111-116, 2007.
- [2] L. Szeidl, L. *et al.*, “HOSVD Based Method for Surface Data Approximation and Compression,” *Proc. of International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES 2008)*, Miami, pp. 197-202, 2008.
- [3] L. Szeidl. and P. Várlaki, “HOSVD based canonical form for polytopic models of dynamic systems,” *J. Advanced Computational Intelligence*, vol. 13, no.1, pp. 52-60., 2009.
- [4] A. Rövid and L. Szeidl, “Image processing using polylinear functions on HOSVD basis,” in: *Towards Intelligent Engineering and Information Technology*. I. J. Rudas, J. Fodor, J. Kacprzyk, Eds, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2009, pp. 419-434.
- [5] A. Rövid, L. Szeidl and T. Hashimoto, “Numerical Reconstruction and Compression of Thermal Image Sequences,” in *2012 Fifth International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology*, Himeji, Japan, pp. 298-302.

Inverz hőátadási problémák megoldása bio-insprált algoritmusok alkalmazásával

Témavezető: Felde Imre

A kutatási téma leírása:

A tranziens hőátadási folyamatra jellemző hőáramsűrűség karakterisztikája – matematikai probléma erős nem-linearitása és „rosszul feltett” (ill-posedness) volta miatt – közvetlenül nem származtatható, becslése az Inverz Hőátadási Probléma (IHCP, Inverse Heat Conduction Problem) megoldásával lehetséges. Az IHCP kezelésére különböző heurisztikák állnak rendelkezésre, ezek egyik típusa a bio-insprált, vagy természet-inspirált algoritmusok alkalmazására épül. A kutatási téma célkitűzése az IHCP probléma megoldása bio-inspirált algoritmusok segítségével.

Kutatási célok:

1. Néhány kiválasztott algoritmus (raj intelligencia alapján működő, GA, EA, stb) esetére az IHCP megoldásában rejlő lehetőségek felderítése.
2. Vizsgálatok az algoritmusok alapján

Irodalom:

- Jason Brownlee: *Clever Algorithms: Nature-inspired Programming Recipes*, ISBN-10: 1446785068
- Xin-She Yang (Editor) *Nature-Inspired Algorithms and Applied Optimization (Studies in Computational Intelligence)*, ISBN-10: 3319676687

Nemzetközi kapcsolatok a fenti témában:

Universidad de Sao Paulo, Brazília

Universidad Autonomia de Nuevo Leon, Mexikó

A pásztázó mikroszkópia felület rekonstrukciós algoritmusainak vizsgálata és továbbfejlesztése

Témavezető: Hermann Gyula

A kutatási téma leírása:

Az elmúlt időszakban a pásztázó alagút és atomerő mikroszkópok egyre nagyobb szerepet játszanak a mikromechanikai elemek mérés technikájában. Mérési bizonytalanságukban meghatározó tapintást végző tű geometriája, illetve annak eltérése a működés szempontjából ideális alaktól. Tekintve, hogy az ideális alakú tű hegye egy atomnyi és pontosan kúp alakú ennek meghatározása a mai eszközökkel gyakorlatilag nem lehetséges. Ezért a mérési hiba kompenzálása, és ebből kifolyólag a mérési bizonytalanság meghatározása becslésre, valamint speciális geometriai modellezési eljárásokra épül.

Kutatási célok:

1. Az ismertebb eljárások áttekintése és összehasonlító elemzése, megbízhatóságuk vizsgálata.
2. Ismert eljárások módszertani és tartalmi továbbfejlesztése, megbízhatóságának növelése.

Irodalom:

- [1] S. Kleindiek and K. H. Herrmann, "A miniaturized scanning tunneling microscope with large operation range," *Rev. Sci. Instrum.*, vol. 64, no. 3, March 1993.
- [2] G. M. Steeves, M. R. Freeman, *Ultrafast Scanning Tunneling Microscopy*.
- [3] E. P. Stoll, "Picture processing and three-dimensional visualization of data from scanning tunneling and atomic force microscopy," *IBM J. Res. Develop.*, vol. 35, no. 1/2, Jan/March 1991, pp.67-77.
- [4] J. S. Villarrubia, "Algorithms for Scanned Probe Microscope Image Simulation, Surface Reconstruction, and Tip Estimation," *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*, vol. 102, no. 4, pp. 425-454.
- [5] A. Weckeman, and J. Hoffmann, "Long Range 3 D Scanning Tunneling Microscopy," *Annals of the CIRP*, vol. 56, no. 1, 2007.

Representation of flexible bodies and function driven organic shapes

Supervisor: László Horváth CSc, PhD, Dr. habil

Research topic:

Topic contextually connects two recent research areas in the scope of contextual shape modeling. One is mathematical modeling and simulation of physical system that includes both rigid elements and flexible structures. Other is modeling of function-driven organic shapes. Geometrical and physical properties of a general flexible bodies model are generated using finite element analysis and are undergone dynamical analyses. Organic shapes require modeling which is different from modeling of geometric shapes. Research establishes contextual connection of mathematical, functional, and behavioral modeling and simulation.

Research goals:

This research serves investigation and definition inside and outside contexts of flexible body and function driven organic shape representations then elaboration new mathematical and behavior models. Results are awaited to provide better understand of contextual model for engineering structures which include flexible bodies and function driven organic shapes.

Analyze behaviors and contexts of flexible bodies and function driven organic shapes. Reveal relevant existing research results and define plan of own research work. Study the modeling capabilities in the 3DExperience platform for the relevant roles (See: "Laboratory software" below). Propose new contextual connections and related models. As new own contribution, develop driving contextual connections, mathematical models, behavior representations, and related virtual processes in accordance with the own research plan. Develop experimental engineering model which is appropriate for verification the above results using capabilities available in the 3DExperience.

Research in this topic is motivated by industrial problem solving related research capabilities available at the 3DExperience platform. In this way, results can be validated in industrially eligible model and they are potentially suitable for industrial problem solving. At the same time, this means joining to the recent trend for integration of theory and practice.

Laboratory software

Modeling capabilities are available for this student research at the Laboratory of Intelligent Engineering Systems in the 3DExperience platform from cloud for the relevant researcher roles below. Basic modeling capabilities are also available for the development of the experimental engineering model in integration with role related capabilities.

Flexible Bodies Library (FBZ) is based on Modelica language to establish direct connection with model developed in 3DExperience.

Function Driven Generative Designer (GDE) to explore and generate organic shapes using functional specification.

Systems Simulink Export (XSK) serves export Modelica compliant systems behavior models from the 3DEXPERIENCE for simulation within Simulink environment.

Literature:

Recent actual and time-honored classical publications about relevant research results should be surveyed. The planned research should be placed in former published results of others to prove its novelty.

System behavior optimizing by tuning system parameters in engineering models

Supervisor: László Horváth CSc, PhD, Dr. habil

Research topic:

Recent main change in leading industries is introduction of strongly system operated industrial products. This new situation has fundamentally changed traditional engineering modeling and simulation and placed new emphasis on system level modeling of engineering structures. In this way, research is about improving system level behavior representations using principle of system parameters optimizing in engineering model environment.

Research goals:

This research topic serves investigation and definition system level parameter optimization including systems engineering background, system behaviors, algorithms, and mathematical methods. Results are awaited to provide better understand system level parameter optimization.

Analyze system behaviors and related parameters. Reveal relevant existing research results and define plan of own research work. Study the modeling capabilities in 3DExperience platform for the relevant roles (See: “Laboratory software” below). Propose method for tuning systems parameters considering multiple criteria and multiple cases. As new own contribution, develop system parameters optimizing algorithms and related procedures to improve the overall system behavior. Define mathematical optimization criteria using simulation results in accordance with the own research plan. Develop experimental engineering model which is appropriate for verification the above results using capabilities available in the 3DExperience.

Research in this topic is motivated by industrial problem solving related research capabilities available at the 3DExperience platform. In this way, results can be validated in industrially eligible model and they are potentially suitable for industrial problem solving. At the same time, this means joining to the recent trend for integration of theory and practice.

Laboratory software

Modeling capabilities are available for this student research at the Laboratory of Intelligent Engineering Systems in the 3DExperience platform from cloud for the relevant researcher roles below. Basic modeling capabilities are also available for the development of the experimental engineering model in integration with role related capabilities.

Dynamic Systems Designer (SDY) for the modeling, simulation and validating engineering systems immersed in model-based systems engineering. Compliant with the open Modelica language and includes domain specific Modelica libraries for modeling and simulation of multi-body and multi-physic systems.

Systems Behavior Optimization (DOY) to optimize and tune systems parameters of a device or its controller for multiple criteria and multiple cases.

Systems Simulink Export (XSK) serves export Modelica compliant systems behavior models from the 3DEXPERIENCE® Platform for simulation within a Simulink environment.

Literature:

Recent actual and time-honored classical publications about relevant research results should be surveyed. The planned research should be placed in former published results of others to prove its novelty.

Integrated simulation processes to drive geometry and simulation parameters in engineering models

Supervisor: László Horváth CSc, PhD, Dr. habil

Research topic:

Conventional engineering model includes standalone or slightly integrated simulations. Need for simulations in multi-physics and multi-scale systems placed the emphasis on organized simulations which are defined in organized experiments. This new situation basically changed the innovation process for generic modeling of engineering structures. In the context of this topic, phrase engineering structure is applied for multidisciplinary system-based experimental engineering configuration.

Research goals:

This research topic is aimed to make research in integrated and coordinated simulations for multi-physics, multi-scale system. Purpose of research is to conceptualize and define models for complex simulation processes, physics connections methods, and parameter driving of simulations. Results are awaited to provide better understand of multi-physics, multi-scale system related contextual simulations.

Analyze simulations in multi-physics and multi-scale systems. Reveal relevant existing research results and define plan of own research work. Study the modeling capabilities in 3DExperience platform for the relevant roles (See: "Laboratory software" below). Propose method for tuning systems parameters considering multiple criteria and multiple cases. As new own contribution, develop models for processes, physics connections methods, and parameter driving of simulations in accordance with the own research plan. Define mathematical optimization criteria using simulation results. Develop experimental engineering model which is appropriate for verification the above results using capabilities available in the 3DExperience.

Research in this topic is motivated by industrial problem solving related research capabilities available at the 3DExperience platform. In this way, results can be validated in industrially eligible model and they are potentially suitable for industrial problem solving. At the same time, this means joining to the recent trend for integration of theory and practice.

Laboratory software

Modeling capabilities are available for this student research at the Laboratory of Intelligent Engineering Systems in the 3DExperience platform from cloud for the relevant researcher roles below. Basic modeling capabilities are also available for the development of the experimental engineering model in integration with role related capabilities.

Simulation Process & Optimization (SPI) to integrate simulations into re-usable and deployable processes to power research.

Multiscale Experiment Creator (SWR) creates, executes, explores, monitors, and evaluates collaborative simulation for multi-physics, multi-scale system experiments. Definition coupling schemes between physics is available.

Multiscale Systems Analyst (MCO) ensures Dymola Behavioral Modeling where collaborative simulation experiments require Dymola. Compliant with the open Modelica language and includes domain specific Modelica libraries for modeling and simulation of multi-physic systems.

Literature:

Recent actual and time-honored classical publications about relevant research results should be surveyed. The planned research should be placed in former published results of others to prove its novelty.

Two-way driving connection between model and cyber units of CPS robot system

Supervisor: László Horváth CSc, PhD, Dr. habil

Research topic:

Recent new paradigm of cyber physical system (CPS) changed research and development of multidisciplinary engineering structures. In the context of this topic, phrase engineering structure is applied for multidisciplinary system-based experimental engineering configuration. CPS exists in virtual (complex model) and field operating forms. Its production is done in production system which is the third a CPS in the scenario and is based on the recent paradigm of Industry 4.0. This research topic was defined to establish and improve communication between virtual and field operating forms of CPS robot system.

Research goals:

Research topic includes definition active logical, mathematical, and algorithmic connections between representations in robot model system and cyber units in field operating robot system. Emphasis is on finding connectable active model objects in robot model and relevant cyber unit objects then establishing connection. Other aim is proposal application actual information about physical unit operation at improving robot model representation. Actual information about physical unit operation is collected by sensor network then communicated by cyber units of CPM. Study the scenario which includes generic robot model, controller in robot model, configuration of joints for generic robot kinematic classes, recognized cyber units in robot control systems, and information derived from intelligent sensor network. Reveal relevant existing research results and define plan of own research work. Restrict the scenario to selected relevant objects. Study the modeling capabilities in 3DExperience platform for the relevant roles (See: “Laboratory software” below). As new own contribution, define and verify active logical, mathematical and algorithmic connections between representations in robot model system and cyber units in field operating form of robot system in accordance with the own research plan. Develop experimental engineering model which is appropriate for verification the above results using capabilities available in the 3DExperience. Simulate the cyber units involved. Research in this topic is motivated by industrial problem solving related research capabilities available at the 3DExperience platform. In this way, results can be validated in industrially eligible model and they are potentially suitable for industrial problem solving. At the same time, this means joining to the recent trend for integration of theory and practice.

Laboratory software

Modeling capabilities are available for this student research at the Laboratory of Intelligent Engineering Systems in the 3DExperience platform from cloud for the relevant researcher roles below. Basic modeling capabilities are also available for the development of the experimental engineering model in integration with role related capabilities.

Mechatronic Systems Designer (SMQ) provides Modelica and 3DEXPERIENCE related capabilities to develop, simulate and validate complex mechatronic systems.

Robotics Engineer (RTS) provides capabilities for simulation and validation robot system behavior.

Robotics in the V6 system provides capabilities for model definition of robot system, robot control, direct and invers kinematics, velocity and acceleration, motion sets, kinematic relations, and realistic robot simulation. Basic modeling capabilities are available in integration.

Literature:

Recent actual and time-honored classical publications about relevant research results should be surveyed. The planned research should be placed in former published results of others to prove its novelty.

Nem konvencionális hálózatszámítási módszerek

Témavezető neve: Kádár Péter

A kutatási téma leírása:

A villamos energetikai hálózatok áramlásait hagyományosan iteratív Load-Flow módszerrel lehet számítani. A különböző célú felhasználás, illetve az új technikák (neurális hálózatok, heurisztikus megoldások, optimalizációs megoldások) újfajta megközelítéseknek adnak teret.

Kutatási célok:

A munka során ezen eljárások számbavétele után a különböző eljárásokra mintaalkalmazások készülnek, illetve ezek hatékonysága kerül kiértékelésre.

Intelligens innovatív döntéstámogató rendszerek alkalmazási lehetőségei épületek energiatudatos tervezésénél

Témavezető: Krómer István

A kutatási téma leírása:

Az épületek tervezésének első fázisában a lehetséges változatok hatékony energetikai értékelése nem megoldott, informatikai eszközök használatával azonban lényegesen elősegíthető az optimális megoldások megtalálása. Egy összetett tervezési model, amely a tervezési paraméterekben és a műszaki feltételekben a fuzzi logikára, a fogyasztói magatartást illetően pedig a neurális hálók alkalmazására épül a jelenleg használt átlagos fogyasztói modelnél pontosabb eredményeket adna a tervezett épületek várható energia fogyasztásáról.

Kutatási célok:

A kutatás célja olyan döntéstámogató rendszer létrehozása, amellyel már a tervezés során megbízható adatokat nyerhetünk az alkalmazandó megoldási lehetőségek kiválasztásához.

Irodalom:

- [1] D. Kolokotsa, "Artificial Intelligence in Buildings: A review on the application of fuzzy logic." *Advances in Building Energy Research*, vol. 1, issue 1, 2007.
- [2] C. Diakaki *et al.*, "A multi-objective decision model for the improvement of energy efficiency in buildings." *Energy*, vol. 35, 2010.

15. M. 1. MATEMATIKAI ALAPOK ÉS ALKALMAZÁSOK

Multistage módszerek az ABS projekciós osztályában és párhuzamosításuk

Témavezető: Abaffy József

A kutatási téma leírása:

Az ABS módszerek lefedik a véges lépésű lineáris, továbbá a nemlineáris egyenletrendszerek megoldó módszereinek nagy részét.

Az ABS módszerosztály egyik legfőbb alaptulajdonsága, hogy a benne realizált algoritmusok jól párhuzamosíthatók. Példaként érdemes megemlíteni az implicit Gauss eliminációt.

Megmutatták (5), hogy a lineáris és kvadratikus programozási módszerek és egyéb optimalizációs módszerek nagy része is az ABS módszerosztályból levezethetők.

Az (2) cikkben a two-stage módszer ABS-beli alkalmazása lett megmutatva. Ennek kiindulása egy megengedhető megoldás ismerete. (3)-ban azt igazolták, hogy egy megengedhető megoldás megtalálása és az ABS osztály H projekciós mátrixának felépítése párhuzamosan is megvalósítható, lényegesen csökkentve így, a two stage módszer indulásához szükséges műveletek számát. A két cikkben elért eredmények tehát egy alkalmas algoritmusban összevonhatók, amely a doktori téma első eredménye lehetne. A fenti eredmények átvihetők a multistage (4) esetre is. A doktori téma továbbá, tehát ennek a kiterjesztésnek a megvalósítása, gyakorlati alkalmazása, különös tekintettel a párhuzamosítás lehetőségére. A szükséges matematikai eredményeken kívül, tehát a doktorandusznak az eredmények alkalmazását is meg kell tennie, pl. MATLAB nyelvű programokkal, és lehetőség szerint konkrét feladatra alkalmazva.

Kutatási célok:

A két cikkben elért eredmények tehát egy alkalmas algoritmusban összevonhatók, amely a doktori téma első eredménye lehetne. A fenti eredmények átvihetők a multistage (4) esetre is. A doktori téma továbbá, tehát ennek a kiterjesztésnek a megvalósítása, gyakorlati alkalmazása, különös tekintettel a párhuzamosítás lehetőségére. A szükséges matematikai eredményeken kívül, tehát a doktorandusznak az eredmények alkalmazását is meg kell tennie, pl. MATLAB nyelvű programokkal, és lehetőség szerint konkrét feladatra alkalmazva.

Irodalom:

- [1] J. Abaffy and E. Spedicato, *ABS Projections Algorithms: Mathematical Techniques for Linear and Nonlinear Algebraic Equations*. Ellis Horwood Ltd, Chichester, England, 1989.

- [2] J. Abaffy and E. Allevi, “A modified L-shaped method,” *Journal of Optimization Theory and Applications*, vol. 123, no. 2, 2004, pp. 255-270.
- [3] J. Abaffy, X. J. Liang and Z. Q. Xia, “A modified non-simplex active set method for the standard LP problem”, *P.U.M.A.*, vol. 23, no. 1, 2012, pp. 1-12.
- [4] A. Prékopa, *Stochastic Programming*. Kluwer Academic Publisher, 1995.
- [5] Z. Liwei, X. Zunquan and F. Enmin, *Introduction to ABS methods in Optimization*. Dalian University of Technology Press, 1998.

Nemlineáris egyenletrendszerek megoldása ABS projekciós módszerekkel és alkalmazásaik

Témavezetők: Abaffy József, Galántai Aurél

A kutatási téma leírása:

Az ABS módszerek alapvetően a véges lépésű lineáris egyenletrendszerek megoldási módszerosztálya. A későbbiek során származtattak belőle nemlineáris egyenletrendszereket megoldó módszereket is (1), (2).

Az ABS módszerosztály egyik legfőbb alaptulajdonsága, hogy a benne realizált algoritmusok jól párhuzamosíthatók. Példaként érdemes megemlíteni az implicit Gauss eliminációt. Párhuzamosíthatók a nemlineáris egyenletrendszereket megoldó módszerek is.

Újabb eredmények alapján az ABS módszerosztály alkalmazható nem csupán $n \times n$ -es nemlineáris egyenletrendszer megoldására, hanem alulhatározott egyenletrendszerekre is (3), (4).

Kutatási célok:

A doktori téma a nemlineáris egyenletrendszerek összefoglalása, új eredmények elérése, és az algoritmusok MATLAB-beli megvalósítása.

Feladat továbbá az ABS-beli algoritmusok összehasonlítása jelenleg kurrens algoritmusokkal, amelyek például megtalálhatók a MATLAB-ban.

Doktori téma továbbá, a jelentősebb ABS nemlineáris algoritmusok párhuzamosítása is. A megvalósított algoritmusokból választva a doktorandusz feladata annak alkalmazása valós feladatra is.

Irodalom:

- [1] J. Abaffy J. and E. Spedicato, *ABS Projections Algorithms: Mathematical Techniques for Linear and Nonlinear Algebraic Equations*. Ellis Horwood Ltd, Chichester, England, 1989.
- [2] A. Galántai, *Projectors and Projection Methods*. Kluwer Academic Press, 2004
- [3] J. Ortega and W. Rheinboldt, *Iterative Solution of Nonlinear Equations in Several Variables*. Academic Press, 1970
- [4] szakcikk

Általánosított gamma konvolúciók és korlátlanul osztható eloszlások

Témavezető: Baricz Árpád

A kutatási téma leírása:

Az általánosított gamma konvolúciók és a korlátlanul osztható eloszlások fontos szerepet töltenek be a valószínűségszámításban. Az ismert eloszlások közül többről tudjuk, hogy korlátlanul osztható eloszlások, de a bizonyításuk nemegyszer speciális technikát igényel, amelyben megjelennek olyan speciális függvények mint a Tricomi-féle hipergeometrikus függvények, parabolikusan henger függvények, első és másodfajú módosított Bessel függvények. Mourad Ismail több dolgozatban vizsgálta a témát és a bizonyításaiban az előbb említett speciális függvények arányairól igazolta, hogy Stieltjes transzformáltak.

Kutatási célok:

A tervezett kutatásban Ismail kutatásait szeretnénk folytatni, a Lennart Bondesson könyvében [Generalized gamma convolutions and related classes of distributions and densities. Lecture Notes in Statistics, 76. Springer-Verlag, New York, 1992] megfogalmazott általánosított gamma konvolúciók és korlátlanul osztható eloszlásokkal kapcsolatos kérdésekben.

Optimization with linguistic variables

Témavezető: Fullér Róbert

A kutatási téma leírása:

Suppose we are given a mathematical programming problem in which the functional relationship between the decision variables and the objective function is not completely known. Our knowledge-base consists of a block of fuzzy if-then rules, where the antecedent part of the rules contains some linguistic values of the decision variables, and the consequence part consists of a linguistic value of the objective function. We could use fuzzy reasoning method to determine the crisp functional relationship between the objective function and the decision variables, and solve the resulting (usually nonlinear) programming problem to find a fair optimal solution to the original fuzzy problem.

Kutatási célok:

To solve real-life optimization problems in imprecise environment where the input data are obtained from subjective judgements.

Bessel–mintavétel

Témavezető: Pogány Tibor

A kutatási téma leírása:

A J , Y –Bessel mintavételi sorok elmélete Whittaker, Higgins, Zayed, Jerri valamint Knockaert cikkei alapozták meg, ahol Kramer eljárása szerint Hankel–transzformációval ellátott jeleket mintevételeztek az említett szerzők.

Jelenleg újabb I -Bessel mintavételi sorok elmélete is esedékes, ahol a mintavételi halmaz a módosított I -Bessel függvény zérushelyeiből áll, a mintavételi sorok magja pedig I bizonyos transzformáltja.

Ha a sztochasztikus folyamat korrelációs függvénye az említett speciális függvények egyike, akkor a Karhunen–Cramér tétel értelmében az eredeti folyamat spektrálellőállítása is ismert, ezek szerint a folyamat Bessel–mintavétellel rekonstruálható.

Kutatási célok:

Hasonló eredmények várhatók, ha I helyett Struve H , módosított Struve L , valamint Hankel függvény szerepel. További elvárható eredmények: sorcsonkítási hibabeecsülés, "average" Bessel–mintavételi sorok, módosított magú Bessel–mintavétel, melynek konvergenciagyorsítás a célja, akár L_2 , vagy $P=1$ értelemben.

Irodalom:

- [1] D. J. Maširević *et al.*, "Sampling Bessel functions and Bessel sampling," *Proceedings of the 8th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics*, May 23-25, 2013, Timisoara, Romania, pp. 79-84.
- [2] L. Knockaert, "A class of scaled Bessel sampling theorems," *IEEE Trans. Signal Process.*, vol. 59, no. 11, 2011, pp. 5082-5086.
- [3] A. Ya. Olenko and T. K. Pogány, "A precise upper bound for the error of interpolation of stochastic processes," *Theor. Probab. Math. Statist.*, AMS, USA, vol. 71, 2005, pp. 151-163.
- [4] A. Ya. Olenko and T. K. Pogány, "Time shifted aliasing error upper bounds for truncated sampling cardinal series," *J. Math. Anal. Appl.*, vol. 324, 2006, pp. 262–280.
- [5] A. Ya. Olenko and T. K. Pogány, "On sharp bounds for remainders in multidimensional sampling theorem," *Sampling Theory in Signal and Image Processing*, vol. 6, no. 3, 2007, 249-272.
- [6] A. Ya. Olenko and T. K. Pogány, "Average sampling reconstruction od harmonizable processes," *Comm. Statist. Theor. Methods*, vol. 40, no. 19-20, 2011, pp. 3587-3598.

- [7] T. Pogány, "On the Brown aliasing error upper bound for homogeneous random fields," *Signal Processing*, vol. 33, 1993, pp. 127-129.
- [8] T. Pogány, "Almost sure sampling restoration of bandlimited stochastic signals," in *Sampling Theory in Fourier and Signal Analysis: Advanced Topics*. J.R.Higgins, R.L.Stens, Eds., Oxford University Press, Oxford, 1999, pp. 203-232.
- [9] T.K. Pogány, "Local growth of Weierstraß σ -function and Whittaker-type derivative sampling," *Georgian Mathematical Journal*, vol. 10, no. 1, 2003, pp. 157 - 164.
- [10] T. K. Pogány, "Whittaker-type derivative sampling reconstruction of stochastic $L^\alpha(\Omega)$ - processes," *Applied Mathematics and Computation*, vol. 187, no. 1, 2007, pp. 384-394.
- [11] T. Pogány and P. Peruničić, "On the sampling theorem for homogeneous random fields," *Theory Probab. Math. Stat.*, vol. 53, 1996, pp. 153-159.
- [12] I. Zayed, *Advances in Shannon's Sampling Theory*. CRC Press, New York, 1993.

Függvénysorok integrálalakja és összegzése

Témavezető: Pogány Tibor

A kutatási téma leírása:

A Mathieu, alternáló Mathieu, Neumann, Kapteyn, Schlömilch és Dini sorok alkalmazása jól ismert úgy a technikában, mint a természettudományokban, lássad többek között [1, 2] valamint az ott említett irodalmat. Integralalakjaikat a felsorolt irodalom tárgyalja. A matematikai eszközök: Dirichlet sorok Laplace integrálalakja, Cahen formula, Bessel függvények integrálalakja.

Kutatási célok:

A kutatás egyik fő iránya az alternáló Mathieu sorok és a Hauss által kb. húsz éve bevezetett Hilbert–Eisenstein sorok kapcsolatával foglalkozik, míg a másik kutatási cél a Schlömilch és Dini sorokat, mint mintavételi sorokat kezeli. Az első kutatási témában már születtek bizonyos eredmények melyeket a [2] könyvfejezet tartalmaz.

Irodalom:

- [1] Á. Baricz and T. K. Pogány, “Integral representations and summations of modified Struve function,” *Acta Math. Hung.*, 2012.
- [2] Á. Baricz and T. K. Pogány, “Properties of the product of modified Bessel functions,” *Springer Volume: Analytic Number Theory, Approximation Theory, and Special Functions - In Honor of Hari M. Srivastava*.
- [3] Á. Baricz, D. Jankov and T. K. Pogány, “Integral representations for Neumann-type series of Bessel functions I_ν , Y_ν and K_ν ,” *Proc. Amer. Math. Soc.*, vol. 140, no. 3, 2012, pp. 951-960.
- [4] Á. Baricz, D. Jankov and T. K. Pogány, “Turán type inequalities for Krätzel functions,” *J. Math. Anal. Appl.*, vol. 388, no. 2, 2012, pp. 716-724.
- [5] Á. Baricz, D. Jankov and T. K. Pogány, “Neumann series of Bessel functions,” *Integral Transforms Spec. Func.*, vol. 23, no. 7, 2012, pp. 529-538.
- [6] D. Jankov, T. K. Pogány and R. K. Saxena, “Extended general Hurwitz-Lerch Zeta function as Mathieu (a, λ) - series,” *Appl. Math. Letters*, vol. 24, no. 8, 2011, pp. 1473-1476.
- [7] D. Jankov and T. K. Pogány, “Integral representation of functional series with members containing Jacobi polynomials,” *Math. Balkan*, vol. 26, no. 1-2, 2012, pp. 103-112.
- [8] D. Jankov and T. K. Pogány, “Integral representation of Schlömilch series,” *J. Classical Anal.*, vol. 1, no. 1, 2012, pp. 75-84.

- [9] G. V. Milovanović and T. K. Pogány, “New integral forms of generalized Mathieu series and related applications,” *Appl. Anal. Discr.Math.*, vol. 7, no.1, 2013, pp. 180-192.
- [10] T. K. Pogány, H. M. Srivastava and Z. Tomovski, “Some families of Mathieu a - series and alternating Mathieu a - series,” *Appl. Math. Comput.*, vol. 173, no. 1, 2006, pp. 69 - 108.

Sztochasztikus rendszerek modellezésének elméleti és gyakorlati kérdései

Témavezető: Szeidl László

A kutatási téma leírása:

Műszaki-természettudományi-gazdasági területen felmerülő konkrét problémák (közlekedés informatikai, logisztikai, telekommunikációs hálózatokkal összefüggő kérdések, stb.) modellezése és numerikus megoldása.

Kutatási célok:

Sztochasztikus jellegű folyamatok modellezése során a problémák széles körének megoldása általában mély matematikai, mérnöki és informatikai ismeretekre támaszkodik. Elsőrendű cél a feladatok vizsgálatához szükséges elméleti, algoritmikus, módszertani és szoftverhátér áttekintése. Erre alapozva a további feladat a konkrét problémához illeszkedő modell kidolgozása, a modell paraméterek identifikációja és a nyert modell numerikus úton történő elemzése.

Irodalom:

- [1] P. Michelberger, L. Szeidl and P. Várlaki, *Alkalmazott folyamat-statisztika és idősoranalízis*. Typotex Kiadó, Budapest, 2001.
- [2] J. Izsák J. and L. Szeidl, *Fajabundancia-eloszlási modellek*. Pars Könyvek, Nagykovácsi, 2009.
- [3] N. Fodor *et al.*, “MV-WG: a new multi-variable weather generator,” *Meteorology and Atmospheric Physics*, vol. 107, 2010, pp. 91–101.
- [4] C. Ricotta *et al.*, “A partial ordering approach for functional diversity,” *Theoretical Population Biology*, VOL. 80, 2011, pp. 114-120.
- [5] L. Lakatos, L. Szeidl, and M. Telek, *Introduction to Queueing Systems with Telecommunication Applications*, Springer, New York Heidelberg Dordrecht London, 2013.

Döntési egységek rangsorolása a Data Envelopment Analysis módszertanban

Témavezető: Fülöp János

A kutatási téma leírása:

A Data Envelopment Analysis ma már széles körben elfogadott módszertan döntéshozó egységek relatív hatékonyságának mérésére. A klasszikus módszertan egyik hiányossága azonban, hogy néha túl sok döntéshozó egységet mutat ki hatékonynak. Intenzív kutatás folyik olyan módszerek kidolgozására vonatkozóan, amelyek szétválasztóbban rangsorolják a döntéshozó egységeket, a klasszikus módszertan szerint hatékonynak tekintetteket is.

Kutatási célok:

A kutatás célja a Data Envelopment Analysis rangsorolási módszerei mellett a többszemponú döntéshozatal alternatívákat rangsoroló módszereinek áttekintése, és annak megvizsgálása, hogy az egyik terület módszerei hogyan adaptálhatók a másik területen.

Irodalom:

- [1] W.W. Cooper, L.M. Seiford and J. Zhu, Eds., *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic Publishers, 2004.

Speciális szerkezetű globális optimalizálási feladatok megoldása

Témavezető: Fülöp János

A kutatási téma leírása:

Gyakorlati optimalizálási feladatok sokszor nemkonvexek, azaz számos lokális optimummal is rendelkezhetnek, ezért globális optimalizálási technikákat kell alkalmazni megoldásukra. Globális optimalizálási feladatok hatékony megoldása csak akkor lehetséges, ha a feladat szerkezete és speciális tulajdonságai előnyösen kihasználhatók a módszertan során. Ilyen speciális szerkezet például a fordított konvexitás, konvex függvények különbsége és a monotonitás stb.

Kutatási célok:

A kutatás fő célja olyan módszertan kidolgozása lenne, amely egy adott nemkonvex feladat konvexitási és nemkonvexitási tulajdonságainak szétválasztásán és ennek előnyös kihasználásán alapul. A kutatás külön megvizsgálná, hogy miként adaptálható a módszertan többcélú optimalizálási feladat efficiens halmazán való optimalizáláskor, amely egy közismert speciális szerkezetű globális optimalizálási feladat.

Dinamikus megoldások kiegyensúlyozatlan kooperatív játékokban

Témavezető: Kóczy Á. László

A kutatási téma leírása:

Egy kooperatív játékban a játék célja a játékosok rendelkezésére álló jövedelem vagy erőforrások megfelelő elosztása. Mivel az egyes játékoscsoportok (koalíciók) maguk is rendelkeznek jövedelemmel, illetve erőforrásokkal, egy elosztás csak akkor lehet stabil, ha minden játékoscsoport elégedett vele, azaz nincs olyan koalíció, amely a közös meg-egyezés helyett egy klikket létrehozva tagjai számára kedvezőbb elosztást tud garantálni. A mag pontosan az ezzel a tulajdonsággal rendelkező elosztások halmaza. Ha a mag üres, azaz, ha a játék kiegyensúlyozatlan, nagyon keveset tudunk a játék egyensúlyi állapotairól. A mag dinamikus tulajdonságaiból kiindulva bevezetésre került már néhány nemüres általánosítás. E projekt célja ezen megoldások vizsgálata.

Kutatási célok:

1. A kiegyensúlyozatlan játékok irodalmának feldolgozása.
2. A különböző, dinamikus alapokon nyugvó megoldáskoncepciók (dinamikus megoldás, legkisebb domináns halmaz, „fundamental cycles”) kapcsolatainak feltérképezése.
3. A megoldáskoncepciók elemzése a kiegyensúlyozatlan kooperatív játékok halmazán.
4. Az eredmények alkalmazása (egyszerű) gazdasági, vagy szabályozási modellekben.

Irodalom:

- [1] R. B. Myerson, *Game Theory – An analysis of conflict*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London, 1991
- [2] T. Arnold and U. Schwalbe, “Dynamic Coalition Formation and the Core,” *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 49, no. 3, 2002, pp. 363-380.
- [3] J. C. Cesco, “A Convergent Transfer Scheme to the Core of a TU-Game,” *Revista Matemáticas Aplicadas*, vol. 19, no. 23-35, 1998.
- [4] J. C. Cesco, “A general characterization for non-balanced games in terms of U-cycles,” *European Journal of Operations Research*, vol. 191, no. 2., 2008, pp. 409-415.
- [5] Y. Kannai, “Core and Balancedness,” in H. Aumann, Ed., *Handbook of Game Theory*. Chapter 12. Elsevier, 1992.
- [6] L. Á. Kóczy and L. Lauwers, “The Minimal Dominant Set is a Non-Empty Core-Extension,” *Games and Economic Behavior*, vol. 61, no. 2, 2007, pp. 277-298.
- [7] E. W. Packel, “A Stochastic Solution concept for n -person Games,” *Mathematics of Operations Research*, vol. 6, no. 3, 1981, pp. 349-362.

- [8] A. Sengupta and K. Sengupta, "A property of the core," *Games and Economic Behavior*, vol. 12, No 2, 1996, pp. 266-273.
- [9] L.S. Y. Wu, "A Dynamic Theory for the Class of Games with Nonempty Cores," *SIAM Journal of Applied Mathematics*, vol. 32, no. 2, 1977, pp.328-338.

Hazai és/vagy nemzetközi kapcsolatok a fenti témában:

Luc Lauwers, Leuven, Belgium, Juan C. Cesco, San Luis, Argentina

**Szimbolikus algoritmusok fejlesztése az intervallumos befoglaló függvények
túlbecslésének minimalizálására**

Témavezető: Csendes Tibor

A kutatási téma leírása:

Közismert, hogy a megbízható numerikus számításokban fontos szerepet játszó intervallum aritmetikán alapuló befoglaló függvények egyik gyengesége az esetenként számottevő túlbecslés, a konzervatív korlátoknak az értékészlettől való jelentős eltérése. Másrészt több olyan átírási forma ismert, amelyek ezt a jelenséget csökkentik, és a befoglaló függvények minőségét lényegesen javítják. A tervezett kutatás azt célozza, hogy szimbolikus algebra rendszerben megvalósítjuk azt az automatikus átírást, amely a ráépülő számítógépes eljárások hatékonyságát várhatóan javítja.

Kutatási célok:

Kutatási célok:

1. Szimbolikus transzformáló eljárás implementálása Mathematica vagy Maple rendszerben
2. Az intervallumos befoglaló függvények átírt változatai minőségének és hatásának kimutatása kimerítő számítógépes teszteléssel.

Irodalom:

- [1] G. Alefeld and J. Herzberger, *Introduction to interval computation*. Academic Press, 1983.
- [2] E. Antal, T. Csendes, and J. Virágh, *Nonlinear Transformations for the Simplification of Unconstrained Nonlinear Optimization Problems*. Accepted for publication in CEJOR.

Szimbolikus algoritmusok fejlesztése és tesztelése nemlineáris optimalizálási feladatok egyszerűsítése céljából

Témavezető: Csendes Tibor

A kutatási téma leírása:

A nemlineáris optimalizálási feladatok megoldásának nehézsége nagyrészt a célfüggvény és a feltételi függvények bonyolultságában rejlik. Bár nehéznek tűnik, de a megadott két irodalmi hivatkozás alapján van elméleti és gyakorlati lehetőség is ezen függvények egyszerűsítésére oly módon, hogy közben az új feladat megoldásainak meg lehet feleltetni az eredeti problémához tartozókat.

Kutatási célok:

1. A leírtaknak megfelelő eljárás implementálása, fejlesztése a minél teljesebb körű használhatóság irányában.
2. A kapott algoritmus kimerítő tesztelése a szakterület standard tesztfadatai és valódi gyakorlati problémák megoldásával.

Irodalom:

- [1] T. Csendes and T. Rapcsák, "Nonlinear coordinate transformations for unconstrained optimization. I. Basic transformations," *J. of Global Optimization*, vol. 3, 1993, pp. 213-221.
- [2] T. Rapcsák and T. Csendes, "Nonlinear coordinate transformations for unconstrained optimization. II. Theoretical background," *J. of Global Optimization*, vol. 3, 1993, pp. 359-375.

Abrazív gyártási felületek sztochasztikus modellezése

Témavezető: Fegyverneki Sándor

A kutatási téma leírása:

Abrazív gyártási folyamat során, ha a szerszám határozatlan élű (köszörülés, dörzsköszörülés) a kapott felületek és egyéb a gyártáshoz kötődő mutatók leírásában nagy szerepe van a sztochasztikus modelleknek. A Greenwood-Williamson, Majumdar-Bhushan stb. modellek összehasonlítása. Új szimulációs technikák kifejlesztése és összehasonlítása a szakirodalomban találhatóakkal (Blackmore-Zhou, Weierstrass-Mandelbrot). A fraktáldimenzió és fraktálindex összehasonlítása. Felületi jellemzők meghatározása (fraktáldimenzió, topotézia) és kapcsolódása egyéb mechanikai és gyártástechnológiai problémákhoz. Stacionér izotróp és anizotróp sztochasztikus mezők leírása, szimulációja, szemléltetése és paramétereik meghatározása (becslése). Alkalmazások.

Kutatási célok:

1. Alapvető modellek, szimulációs és becslési technikák áttekintése.
2. Az abrazív gyártási folyamat során kapott felületek osztályozása, matematikai és tribológiai jellemzése.
3. Becslési eljárások kifejlesztése. Mechanikai és felületi jellemzők alapján megfelelő felületek szimulációja.
4. Profilogramok mérése, feldolgozása és szemléltetése.

Robusztus becslések és tulajdonságaik

Témavezető: Fegyverneki Sándor

A kutatási téma leírása:

A mérési adatok esetében gyakori a többitől eltérő kiugró érték, amely származhat hibából vagy valós mérésből. További probléma az adatokra rakódó állandó jellegű szennyeződés. Felhasználói és kutatási szempontból is fontos olyan módszerek kifejlesztése, illetve továbbfejlesztése, amely lehetővé teszi egyrészt az ún. kiugró értékek vagy szennyeződések kiszűrését vagy kezelését. Fontos különböző eloszlástípusok esetén a megfelelő paraméterbecslések kifejlesztése, a becslések numerikus meghatározása, illetve tulajdonságaik megadása. Különösen fontos mindez véletlen vektorokra, illetve olyan esetben, amikor nem tételezhetjük fel az adatok (a minta) függetlenségét. Speciális esetként a háromparaméteres Weibull-eloszláscsalád, a Gamma-eloszláscsalád és a Student-eloszláscsalád (szabadsági fok nemcsak egész szám lehet) paramétereinek becslése (a megfelelő numerikus eljárások kifejlesztése). Továbbá a Student-eloszláscsalád többdimenziós változatának paraméterbecslései.

Kutatási célok:

1. A robusztus becslések elméletének áttekintése, a felhasznált numerikus algoritmusokkal együtt.
2. A felsorolt eloszláscsaládok esetében a becslések kifejlesztése, a becslések tulajdonságainak vizsgálata. Szimulációs technikák kifejlesztése a robusztusság bemutatására.

Nagyméretű lineáris egyenletrendszerek megoldó algoritmusai

Témavezető: Hegedűs Csaba

A kutatási téma leírása:

Nagy lineáris egyenletrendszerek megoldásakor gyakori probléma, hogy a rendszer kondíciószáma igen nagy, ami gyakorlatilag lehetetlenné teszi a gyors konvergenciát, némely esetben a kívánt pontosságú megoldás megtalálását is. Az egyik megoldási módszer ilyenkor a prekondicionálás. Ennek hátránya, hogy

minden mátrix-típus esetén más és más módszert kell kidolgozni. A konvergencia gyakran néhány nagyon kicsi sajátérték vagy szinguláris érték miatt lassú. A konjugált irány módszerek lehetőséget adnak arra, hogy a kis sajátértékekhez tartozó sajátvektorok alterében a megoldást külön elkészítsük. Az itt készített kezd_vektorral indulva ezután konjugált irány módszerek alkalmazásával olyan konvergencia sebességet érhetünk el, mintha a kis sajátértékek nem volnának. A téma ilyen algoritmusok kidolgozása és vizsgálata.

Törtrendű diffúziós feladatok numerikus megoldása több dimenzióban

Témavezető: Izsák Ferenc

A kutatási téma leírása:

A természettudományokban több jelenség kapcsán is megfigyelték, hogy bizonyos anyagok koncentrációjának változása a várt diffúzív dinamika helyett ettől eltér, szuper-, illetve szubdiffúzív.

Az ilyen jelenségek modellje egy olyan parciális differenciálegyenlet, ahol a térbeli differenciáloperátor

törtrendű. Habár az utóbbi évtizedben többféle numerikus módszert is kidolgoztak ezen feladatok megoldásának numerikus közelítésére, több részlet további fejlesztésre szorul.

Kutatási célok:

Több dimenziós feladatok esetén kellene olyan közelítő módszereket kidolgozni, amelyek a peremfeltételeket jól modellezik, és konvergenciájuk bizonyítható. Érdemes lenne megvizsgálni, hogy egy-egy ilyen módszer gyorsítható-e például ADI típusúvá történő átirással, speciális lineáris megoldó módszer választásával.

Irodalom:

- [1] M. Gunzburger, R. Lehoucq and K. Zhou, "Analysis and approximation of nonlocal diffusion problems with volume constraints," *SIAM Review*, vol. 54, 2012, pp. 667-696.
- [2] M.M. Meerschaert and C. Tadjeran, "Finite difference approximations for fractional advection-dispersion flow equations," *Journal of Computational and Applied Mathematics*, vol. 172, no. 1, 2004, pp. 65-77.

Optimalizációs algoritmusok paramétereinek automatikus beállítása

Témavezető: Maros István

A kutatási téma leírása:

Az optimalizációs algoritmusok számítógépes implementációinak működését számos paraméter vezérli. Ezek helyes beállításán nagymértékben múlik a megoldás megbízhatósága és hatékonysága. Sajnos, a helyes paraméter értékek többnyire feladat, illetve feladatcsalád-függőek. A paraméterek egy része numerikus, más részük stratégiai. Az lenne az ideális, ha a megoldandó feladat elemzése alapján be tudnánk állítani a paraméterek legkedvezőbb értékét. Azonban még ez is kevés, hiszen bizonyíték van arra, hogy a helyes (optimális) értékek a megoldás során változnak. Átfogó vizsgálat ezen a területen még nem történt.

Kutatási célok:

1. Néhány kiválasztott algoritmus (pl. szimplex a lineáris programozás, branch and bound a kevert egészértékű feladatok megoldására) esetére az elővizsgálatban rejlő lehetőségek felderítése.
2. Vizsgálatok az algoritmusok menetközbeni „hangolására”.

Irodalom:

- [1] I. Maros and G. Mitra, “Investigating the Sparse Simplex Algorithm on a Distributed Memory Multiprocessor,” *Parallel Computing*, vol. 26, no. 1, 2000, pp. 151-170.

Nemzetközi kapcsolatok a fenti témában:

University of Edinburgh, Skócia, Egyesült Királyság,
Imperial College, London, Egyesült Királyság.

Fuzzy optimalizálás

Témavezető: Fullér Róbert

A kutatási téma leírása:

Fuzzy optimalizálás alatt a fuzzy paraméterekkel rendelkező optimalizálási problémákat értjük. Be lehet látni, hogy egy általában nemkorekt felállítású lineáris programozási feladat esetén a valós együtthatók kicserélése szimmetrikus háromszög alakú fuzzy számokra a feladatot korrektté teszi. Ez igaz az $Ax=b$ egyenletrendszerre is, azaz a fuzzy kiterjesztés az nem más, mint az eredeti feladat egy regularizációja.

Kutatási célok:

A feladat annak a vizsgálata, hogy a fuzzy kiterjesztés milyen esetekben jelenti az eredeti feladat regularizációját.

Intelligens döntési modellek

Témavezetők: Fullér Róbert

A kutatási téma leírása:

- A számítási intelligens módszerek egyre jelentősebb szerepet játszanak a műszaki rendszerek létrehozásában, működtetésében. Az utóbbi évtizedekben olyan számítástechnikai modellek és technikák születtek, amelyekkel a megnövekedett bonyolultsági rendszerek mérnöki szempontból kezelhetőek. A fuzzy elmélet jelentős szerepet játszik e feladatok műszaki megoldásaiban.
- A bizonytalan, pontatlan információk aggregációja számtalan intelligens rendszerek fejlesztésével kapcsolatos alkalmazási területen megjelenik (neurális hálózatok, többkritériumú döntéstámogató rendszerek, stb.).
- Az *Ordered Weighted Averaging* (OWA) operátorokat Ronald R. Yager vezette be a kritériumok aggregálására a többkritériumú döntési problémákban. Az OWA operátorok jól alkalmazhatóak olyan kiválasztásos problémákban, ahol több jelölt közül és több szakértő gyakran egymásnak ellentmondó véleménye alapján kell kiválasztani a kritériumoknak leginkább elegendő alternatívát, úgy, hogy természetesen nem létezik matematikai értelemben vett egyetlen legjobb megoldás. A döntésben szubjektív tényezők is szerepelnek.
- A megfelelő aggregációs operátor kiválasztása nem egyszerű feladat, mivel először meg kell határozni a kompenzáció mértékét, azaz azt, hogy egy kritérium gyengébb teljesítése mennyiben ellensúlyozható más kritériumok jobb teljesítésével.
- A legfontosabb aggregáló operátorok a t-normák (metszet), a t-konormák (unió), és az átlagoló operátorok. Az unió magas kimeneti értéket ad minden olyan esetben, amikor valamelyik elégedettségi fokot jelző bemeneti érték magas, ezzel szemben a metszet csak abban az esetben ad magas kimeneti értéket, ha minden bemenő érték magas. Az átlagoló operátor rendelkezik azzal a tulajdonsággal, hogy egy magasabb elégedettségi fokú kritérium kompenzálhatja egy másik kritérium alacsony elégedettségi fokát. Célunk, hogy megvizsgáljuk,
 - - hogyan hozzunk döntést erős bizonytalanság esetén
 - - hogyan válasszuk ki a megfelelő aggregációs operátort olyan döntési folyamatok esetén, ahol a kiegyenlítődés megengedett
 - - hogyan modellezzük a döntéshozó preferenciáit fuzzy halmazokkal.

Kutatási célok:

- A doktori téma keretében egyrészt olyan fejlesztéseket kell végezni, melyeknek célja e korszerű matematikai modellre épülő, döntés-előkészítő módszerek és eljárások kidolgozása, döntési modellek létrehozása (kompenzáció mértékének meghatározása, projektek rangsorolása, az alternatívák szempontok szerinti értékelési mechanizmusának kidolgozása, szempontsúlyok meghatározása a többszempontú döntési feladatokban, valós döntési problémák modellezése és hasznossági függvények konstrukciója az alternatívák szempontok szerinti értékelésére).

OWA operátorok a döntéstámogatásban

Témavezető: Fullér Róbert

A kutatási téma leírása:

Az Ordered Weighted Averaging (OWA) operátokat Ronald R. Yager vezette be az olyan aggregálási problémák kezelésére, ahol a kritériumok közel azonos fontosságúak. A megfelelő aggregációs operátor kiválasztása nem egyszerű feladat, mivel először meg kell határozni a kompenzáció mértékét, azaz azt, hogy egy kritérium gyengébb teljesítése mennyire ellensúlyozható más kritériumok jobb teljesítésével.

Kutatási célok:

A feladat olyan OWA operátor meghatározása, amelyeknek a kompenzációs szintje adott és a lehető legjobban figyelembe veszi a részteljesítményeket.

Összefüggés elemzése többértékű logikai operátorok segítségével

Témavezető: Dombi József

A kutatási téma leírása:

Az adatbányászat egyik legfontosabb célkitűzése az összefüggések feltárása: statisztikai módszerek alap algoritmusai a korrelációs számítás. Diszkrét kategóriák esetén azonban ez az eljárás nem használható és más indikátorok bevezetésére van szükség. Jelentős probléma, hogy az adatbányászati feladatok hatalmas adatbázisokat tartalmaznak és csak nagyon egyszerű műveletek elvégzése megengedett. A folytonos logika Frank operátora eleget tesz a mérték azonosságának és felhasználásával lehetőség van újszerű összefüggés vizsgálatok elvégzésére. Ebben az esetben a számítási igény minimális és alapvető diszkrét kategóriák elemzését teszi lehetővé.

Kutatási célok:

1. Összefüggés elemzések áttekintő feltérképezése.
2. Frank operátor tulajdonságainak vizsgálata.
3. Gyakoriságok és az operátor paraméterének illesztése.
4. Az eredmények összekombinálása a klasszikus eljárásokkal.
5. Vizuális megjelenítés kidolgozása.
6. Többszörös összefüggések vizsgálata.

Irodalom:

- [1] E. P. Klement, R. Mesiar and E. Pap, *Triangular norms*.
[2] M. J. Frank, *On the simultaneous associativity*.

Robot irányítás Voronoi diagramon alapuló approximáció alapján

Témavezető: Dombi József

A kutatási téma leírása:

A fuzzy rendszerek legsikeresebb alkalmazása a fuzzy irányítás. A különböző megoldások közös vonása, hogy folytonos logika segítségével írják le a feltételt és a halmazhoz tartozási függvények egydimenziósak. Alapvető probléma, hogy a változók száma (m) és az alkalmazott kategóriák száma (n) szerint n^m szabályra lenne szükség, aminek a megadása nem kivitelezhető, ezért az eljárások a hiányos szabályrendszerek kezelésére irányulnak. A szabályrendszer konstruálása azonban ha minta (tipikus) példák alapján konstruáljuk, akkor a Voronoi diagram meghatározza a szabály érvényességi területét, ekkor azonban az egydimenziós halmazhoz tartozási függvényt a felfújó eljárás helyettesíti. Így a szabályhalmaz korlátos maradhat. Az eljárás approximációs ereje határozza meg annak jószágát.

Kutatási célok:

1. A fuzzy control klasszikus eljárásainak vizsgálata, implementálása.
2. A Voronoi diagram hipersík egyenleteinek hatékony számítása.
3. A felfújó eljárás alkalmazása.
4. Approximáció hatékonyságának vizsgálata.
5. Gyakorlati alkalmazás és tesztek végzése.

Irodalom:

- [1] H. T. Nguyen and M. Sugeno, *Fuzzy systems, Modeling and Control*. Kluwer Academic Pub., 1998.

16. M.2. MÉRNÖKI SZÁMÍTÁSOK ÉS MODELLEK

Optimális irányítás Carnot-csoportokon

Témavezető: Nagy Péter

A kutatási téma leírása:

A tranzitív szimmetria csoporttal rendelkező nem-holonóm mechanikai rendszerek optimális irányítási feladatait jól lehet modellezni az úgynevezett Carnot-csoportok balinvariáns szub-Riemann-féle geometriájának vizsgálatával. A Carnot-csoport a leg-egyszerűbb esete a Heisenberg-csoport, amely kétlépcsős nilpotens Lie-csoport 1-dimensziós centrummal, feltéve, hogy a kitüntetett balinvariáns disztribúciót meghatározó altér nem tartalmazza a centrumot. Ezekben a nem-holonóm geometriákban a geodetikusok írják le az optimális trajektóriákat. A kitüntetett balinvariáns disztribúciót érintő geodetikusok szerkezete jól ismert a Riemann-féle nilsokaságok elméletében, azonban az általános esetben az optimális trajektóriákról keveset tudunk, ezért ezzel kapcsolatban sok nyitott és érdekes feladat fogalmazható meg.

Kutatási célok:

A tervezett kutatásban klasszikus csoportok szub-Riemann terének geodetikusait és izometria csoportjait kívánjuk vizsgálni komputeralgebrai eszközök alkalmazásával.

**Új SVD- és fixpont transzformáció- alapú adaptív szabályozási eljárások
összehasonlítása a klasszikus modell-alapú módszerekkel
nemlineáris paradigmák példáján**

Témavezető: Rudas Imre

A kutatási téma leírása:

A klasszikus adaptív szabályozási eljárások mint pl. az „Adaptív inverz dinamika”, „Adaptív Slotine-Li robot szabályozás” vagy a „Globális linearizálás” olyan modell-alapú eljárások, amelyek a rendelkezésre álló analitikus modellek bizonyos finom részleteit is kihasználják, és feltételezik, hogy a rendszert kívülről érő, illetve az annak komponensei közt megjelenő dinamikai kölcsönhatások ismertek. A gyakorlatban ezek az információk általában nem állnak rendelkezésre a maguk teljes egészében (pl. csak bizonyos „domináns” részrendszerekről van modellünk), emellett pontatlanok, és a nem ismert külső kölcsönhatások sem zárhatók ki, amelyek a szabályozás felé a szabályozott rendszer „modelltől eltérő” viselkedésében manifesztálódnak. A klasszikus módszerek szempontjából ez általában nehézségeket jelent, míg az új megközelítés célja e nehézségek kiküszöbölése s egyúttal a számítási komplexitás redukálása.

Kutatási célok:

1. Az ismertebb eljárások áttekintése, alkalmas paradigmák számítógépes programokban való szimulálása és számítási eredmények felhalmozása.
2. Az újabb eljárások implementálása és működésének összehasonlító vizsgálata ugyanezen paradigmákon, javaslatok az új módszerek továbbfejlesztésére a vizsgálati eredmények alapján.

**Új SVD- és fixpont transzformáció- alapú adaptív szabályozási eljárások
összehasonlítása a klasszikus „Soft Computing” alapú módszerekkel
nemlineáris paradigmák példáján**

Témavezető: Rudas Imre

A kutatási téma leírása:

A klasszikus „Soft Computing” alapú megközelítések olyan modell-alapú eljárásoknak tekinthetők, amelyek vagy csak az irányítandó rendszert, vagy a szabályozási feladat egészét „modellezik”, de ezek a modellek nem „analitikus” jellegűek, hanem univerzális közelítő struktúrákon alapulnak. Ezek előnye az önálló tanulás lehetősége, illetve a közös ember nyelven kifejezhető ismeretek modellbe való könnyű beépítésének lehetősége, hátránya viszont a „rossz skálázhatóság” vagy „a dimenzionalitás átka”, azaz az a körülmény, hogy a rendszer szabadsági fokainak növekedésével a szükséges univerzális közelítő struktúrák mérete nem polinomiális mértékben növekszik. A javasolt új megközelítések a „tradicionális soft computing” e nehézségeit kívánják eliminálni..

Kutatási célok:

1. Az ismertebb eljárások áttekintése, alkalmas paradigmák számítógépes programokban való szimulálása és számítási eredmények felhalmozása.
2. Az újabb eljárások implementálása és működésének összehasonlító vizsgálata ugyanezen paradigmákon, javaslatok az új módszerek továbbfejlesztésére a vizsgálati eredmények alapján.

Absztrakt Lie csoportok algebrai alkalmazásán alapuló adaptív szabályozási technikák kombinálása Robusztus Fixpont Transzformáción alapuló módszerrel

Témavezető: Tar József

A kutatási téma leírása:

A „temporális, szituáció-függő” rendszermodellezés céljaira kezdeti eredményeket értünk el különböző absztrakt Lie csoportok alkalmazásával, melyekben „rendszeridentifikáció” címen minden egyes szabályozási ciklusban egy speciális mátrixszal történő szorzást alkalmaztunk, a modell használatát pedig ezen speciális mátrixok igen csekély műveleti igénnyel invertálható mátrixainak használata jelentette.

Sima rendszerek szabályozására továbbá jól beváltak az egy szabályozó-paraméter hangolásával stabilizálható „Robusztus Fixpont Transzformáción (RFPT)” alapuló módszerek, amelyek alkalmasnak bizonyultak arra, hogy a szabályozóban felhasznált közelítő rendszermodellekből származtatott szabályozó jeleket egyszerű, geometriailag jól interpretált módon tovább pontosítsák.

Kutatási célok:

1. A cél e kétféle módszer egyesítése olyan rendszerek szabályozására, amelyek modelljéről csak nagyon kevés és megbízhatatlan ismeretünk van.
2. Az identifikációs algoritmus kezdeti nagy visszacsatoló jelének mérséklésére korlátozó eljárások bevezetése.

Nemlineáris rendszerek új, geometriai szemléletű adaptív szabályozása törtrendű deriváltak felhasználásával

Témavezető: Tar József

A kutatási téma leírása:

A OE-n a közelmúltban kifejlesztett geometriai elvű adaptív szabályozás különböző változatai a fizikai rendszerek különböző, fenomenológiai értelemben megfelelő gerjesztéseire adott válaszainak megfigyelésén alapulnak. A válaszok a vizsgált rendszerek fizikai természetétől függően különböző rendű deriváltak lehetnek, ami e megközelítés zajérzékenységét okozhatja. Míg a legtöbb „idealizált”, azaz minden részrendszerére vonatkozóan teljesnek gondolt modellel leírt klasszikus fizikai rendszer állapotfejlődési egyenletei általában a fizikai állapot egész rendű deriváltjaira vonatkozó differenciálegyenlet rendszerek vagy integrálegyenletek (pl. gyorsulás a mechanikában vagy valamilyen reagens betáplálásának rátája a vegyi folyamatokban), az utóbbi időben egyre tágabb teret kapnak a részlegesen modellezett fizikai rendszerek megfigyelt és irányított változói időbeli fejlődésének viselkedésében megjelenő „tehetetlenség” vagy „memória” leírására a törtrendű deriváltak és integráltak, amelyek mögött általában részleteiben nem modellezett, csatolt részrendszerek belső dinamikája húzódik meg (pl. vízhullámok csillapodása porózus partfalon, forgalmi adatok viselkedése közötti közlekedésben, hővezetés, diffúzió, elektromágneses jelenségek). A törtrendű deriváltak matematikai alapötlete éppoly régi, mint az egész rendű deriváltaké (a XVII. századból L'Hospital és Leibniz levelezésében is fellelhető), fizikai és műszaki alkalmazásai azonban csak a XX. sz. első negyedétől terjedtek el mint az egész rendű deriváltak fogalmának különféle lehetséges általánosításai. Nemcsak a törtrendű rendszerek, hanem az egész rendű rendszerek szabályozásában is fontos eszközök lehetnek mind zajszűrésre, mind pedig a szabályozás dinamikájának temporális élesítésére, és alkalmasak lehetnek a javasolt adaptív módszer támogatására.

Kutatási célok:

1. Különböző fizikai rendszerek, mint paradigmák modelljének vizsgálata, elemzése, számítógépes programokban való szimulálása és a számítási eredmények felhalmozása.
2. Különböző kombinációs szabályozási eljárások implementálása és működésének összehasonlító vizsgálata ugyanezen paradigmákon.
3. Javaslatok kidolgozása az új módszerek továbbfejlesztésére a vizsgálati eredmények alapján.

**Nem sima dinamikai rendszerek kognitív adaptív szabályozásának
nem Lyapunov függvényen alapuló módszere**

Témavezető: Tar József

A kutatási téma leírása:

A nemlineáris rendszerek adaptív szabályozásának tervezéséhez általánosan használják Lyapunov 2. „direkt” módszerét, amely matematikailag nehéz technika és jó képességű tervezőket igényel. Ennek kiváltására sima rendszerek szabályozásában jól beváltak az egy szabályozó-paraméter hangolásával stabilizálható „Robusztus Fixpont Transzformáción (RFPT)” alapuló módszerek, amelyek nem alkalmazhatók további megfontolások nélkül nem sima rendszerekre (pl. kémiai reakciókra, ahol fizikai értelmezhetőség okán negatív koncentrációk vagy 0 koncentráció esetén negatív idő szerinti deriváltak nem fordulhatnak elő), vagy olyan mechanikai karok esetén, amelyek akadálytalanul mozoghatnak egy ütközésig, de onnan több-kevesebb ütközési energiavesztéssel visszazapattannak. Ezek a rendszerek bizonyos tartományokon belül „simák”, azok határán viszont elvesztik simaságukat. E tartományhatárok esetleg nem okvetlenül mérhetőek közvetlenül.

Kutatási célok:

1. Olyan modell-független megfigyelők kifejlesztése, amelyek érzékelik a simasági tartomány határának elérését.
2. Az RFPT alapú módszer továbbfejlesztése a tartományhatáron mutatandó viselkedés szempontjából.

Új, nem konvencionális adaptív adatrepresentálási és szabályozási eljárások

Témavezetők: Tar József, Várkonyiné Kóczy Annamária

A kutatási téma leírása:

Napjainkban egyre komolyabb gondot okoz az összetett, nem pontosan ismert, erősen nem lineáris és/vagy változó dinamikai folyamatok és rendszerek adaptív szabályozása. A problémák megoldásánál komoly segítséget jelent a modell szemléletű megközelítés általános elterjedése valamint az intelligens, nem konvencionális adatrepresentálási és szabályozási módszerek megjelenése. A kutatás a terület közelmúltban előtérbe került olyan új módszereire összpontosít (pl. wavelet alapú szabályzók, anytime szabályzók, szituációs kontroll, Robusztus Fixpont Transzformáció alapú szabályzás), amelyek ötvözése illetve továbbfejlesztése további előnyös technikák létrejöttére adhat lehetőséget. A munka a témavezetők korábbi eredményeire építve, szorosan kapcsolódik futó hazai és nemzetközi együttműködésben végzett kutatásokhoz.

Kutatási célok:

Az irodalomból ismert fő módszerek áttekintése, a paradigmák kritikai elemzése.

Az irodalomban megtalálható metodikák és technikák ötvözési lehetőségeinek feltárása, vizsgálata illetve kidolgozása.

A legígéretesebb módszerek továbbfejlesztése, új eljárások létrehozása és alkalmazása.

Összehasonlító vizsgálatok végzése.

Irodalom:

- [1] Soumelidis, F. Schipp, J. Bokor, “On hyperbolic wavelets,” in *Preprints of the 18th IFAC World Congress*, S. Bittandi, A. Cenedese, and S. Zampieri, Eds., Milano, Italy, August 28 – Sep. 2, 2011, pp. 2309–2314.
- [2] M. Kratmüller, “Combining Fuzzy/Wavelet Adaptive Error Tracking Control Design,” *Acta Polytechnica Hungarica*, vol. 7, no. 4, 2010, pp. 115-137.
- [3] J.K. Tar, I.J. Rudas and K.R. Kozlowski, “Fixed Point Transformations-Based Approach in Adaptive Control of Smooth Systems,” *Lecture Notes in Control and Information Sciences*, vol. 360. M. Thoma and M. Morari, Eds., *Robot Motion and Control*, 2007.K. R. Kozlowski, Ed., Springer Verlag London Ltd., 2007, pp. 157-166.
- [4] A.R. Várkonyi-Kóczy, “Model Based Anytime Soft Computing Approaches in Engineering Applications.” in *Soft Computing Based Modeling in Intelligent Systems*. V. Balas, J. Fodor, A.R. Várkonyi-Kóczy, Eds., Ser. Studies in Computational Intelligence, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009, pp. 63-92.

Speciális függvényekre vonatkozó egyenlőtlenségek és alkalmazásaik

Témavezető: Baricz Árpád

A kutatási téma leírása:

A tervezett kutatásban az ismertebb és fontosabb speciális függvényekkel kapcsolatos egyenlőtlenségekkel és alkalmazásaikkal szándékozunk foglalkozni. Az egyik fontosabb egyenlőtlenség az úgynevezett Turán típusú egyenlőtlenség, amely több alkalmazott probléma kapcsán megjelent. Ez a téma viszonylag sok dolgozatban lett megvizsgálva, viszont sok fontos speciális függvényről még nem tudjuk, hogy a paramétereik szerint hogyan viselkednek. Úgy gondoljuk, hogy a korlátlanul osztható eloszlásoknál megjelenő speciális függvényekre vonatkozó eredmények alkalmazhatóak a Turán típusú egyenlőtlenségek vizsgálatánál. Például, a módosított Bessel függvényeknél a kulcslépést bizonyos Stieltjes transzformációk szolgáltatták. Ezenkívül, olyan egyenlőtlenségeket szeretnénk megvizsgálni amelyek többnyire alsó és felső korlátokat adnak olyan speciális függvényekre (mint például az általánosított Marcum függvény), amelyeknek alkalmazásaik vannak a mérnöki tudományokban.

A legjobb állandó problémája Sobolev egyenlőtlenségekben

Témavezető: Kristály Sándor

A kutatási téma leírása:

A legjobb állandó meghatározása egy Sobolev egyenlőtlenségben és az extrémális függvény létezése a variációszámításnak egyik legkutatottabb iránya. Ezen problémák szorosan összefüggnek az ún. izoperimetrikus egyenlőtlenségekkel. A. Kristály és S. Ohta 2013-ban igazoltak egy olyan rigiditási tételt, mely kimondja, hogy egy olyan Finsler sokaság, melynek Ricci görbülete nem-negatív és teljesül az ún. Caffarelli-Kohn-Nirenberg egyenlőtlenség a legjobb állandóval, izometrikus egy normált vektortérrel. Az eredményük ennél sokkal általánosabb, mely tartalmazza a Bishop-Gromov értelemben görbült tereket, lásd Kristály A, S. Ohta [*Caffarelli-Kohn-Nirenberg inequality on metric measure spaces with applications*, *Mathematische Annalen*, 2013, elfogadva].

Kutatási célok:

A legjobb állandók és extrémális függvények problémáját szeretnénk tovább kutatni Sobolev egyenlőtlenségek esetén. A kutatás célját topologikus rigiditási eredmények igazolása képezi Riemann-Finsler tereken illetve Heisenberg csoportokon. A Heisenberg csoportok esetén egy pozitív válasz közelebb vihetne a Pansu-féle sejtés megoldásához, ahol az izoperimetrikus objektumnak az ún. “bubble”-halmazt tartják. Meggyőződésünk továbbá, hogy igen mély kapcsolat létezik magasabbrendű Sobolev terekre vonatkozó egyenlőtlenségek (pl. Rellich egyenlőtlenség) és a tér struktúrája között.

Szimmetrizációs eljárások parciális differenciálegyenletekben

Témavezető: Kristály Sándor

A kutatási téma leírása:

A matematikai fizikában megjelennek olyan anizotropikus jelenségek, melyek vizsgálata nem lehetséges a klasszikus módszerek révén. Míg az izotropikus jelenségeknél, ahol a másodrendű differenciáloperátor rendszerint a Laplace-operátor, a standard szimmetriát és csoportthatást az ortogonális (esetleg az unitér csoport) szolgáltatja, az anizotropikus esetben hasonló csoportstruktúráról nincs tudomásunk.

Kutatási célok:

A kutatás egyik célja az, hogy azonosítsuk/jellemezzük azon szimmetria-csoportokat, melyek az anizotropikus jelenségek Wulff-radiális megoldásait generálják. A sejtésünk az, hogy ilyen csoportstruktúra létezése kizárt, de ennek igazolása nagyon nehéznek tűnik. A másik célkitűzés az lenne, hogy izotropikus esetben is akár, létezési és multiplícitási eredményeket igazoljunk kritikus pontok segítségével, ahol az egyik alapeszköz az ún. kritikus szimmetria elve. Ezen jelenségeket szakadásokkal rendelkező nemlineáris tagokat tartalmazó elliptikus problémák esetén is szeretnénk vizsgálni, ahol többértékű analízisre és nem-sima kritikus pontok elméletére lesz szükségünk. Végül, szeretnénk megérteni néhány specifikus Riemann sokaságon értelmezett differenciálegyenlet megoldásainak jellegét, és ezek invarianciáját az adott izometria-csoportra nézve.

Szub-Finsler-geometria

Témavezető: Nagy Péter

A kutatási téma leírása:

A nem-holonom kényszernek eleget tevő variációs feladat geometriai modellezésére vezették be a szub-Finsler sokaság fogalmát. A nem-holonom kényszer a sokaságnak egy érintő disztribúciója adja meg, amelyen adott egy ponttól függő Banach-norma. Ha ez a norma skalárszorozatból származtatható, akkor szub-Riemann sokaságot kapunk. A szub-Finsler sokaságban (hasonlóan a szub-Riemann sokasághoz,) a kitüntetett disztribúciót érintő extrémális görbéket az optimális irányítás elméletében ismert Pontrjagin-kritérium segítségével lehet meghatározni. A két pontot összekötő legrövidebb extrémális görbék meghatároznak egy metrikus teret a sokaságon. A sub-Finsler metrikák speciális szerkezetű Finsler metrikákká terjeszthetők ki. A szub-Finsler metrika extrémális görbéi csak speciális esetben esnek egybe a kiterjesztett Finsler metrika geodetikusaival.

Kutatási célok:

A tervezett kutatásban példákat kívánunk kidolgozni olyan szub-Finsler sokaságokra, amelyben a kiterjesztett Finsler metrika invariánsainak segítségével becsléseket tudunk megadni az olyan pontpárok távolságára, melyek nem köthetők össze a kiterjesztett Finsler metrika geodetikusaival.

Ehrhart polinomok gyökei
(The roots of Ehrhart polynomials)

Témavezető: Hegedűs Gábor

A kutatási téma leírása:

A.M. Kasprzykkal közös munkánkban sikerült bebizonyítani Golybshev sima politópokra vonatkozó sejtését: minden legfeljebb 5 dimenziós sima politóp Ehrhart polinomjának a gyökeinek a valós része $-1/2$. Ez a munkánk a rácspolitópok felszínének Ehrhart polinomok segítségével történő kiszámításán alapult, amelyet reflexív és sima politópokra is alkalmaztunk. A megközelítésünk teljesen elemi de rendkívül számolásigényes, ezért erre a PhD témára a Maple vagy a MATLAB programozásában járatos jelentkezőket várunk.

Kutatási célok:

A legfontosabb célunk ebben a kutatásban: Golybshev sejtését szeretnénk általánosítani. A reflexív politópokat az Ehrhart polinomjuk gyökei segítségével szeretnénk osztályozni és jobban megérteni.

Irodalom:

- [1] Hegedűs, Gábor, and Alexander M. Kasprzyk. "Roots of Ehrhart polynomials of smooth Fano polytopes." *Discrete and Computational Geometry* 46, no. 3 (2011): 488-499.
- [2] Hegedűs, Gábor, and Alexander M. Kasprzyk. "The boundary volume of a lattice polytope." *Bulletin of the Australian Mathematical Society* 85.01 (2011): 84-104.
- [3] Matthias Beck és Sinai Robins, *Computing the continuous discretely, Integer-point enumeration in polyhedra*. Undergraduate Texts in Mathematics, Springer, New York, 2007

Intervallum felezés és numerikus- analitikus technikák alkalmazása nemlineáris peremérték feladatok esetén

Témavezető: Rontó Miklós

A kutatási téma leírása:

Az utóbbi években a nemlineáris peremérték feladatok vizsgálatára kidolgozott un. sorozatos közelítésen alapuló numerikus-analitikus módszerek alkalmazása során fontos kérdés hogyan lehet a konvergencia elégséges feltételeit gyengíteni. Ez a feltétel lényegesen függ az intervallum hosszától és a differenciálegyenlet jobb oldalán szereplő függvény Lipschitz konstansától (mátrixától).

Ismert, hogy kezdeti érték feladatokra a különböző numerikus módszerek konvergenciája az intervallum megfelelő lépésközzel való felosztásával érhető el. Ezt az alap gondolatot felhasználják peremérték feladatok esetén az ismert shooting-módszerben is, amikor kezdeti-érték feladatok sorozatos numerikus megoldására vezethető vissza a peremérték feladat.

Azonban, analitikus illetve numerikus-analitikus módszerek alkalmazása során az intervallum felosztás nem ismert, de segítségével gyengíthetők lennének a konvergencia feltételei.

Kutatási célok:

Megalapozni az intervallum felezés lehetőségét a sorozatos közelítésen alapuló numerikus- analitikus módszer alkalmazása során általános alakú nemlineáris peremérték feladatok esetén .

Bebizonyítani, hogy ezzel az eljárással kétszeresére lehet javítani a konvergencia feltételt, hasonlóképpen mint periodikus peremérték feladatok esetén.

Irodalom:

- [1] A. Ronto and M. Ronto, "Periodic successive approximations and interval halving," *Miskolc Mathematical Notes*, vol. 13 , no. 2, 2012, pp. 459-482,
- [2] M. Rontó and A. M. Samoilenko, *Numerical–analytic methods in theory of boundary–value problems*. World Scientific, Singapore, 2000.
- [3] A. Ronto, M. Ronto M. and N. Shchobak, *Constructive analysis of periodic solutions with interval halving*, *Boundary Value problems* 2013, DOI:10.1186/1687-2770-2013-57.
- [4] A. Rontó and M. Rontó, "Successive Approximation Techniques in Non- Linear Boundary Value Problems for Ordinary Differential Equations," in *Handbook of Differential Equations, Ordinary Differential Equations.*, F. Batelli and M. Feckan, Eds., vol. 4, Elsevier B.V., 2008, pp. 441- 592.

Sorozatos közelítésen alapuló numerikus –analitikus módszerek polinomos változatának kidolgozása egyes nemlineáris peremérték feladatokra

Témavezető: Rontó Miklós

A kutatási téma leírása:

A nemlineáris közönséges differenciálegyenletekhez rendelt különböző típusú peremérték feladatok vizsgálata iránt igen nagy érdeklődést mutatnak mind a matematikusok, mind a mérnökök. Az utóbbi években kidolgozott ún. sorozatos közelítésen alapuló numerikus-analitikus módszerek, az ismert eljárásokkal ellentétben, lehetőséget adnak a peremérték feladatok két legfontosabb problémájának – a megoldás egzisztenciájának, illetve közelítő meghatározásának egyidejű vizsgálatára.

Az eddigi kutatásokban aránylag kevés figyelmet fordítottak a magasabb rendű közelítések gyakorlati meghatározására illetve felhasználására az egzisztencia vizsgálatok során.

Ebben a témakörben hiánypótló lenne a kutatások során a megfelelő interpolációs polinomok felhasználása.

Kutatási célok:

Sorozatos polinomos közelítésen alapuló új numerikus- analitikus módszerek kidolgozása általános alakú nemlineáris peremérték feladatokra. A megfelelő interpolációs polinom megválasztása. Az egyenletes konvergencia bizonyítása. A közelítő megoldás hibabecslése.

Egzisztencia vizsgálat. Szimbolikus számítások.

Irodalom:

- [1] A. Ronto *et al.*, *Numerical-analytic technique for investigation of solutions of some nonlinear equations with Dirichlet conditions, Boundary value problems.* 2011, DOI>10.1186/1687-2770-2011-58
- [2] M. Rontó and A. M. Samoilenko, *Numerical–analytic methods in theory of boundary–value problems.* World Scientific, Singapore, 2000.
- [3] M. Ronto and A. Galántai, “A computational modification of the numerical-analytic method for periodic BVPs,” *Nonlinear Oscillations*, vol. 2, no. 1 1999, pp. 109–114.
- [4] A. Rontó and M. Rontó, “Successive Approximation Techniques in Non- Linear Boundary Value Problems for Ordinary Differential Equations,” in *Handbook of Differential Equations, Ordinary Differential Equations.* F. Batelli and M. Feckan, Eds., vol. 4, Elsevier B.V., 2008, pp. 441- 592.

Ellipszis, illetve parabola alakú ívek stabilitásvizsgálata

Témavezető: Szeidl György

A kutatási téma leírása:

A lapos ellipszis illetve parabola alakú ívek gyakran fordulnak elő a mérnöki alkalmazásokban. Konzervatív terhelés (pl. a szerkezet szimmetria tengelyén működő állandó iránytartó teher) esetén vezesse le geometriai nemlinearitás feltételezése és különböző kinematikai modellek mellett a szerkezet viselkedését leíró egyenleteket, a kritikus teher értékét, a szerkezet stabilitás vesztes utáni viselkedését. Vizsgálja meg, hogy mi történik, ha nem lapos a szerkezet. A számítások félanalitikus modellel, illetve végeelem modellel végezhetők, ezeket is dolgozza ki.

Kutatási célok:

Irodalom:

- [1] V. V. Bolotin, *Dynamic Stability of Elastic Systems*. Holden Day, San Francisco, 1964.
- [2] N. A. Alfutov, *Stability of Elastic Structures*. Springer, 1999.
- [3] C. J. Guo *et al.*, “In-plane elastic stability of fixed parabolic shallow arches,” *Science in China Series E: Technological Sciences*, vol. 52, no. 3, 2009, pp.596–602.
- [4] J. Cai and J. Feng, “Buckling of parabolic shallow arches when support stiffens under compression,” *Mechanics Research Communications*, vol. 37, 2010, pp. 467–471.
- [5] P. R. Calhoun and D. A. DaDeppo, “Nonlinear finite element analysis of clamped arches,” *J. Struct. Eng.*, vol. 109, 1983, pp. 599–612.