



36. ORSZÁGOS  
TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI  
KONFERENCIA 2023



Informatikatudományi  
Szekció

# KIVONATOS ÉS PROGRAMFÜZET



SAPIENTIA  
ERDÉLYI MAGYAR  
TUDOMÁNYEGYETEM  
Marosvásárhelyi Kar

36. OTDK Informatika Tudományi Szekció  
Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar

2023. április 16–19.

Szerkesztette: Gödri Csilla

A kötet összeállításában közreműködött: Barabás Blanka, Biró Enikő, Domokos József,  
Fazakas Noémi, Sárosi-Márdirosz Krisztina, Suba Réka, Ungvári Zsuzsi

Kiadta a Scientia Kiadó, a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem kiadója 2023-ban  
Felelős kiadó: dr. Sorbán Angella, igazgató

ISBN 978-606-975-078-0

# Tartalomjegyzék

**04** Szervezőbizottság

**05** Rektori köszöntő

**06** Előszó

**07** A konferencia programja

**08** Tagozatok

**09** Résztvevő intézmények

**10** Gyémánt fokozatú támogatók

**15** Roska Tamás Tudományos Előadás

**17** Kivonatok

**18** Hálózatok tagozat

**27** Jelfeldolgozás és beágyazott rendszerek tagozat

**37** Képfeldolgozás tagozat

**47** Mesterséges intelligencia 1 tagozat

**56** Modellezés és szimuláció tagozat

**66** Számítógépes látás tagozat

**76** Algoritmusok tagozat

**85** Matematikai módszerek tagozat

**95** Mesterséges intelligencia 2 tagozat

**105** Mesterséges intelligencia 3 tagozat

**115** Szoftveralkalmazások 1 tagozat

**124** Formális módszerek tagozat

**132** Képfeldolgozás és számítógépes grafika tagozat

**143** Mesterséges intelligencia 4 tagozat

**153** Mesterséges intelligencia 5 tagozat

**163** Szoftveralkalmazások 2 tagozat



# A 36. OTDK Informatikatudományi Szekciójának szervezőbizottsága

Ügyvezető elnök: dr. Domokos József egyetemi docens, dékán

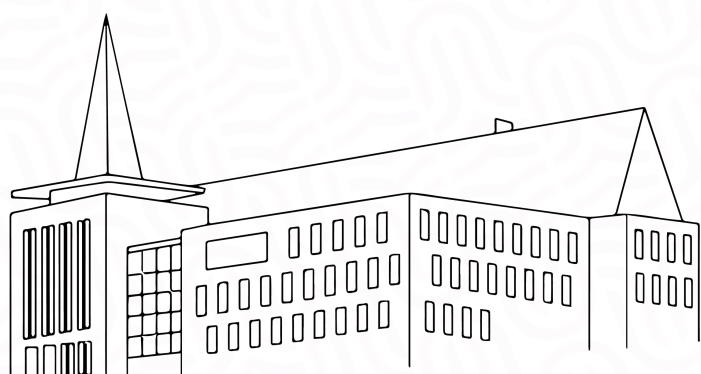
Ügyvezető társelnök: dr. Kátai Zoltán egyetemi docens,  
a Matematika-Informatika Tanszék vezetője

Ügyvezető titkár: dr. Papp Sándor egyetemi adjunktus, kari TDT-elnök

Hallgatói képviselő: Osztaián Pálma Rozália PhD-hallgató

Helyettes hallgatói képviselő: Olteán-Péter Boróka PhD-hallgató

Szekció e-mail-címe: [otdk2023@ms.sapientia.ro](mailto:otdk2023@ms.sapientia.ro)



# REKTORI KÖSZÖNTŐ

A Sapiientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem vezetősége nevében tisztelettel köszöntöm Önöket a 36. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Informatikatudományi Szekciójában! Külön köszöntöm a versenyző hallgatókat, akik számára ez az esemény kiváló lehetőséget nyújt, hogy megmutassák tudásukat és ötleteiket a szakma széles körű közössége előtt.

Az informatikatudományi terület napról napra fejlődik, és az új technológiák és alkalmazások megjelenése olyan lehetőségeket kínál, amelyek korábban elképzelhetetlenek voltak. Az innovatív megoldásokkal és az együttműködésen alapuló megközelítéssel a diákok különösen fontos szerepet játszanak ezen a dinamikusan változó területen. Kutatások és projektek széles skálájával találkozhatunk a konferencia keretében, és külön megtiszteltetés számunkra, hogy egy ilyen fontosságú megmérettetésnek adhat otthont egyetemünk, az informatikatudomány központjává varázsolva Marosvásárhelyet néhány napra.

Ezúton szeretném megköszönni mindenkinek, aki a konferencia szervezéséhez és lebonyolításához hozzájárult. Köszönöm a résztvevőknek, hogy eljöttek, hogy megosztják velünk az eredményeiket, és hogy a tudományos munkájukkal segítenek előrevinni az informatika területét.

Kívánok mindenkinek egy kellemes és sikeres konferenciát!

**dr. Tonk Márton egyetemi tanár,**  
a Sapiientia EMTE rektora



# BEMUTATKOZUNK

## A Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetemről

A 2001-ben alakult Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem célja a versenyképes, minőségi oktatás és kutatás biztosítása, az erdélyi magyar oktatási hagyományainak folytatása, valamint a tudomány magas színvonalon történő művelése. Az egyetem jelenleg négy városban nyújt magyar nyelvű oktatást: Csíkszeredában, Kolozsváron, Marosvásárhelyen és Sepsiszentgyörgyön – a négy, sajátos jelleggel rendelkező oktatási helyszín egységes egyetemi szerkezetet alkot. Összesen 32 alapképzésen és 13 mesterképzésen hirdet tandíjmentes és költség-hozzájárulásos helyeket a társadalomtudományok, humántudományok, művészet, műszaki- és agrártudományok, matematika és természettudományok területén biztosítva magyar nyelvű továbbtanulási lehetőséget.

A szekciónak otthont adó Marosvásárhelyi Kar öt szakcsoportra osztva várja az anyanyelven továbbtanulni vágyókat a Székelyföld kapujában, Bolyaiék városában. A műszaki, humán, valamint kertész- és tájépítésmérnöki szakcsoportok hallgatói jól felszerelt környezetben tanulhatnak. A fiatalos és diákközpontú, kiscsoportos oktatás mellett pezsgő diákélet, menza és kollégium is várja a diákokat a kampuszon.



# A konferencia programja

## Április 17., hétfő

8:00–9:00 Reggeli

8:15–8:45 Reggeli kocogás (campus mögötti erdő)

9:00–10:00 Regisztráció

10:00–12:00 Ünnepeélyes megnyitó

12:00–14:00 Ebéd

13:30–14:00 Zsúri előkészítő ülése

14:00–17:00 Tagozati ülések

18:00–19:00 AlgoRythmics.

A Maros Művészegyüttes előadása

19:00 Vacsora

20:00 Foci (műfüves focipálya)

## Április 18., kedd

8:00–9:00 Reggeli

8:15–8:45 Reggeli kocogás (Campus mögötti erdő)

8:30–9:00 Zsúri előkészítő ülése

9:00–12:00 Tagozati ülések

12:00–14:00 Ebéd

13:30–14:00 Zsúri előkészítő ülése

14:00–17:00 Tagozati ülések

17:00–19:00 Főzsúri ülése

17:00–19:00 Ipari partnerek, szponzorok bemutatkozása

19:00 Vacsora

## Április 19., szerda

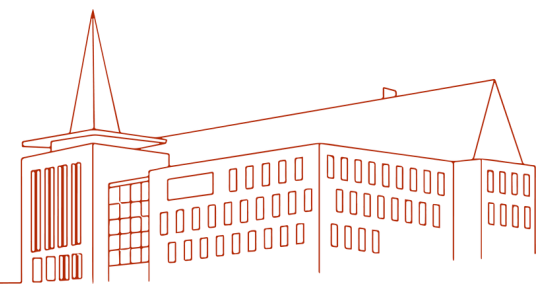
8:00–9:00 Reggeli

9:00–11:00 Díjátadó ünnepség

teljes  
program:



<https://ms.sapientia.ro/otdk2023/hu/program>



# Tagozatok

## Hétfő délutáni tagozatok

- Hálózatok
- Jelfeldolgozás és beágyazott rendszerek
- Képfeldolgozás
- Mesterséges intelligencia 1
- Modellezés és szimuláció
- Számítógépes látás

## Kedd délelőtti tagozatok

- Algoritmusok
- Matematikai módszerek
- Mesterséges intelligencia 2
- Mesterséges intelligencia 3
- Szoftveralkalmazások 1

## Kedd délutáni tagozatok

- Formális módszerek
- Képfeldolgozás és számítógépes grafika
- Mesterséges intelligencia 4
- Mesterséges intelligencia 5
- Szoftveralkalmazások 2

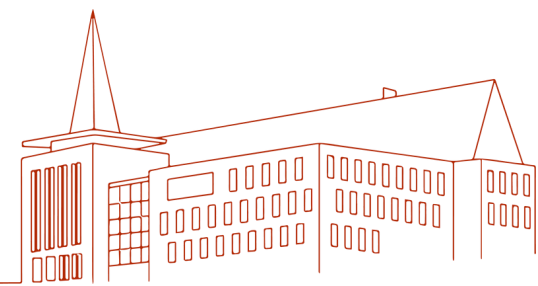
Tagozatok  
programja:



<https://ms.sapientia.ro/otdk2023/hu/tagozatok>

# Részvevő intézmények

- Babeş-Bolyai Tudományegyetem (BBTE)
- Budapesti Corvinus Egyetem (BCE)
- Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME)
- Debreceni Egyetem (DE)
- Dunaújvárosi Egyetem (DUE)
- Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE)
- Eszterházy Károly Katolikus Egyetem (EKKE)
- Kolozsvári Műszaki Egyetem (KME)
- Miskolci Egyetem (ME)
- Neumann János Egyetem (NJE)
- Óbudai Egyetem (OE)
- Pannon Egyetem (PE)
- Pázmány Péter Katolikus Egyetem (PPKE)
- Pécsi Tudományegyetem (PTE)
- Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem (EMTE)
- Széchenyi István Egyetem (SZE)
- Szegedi Tudományegyetem (SZTE)



# GYÉMÁNT FOKOZATÚ TÁMOGATÓK





# BOSCH

Életre tervezve

A Budapesti Fejlesztési Központ, a Bosch csoport egyik legjelentősebb gépjárműelektronikai kutató-, fejlesztő- és tesztközpontja, fontos szerepet játszik az automatizált- és az elektromos mobilitás fejlesztésében. Ma mintegy 3000 szakember – programozók, villamosmérnökök, gépészmérnökök, fizikusok – formálja a jövőt, azon belül is a mobilitás jövőjét. A központban számos elektronikus járművezérlő rendszer és mechanikai alkatrész fejlesztését végzik. Ilyenek például az ABS, ESP, légzsák, motorvezérlő és automata parkolási rendszerek, valamint az elektromos meghajtás rendszerek és az elektromos motorok. Fejlesztési területei közé tartoznak még a műszerfalak és a vezetéstámogató rendszerek, amely utóbbiak utat nyitnak az önjáró autók megalkotása felé.

Vezető IoT-vállalatként a jövő technológiáit formáljuk, innovatív megoldásokat kínálunk intelligens otthonokhoz, intelligens városokhoz, a hálózatba kapcsolt mobilitáshoz és gyártáshoz.

A magyarországi Bosch csoport hosszú évek óta hazánk legvonzóbb munkáltatói közé tartozik, és a nemzetközi cégcsoport stratégiaileg kiemelt helyszíne. Hisszük, hogy jó ötletek bárhol születhetnek.



A Codespring| Softech a legnagyobb erdélyi magyar szoftverfejlesztő cég. Ügyfeleinknek 25 éve nyújtunk komplex, teljeskörű szoftverfejlesztési szolgáltatásokat. Kollégáinkkal és üzleti partnereinkkel hosszútávú együttműködést építettünk ki.

Cégünk organikusan növekszik és fejlődik. Csapatunk jelenleg 170 főt számlál; Kolozsváron, Székelyudvarhelyen és Marosvásárhelyen van irodánk. Fontosnak tartjuk a tanulást, az értékteremtést és annak megőrzését, a csapatmunkát, ugyanakkor örömmel állunk a lehetetlennek tűnő technikai kihívások elé.

Munkánk többek között hozzájárul a Bosch, a Graphisoft, a Serinus, a Trimble és az Electrolux sikeréhez.

Büszkék vagyunk a mentorprogramunkra, amellyel aktívan hozzájárulunk az erdélyi magyar egyetemi informatikus képzéshez. A Codespring Mentorprogramban 12 év alatt 395 diáknak biztosítottunk az egyetemi tanulmányokat kiegészítő képzést, valamint szakmai irányítást nyújtunk államvizsga-dolgozataik, TDK-kutatásaik és IEEE-publikációik elkészítésében. Az utóbbi években alkalmazott munkatársaink többségével a mentorprogram során kezdtük meg az együttműködést.

# NOKIA

Nokia: világunkat összekötő technológiákat alkotunk

A Nokia az összekapcsolt világunk ütőerét alkotó technológiák újításában élen járó globális vállalat. A Nokia Bell Labs kutatási-fejlesztési részlegének támogatását élvezve az iparág legszélesebb és legteljesebb termék-, szolgáltatás- és licencválasztékát kínáljuk ügyfeleink részére, akik között szolgáltatócégek, kormányzatok, nagyvállalatok és fogyasztók is megtalálhatók. Az 5G és az „Internet of Things” technológiák használatát lehetővé tévő infrastruktúráktól kezdve a virtuális valóságot és a digitális egészségmegőrzést támogató újszerű alkalmazásokig a technológia jövőjét formálva alakítjuk át az emberek élményét. A Nokia budapesti irodájában közel 1400 fős kutatás-fejlesztési csapat dolgozik a kommunikációt új szintre emelő legújabb felhő alapú 5G hálózati szoftvereken, mesterséges intelligencia és 6G kutatásokon.

# s:)nrisa

Sonrisa: digitális szoftvermegoldások vállalkozása számára

Közép-európai szoftvercég vagyunk: 8 irodát működtetünk 4 országban (Magyarország, Románia, Szerbia, USA). Célunk, hogy több mint 16 éves tapasztalatunkat felhasználva ügyfeleink igényeihez szabott, teljeskörű és korszerű szoftvermegoldásokat nyújtsunk. Személyes szakemberek közösségét alkotjuk, akik a legújabb technológiák alkalmazását részesítik előnyben. Kollegáink számára a folyamatos szakmai fejlődés nem csak lehetőség, hanem elvárás is, és mindezzel nagy mértékben hozzájárulunk ügyfeleink digitális átalakulásukhoz.

Ügyfélkörünk globális: különböző háttérrel rendelkeznek, és számos iparágat képviselnek, például a szoftvermegoldások, az egészségügy, az utazás, a légi közlekedés, a szállítás, a banki szolgáltatások területét.

Büszkék vagyunk arra, hogy hozzájárulhatunk a helyi IT-szektor növekedéséhez. Törődni akarunk a közösségünkkel, befektetni abba, és ez az egyik fő oka annak, hogy úgy döntöttünk, támogatjuk a helyi tehetségeket és egyetemeket.

#happyengineering

# Roska Tamás Tudományos Előadás



## „Énekeljete az elmétekkel”

A „Roska Tamás Tudományos Előadás” bevezetéseként próbáljuk meg felidézni, ki volt ő, mire tanít életpéldája?

Nem véletlen, hogy ezt a rangos díjat Roska Tamásról nevezték el.

Roska Tamás Széchenyi- és Bolyai-díjas akadémikus, professzor, a celluláris hullámszámítógép architektúrájának megalkotója, a Pázmány Péter Katolikus Egyetem Információs Technológiai és Bionikai Karának alapító dékánja, a hazai bionikai képzés megteremtője. Tudományos tevékenységét számtalan hazai és nemzetközi díjjal ismerték el.

A száraz adatok ugyanakkor nem adják vissza az embert, a tudóst, aki fiatalok generációit indította el a világszínvonalú kutatómunka felé.

Tudós és kutató volt a szó teljes értelmében, s erre a „szellemi kalandra” hívta tanítványait, munkatársait. „Valami egészen új kell!” – vallotta mindig. Fontosnak tartotta ugyanakkor, hogy a teljes emberhez forduljon – a minőségi, a „legkiválóbb amerikaival, indiaival és kínaival is versenyző”, kitartó munka mellett az igazi erkölcsi hozzáállást is próbálta élővé tenni. Meggyőződése volt, hogy az ember megértéséhez az „igaz” három különböző dimenzióját együtt szemlélve kerülhetünk közelebb. „Hajlamosak vagyunk a mai korban azt hinni, hogy csak az az igaz, amit a természettudományok megmutatnak. Úgy gondolom, hogy nem. Ha meghallgatjuk Mozart Requiemjét, akkor tudjuk, hogy ez igaz. Vagy, ha elolvasunk egy Arany- verset, vagy ránézünk egy Munkácsy-képre, akkor tudjuk, hogy ez igaz. Vagy, ha látunk valakit, aki a családját nemes értékekre neveli, akkor tudjuk, hogy igaz.”

Hite, lelkesedése, a segítőtársakra is, akiket hívott, villámgyorsan átragadt. Megérintette őket alázatos, önzetlen munkája, elkötelezettsége, s a teljes bizalom, amivel felénk fordult. Mély emberséggel megélt szolgálatával az egyetemes tudományt és mindenkit, aki találkozott vele, személyesen is gazdagított élete során.



# Roska Tamás Tudományos Előadás

Mindig meglátta a lehetőséget a fiatal tehetségekben és teret adott nekik, hogy kibontakoztathassák a bennük rejlő képességeket.

Fontosnak tartotta, hogy „olyan kutató legyen, akinek kaland egy új minőség létrehozása”. „Közben bent van az ember a világ élvonalának a történeteiben.” Sosem a saját, önös érdekei mozgatták – a tudomány, és egy erkölcsi alapokon nyugvó, az embert szolgáló új társadalom építésén dolgozott.

Saját szakmai területén messze túlmutató tevékenysége legyen inspiráció és példakép az Önök számára, akik a jövő tudósai! Ebben a szellemben hallgassuk üzenetét:

„Ti vagytok családoknak és a nagy közösségnek, ennek a nemzetnek a reménységei. Itt ülnek köztetek a jövő sikeres kutatói, feltalálói, tanárai, felelős vezetői. A család, a tudás, az igazi művészet és a nemes erkölcsi értékek megbecsülése és támogatása a ti boldogulásotok és az ország felemelkedésének sarkköve. Sokan küzdünk ezért az értékrendért, és bár nem tudjuk mindig elég hitelesen felmutatni, de az értékek tisztelete kötelez bennünket. ... A fenti értékekre épül a XXI. század új gazdasága, a koncepció vezérelte gazdaság. A sikeres szakemberek felkészülésében, a szakmai ismeretek mellett a klasszikus értékek mentén található humán műveltségnek, az irodalomnak, a zenének, a képzőművészetnek ugyancsak fontos szerepe van. Csodálatos élmény e két világ összekapcsolása. Mindezt egy szép Szent Pál-i hasonlattal kifejezve: énekeljétek az elmétekkel! ... Kívánom, hogy sikerüljön nektek. A marsallbot a zsebetekben van.”

**A 36. OTDK Informatikatudományi Szekciójában a Roska Tamás Tudományos Előadást **Bálint Csaba**, az ELTE doktorandusza tartja, előadásának címe: **Poligonok pontos előjeles távolságfüggvénye.****



# KIVONATOK\*



\*előadói sorrendben

# Hálózatok tagozat

Április 17., hétfő, 14 óra

## Zsűritagok:

Dr. Kertész Attila, SZTE – zsűrielnök

Dr. Szabó László Zsolt, RO-EMTE

Dr. Polgár Zsolt Alfréd, RO-KME



## **AL-ZAIDI MOHANAD ABDULAMEER ALI**

mohanadiraqid@gmail.com  
Computer Science Engineering  
MSc, 4. félév

Debreceni Egyetem  
Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Gál Zoltán  
egyetemi docens, DE IK*

### **Virtuális gerinchálózati technikák elemzése a Tárgyak Internete területén**

A Tárgyak Internete (IoT) lehetővé teszi, hogy objektumok bármihez, bárhol és bármikor kapcsolódjanak. Mivel egyre több csomópont létezik, óriási mennyiségű adat keletkezik, ami további hálózati erőforrások és berendezések telepítését teszi szükségessé. Az ilyen IoT-rendszerek zökkenőmentes működése és beépítése számos technológiai kihívás elé néz. A virtualizáció olyan szoftvertechnológia, amely logikailag különíti el az IKT-rendszerek mögöttes hardverösszetevőit. Hálózati környezetben ez elválasztja egymástól a döntéshozatal és a csomagtovábbítás funkciókat, hatékonyabbá téve ezáltal a kommunikációs erőforrások felhasználását.

A felhasználók hatékonyabb végponttól-végpontig típusú szolgáltatásai érdekében az adatsík, a vezérlési sík és a menedzsment sík funkciói elválnak egymástól. A vezérlési síkban erős és optimalizált algoritmusokat alkalmaznak a gerinchálózaton belüli kommunikációs erőforrások ütemezésére. Az SDN (Software Defined Network) és az NFV (Network Function Virtualization) virtualizációs technikákat leginkább az OpenFlow szabványos vezérlőprotokollra épülve alkalmazzák.

Valós esethelyzeteket szimuláló modellt teszteltünk a gyakorlatban. A használt szoftvereszközök a következők voltak: i) VirtualBox több virtuális gép létrehozásához és összekapcsolásához; ii) GNS3 virtuális hálózati topológiák létrehozására virtuális hálózati eszközökön működő valós hálózati operációs rendszerek használatával; iii) OpenDayLight és Open Flow Manager szoftvereszközök az SDN virtualizációs megoldás biztosításához; iv) Wireshark az SDN vezérlő és a GNS3 szoftveren belüli hálózati eszközök közötti forgalom kivonására; v) Saját fejlesztésű Python-szkriptek a rögzített forgalom elemzéséhez.

Kipróbáltam a hálózati eszközök vezérlési és továbbítási funkciói szétválasztásának ötletét. A projektben elvégzett tesztek és elemzések eredményei valódi nagyszabású megoldások megvalósítása során is figyelembe vehetők. A munka mindegyik lépésében saját mennyiségi grafikonokat generáltam. Mivel a modellezés célja a valós környezet egyszerűsítése, vagy minták beszerzése és a rendszer viselkedésének vizsgálata, a jelen projektben végzett elemzés hatékonyan alkalmazható valós környezetben, és a konkrét produkciós rendszerek számára tovább is fejleszthető.

## FRAKNÓI ÁDÁM

fraknoiadam@gmail.com

Matematikus

MSc, 1. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

Témavezetők:

Dr. Rétvári Gábor  
tudományos főmunkatárs, BME VIK

Dr. Vass Balázs  
egyetemi tanársegéd, BME VIK

Dr. Bérczi-Kovács Erika  
egyetemi adjunktus, ELTE TTK

## Adatcsomag-továbbító programok beágyazása programozható céleszközökre: elmélet, algoritmusok és kiértékelés

A korábban gyártott tradicionális switchek előre meghatározott funkciókkal rendelkeztek, aminek a hátránya az volt, hogy erősen kötött volt a viselkedésük, így a viselkedésüket néha csak lecserélésük által lehetett módosítani. Ezt a problémát orvosolva jelentek meg az úgynevezett programozható switchek, amelyeknél a kívánt viselkedéseket egy úgynevezett P4 programnyelvben fogalmazhatjuk meg, melyet egy fordítóprogram a programozható switchünkre lefordít.

Nagy mennyiségben gyártásban lévő programozható switch az RMT (Reconfigurable Match Tables) architektúrájú Intel Tofino switch. Az RMT architektúrának van azonban néhány problémája, amelyeket egy új, úgynevezett dRMT architektúra kifejlesztésével próbáltak orvosolni [1], habár gyártásba eddig még nem került. A dolgozatomban a dRMT architektúráját járom körbe.

A fordítandó programkód reprezentálható egy körmentes irányított gráffal, amelyet be szeretnénk ágyazni a switch erőforrásaira úgy, hogy a switch egységnyi idő alatt minél több adatcsomag továbbítására legyen képes. Ezt a feladatot matematikailag is modellezhetjük, melyeknek meghatározhatjuk a bonyolultságát, illetve közelítő algoritmusokat adhatunk meg. A dolgozatomban azt vizsgálom, hogy a gráfbeágyazások különböző feltételek mellett milyen hatékonyan végezhetők el elméletben és gyakorlatban.

Beláttam, hogy ezen gráfbeágyazási feladat már egyszerűsített formájában is NP-nehéz, így az optimumot polinomiális időben meghatározni reménytelen. Megadtam viszont egy konstans közelítő mohó algoritmust, melyet implementálva lényegesen jobb eredményeket kaptam, mint az [1]<sup>1</sup> cikkben szereplő közelítő heurisztikák. Ezen kívül több eredményt is megmutattam a különböző modellekre, továbbá alaposabban összehasonlítottam különböző ILP felírások futási idejét és az általuk kapott megoldásokat.

Eredményeink egyrészt hozzájárulhatnak létező P4 fordítók teljesítményének növekedéséhez, ami kritikus pontja ennek a problémakörnek, másrészt szerepet játszhat a jövőbeli hardvertervezéseknél, hogy mely megkötések okoznak nehézséget, és melyek nem.

---

<sup>1</sup> [1] Sharad Chole, Andy Fingerhut, Sha Ma, Anirudh Sivaraman, Shay Vargaftik, Alon Berger, Gal Mendelson, Mohammad Alizadeh, Shang-Tse Chuang, Isaac Keslassy, et al. dRMT: Disaggregated Programmable Switching. In Proceedings of the Conference of the ACM Special Interest Group on Data Communication, pages 1–14, 2017

## **KECSKEMÉTI KÁROLY**

*cgsmf@inf.elte.hu*

programtervező informatikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Györgyi Csaba*

*doktorandusz, ELTE IK*

*Dr. Laki Sándor*

*egyetemi adjunktus, ELTE IK*

## **In-network biztonsági alkalmazások fejlesztésének egyszerűsítése**

### **P4RROT segítségével**

A számítógépes hálózatok az elmúlt időben kulcsfontosságú infrastruktúrájává váltak az üzleti világnak. Ebből következően a hálózatok biztonságának megteremtése alapvető érdekké vált majdnem mindenki számára.

Az in-network computing és az új, nagyteljesítményű programozható hálózati eszközök megjelenésének köszönhetően lehetőség nyílt teljesen újszerű, innovatív biztonsági megoldások létrehozására.

Habár az új megoldások elgondolásai sokszor egyszerűek, a megvalósításuk P4-ben, a hálózati eszközök programozására szolgáló terület specifikus nyelvén korántsem egyszerű a bőséges tapasztalattal nem rendelkezők számára. Ennek a kiküszöbölésére gyakran probléma-specifikus kódgenerátorok állnak rendelkezésre.

A létező in-network segédeszközök csak egy-egy konkrét részprobléma megoldására alkalmasak, és nem általános célúak. Ebben a dolgozatban azt mutatom meg, hogy a P4RROT, egy nyílt forráskódú P4 kódgenerátor segítségével hogyan egyszerűsíthető le jelentősen az in-network biztonsági alkalmazások fejlesztése.

A használhatóságának a demonstrálása végett reprodukáltam három P4-alapú biztonsági mechanizmust. Az implementáció során új primitívekkel egészítettem ki a P4RROT-ot, ahol ez szükséges volt, illetve a támogatott eszközök közé beemeltem az Intel Tofino ASIC-eket. Kontribúcióim nyílt forráskódú licenccel hozzáférhetők a P4RROT projekt github oldalán.

**KISS-IMRE DALMA***imre.dalma99@gmail.com*

Programtervező Informatikus

BSc, 6. félév

Debreceni Egyetem

Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Tornai Róbert**egyetemi adjunktus, DE IK***Adatátviteli technikák az FMFT szoftverben**

Kutatómunkám során egy nagy sebességű fájlátviteli rendszer kifejlesztése volt a célom, mely képes gyors és stabil átvitelt biztosítani zsúfolt hálózatokon is. Az elkészült FMFT (Fast Manager of File Transfer) szoftver egy kliens-szerver programpár.

Dolgozatomban a szoftver elkészítéséhez használt technikákat fogom részletesen tárgyalni. Felsorolom a már létező fájlátviteli lehetőségeket, melyeket alaposan teszteltem is. Részletezem az ezek közti különbségeket, előnyeiket és hátrányaikat. Végül ismertetem a saját megoldásomat, melyben felhasználtam a szakirodalomban ismertetett algoritmusok pozitív tulajdonságait. Célom, hogy a lehető legtöbb platformon lehetővé tegyem a fájlátvitelt, így nagy figyelmet fordítottam a WebAssembly-re, melynek segítségével webböngészőből is használhatóvá lehet tenni a kliens-programot. A megbízhatóság növelése érdekében CRC-vizsgálattal bővítettem a küldött és érkező csomagok kezelését. A stabil sebesség eléréséhez többféle csomag ütemezési megoldást teszteltem, így a hálózat kihasználása is javult az elveszett csomagszám csökkenése mellett. Ezeken felül nagy hangsúlyt kapott a küldött csomagok titkosítása a biztonság növelése érdekében. Továbbá a feladatok párhuzamosításával javult az elkészített programok gyorsasága.

Fejlesztésem eredményeképp végezetül elkészült egy nagy sebességű fájlátviteli rendszer UDP alapokon, melyben két panel segítségével a szokott módon tudunk egy szerver és a hozzá kapcsolódó kliensek között állományokat másolni. A felhasznált Qt keretrendszernek köszönhetően számos platformon (pl. Windows, Linux, macOS, Android, iOS) elérhető mind a szerver-, mind a kliens-program. Továbbfejlesztési lehetőségként a csomagok egyenkénti védelme helyett az egész kapcsolat titkosítását fogom megvalósítani például DTLS használatával.

## LIMPEK MÁRTON BERTALAN

*marton.limpek@gmail.com*

Villamosmérnöki szak

MSc, 2. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Nagy Lajos*

*egyetemi docens, BME VIK*

### **Beltéri mobil rádióhálózatok optimalizálása**

A telekommunikációs szektorban napjaink legnagyobb technológiai újdonsága az ötödik generációs (5G) mobilhálózatok. Ezen hálózatok mind maghálózati, mind a rádiós hozzáférési hálózatban különböznek a korábbi generációs mobilhálózatoktól. Tervezés során ezeket az eltéréseket szükséges figyelembe venni. A mobil rádióhálózatok fejlődésével a pikocellák kialakítása különösen fontos kutatási és rádióhálózat-tervezési feladat. A TDK-dolgozatban a mobilhálózatok – különösen ötödik generációs mobilhálózatok – rádiós hozzáférési hálózatának tervezésével foglalkozom, beltéri környezetben.

A dolgozatban bemutatásra és összehasonlításra kerülnek a második, harmadik, negyedik és ötödik generációs mobil rádiós hozzáférési hálózatok teljesítménymérleg- és dimenzionálás-számításai. Egy ilyen hálózat tervezésekor célszerű első lépésként ezen számításokat elvégezni.

Ezek után a legfontosabb empirikus és félempirikus beltéri hullámterjedési modelleket (Motley-Keenan modell, egyszeres meredekségű modell [One Slope Model], kettős meredekségű modell [Dual Slope Model], lineáris csillapítású modell [Linear Attenuation Model], particionált modell [Partitioned Model], ITU [ITU-R P.1238 Indoor Model] modell) összevetem a determinisztikus sugárútkeresés-alapú terjedési modellel a 700MHz-4GHz frekvenciasávban. Az elméleti vizsgálatok mérésekkel kerülnek alátámasztásra. A vizsgálatok alapján a cél javaslatot tenni félempirikus beltéri hullámterjedési modell alkalmazására a 3.6GHz-es frekvenciasávban.

Tanulmányozásra kerül továbbá a Genetikus Algoritmuson alapuló optimalizálás alkalmazhatósága. Az alkalmazhatóságot lefedettség és forgalom szempontjából vizsgálom meg, optimális beltéri mobil rádiós hozzáférési hálózat kialakítása céljából.

## **MALLER LEVENTE MÁRK**

mallerlevi@gmail.com

Villamosmérnöki

MSc, 3. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Bokor László  
egyetemi docens, BME VIK*

*Suskovics Peter  
System Manager (Technology and Innovation, specialized to Cloud/SDN, 5G, IoT),  
Ericsson Magyarország Kft.*

### **Multi-Access Edge Computing és AI technológiákkal támogatott kollektív érzékelés vizsgálata Cloud-in-the-Loop szimulátorban**

A felhőalapú számítástechnika világában az elmúlt évek során egyre nagyobb szerepet kezdett betölteni a Multi-Access Edge Computing (MEC). A MEC-architektúrák decentralizált, lokális kiszolgálást biztosítanak, ezáltal megvalósítható a hardveres erőforrások elosztottsága és a hálózati terheltség kiegyenlítése. Ötvözve a MEC-konceptió előnyeit az 5G-s rendszerek szolgáltatásaival, rengeteg új használati eset valósítható meg. Ennek az egyik legnagyobb haszonélvezője az autóipar lehet, ahol a járműkommunikációs (V2X) szolgáltatásokból eredő nagy mennyiségű adat hatékony feldolgozására van szükség. Ezen a területen a MEC-rendszerek legnagyobb előnyét az adja, hogy az információfeldolgozási feladatok kiszervezhetőek az edge erőforrásokra. Így lehetőség nyílik a szenzor adatok kollektív, fúzióval erősített feldolgozására. Az 5G és MEC-rendszerek ötvözésével olyan használati esetek implementálására lesz lehetőség a jövőben, mint a valós idejű, nagy felbontású HAD-térképek vagy az optimális járműforgalom-menedzsment. A V2X vonatkozású MEC-alkalmazásokban a mesterséges intelligencia tölt majd be kiemelkedő szerepet, melynek nagy előnyét a kollektív adatgyűjtés, illetve adatfúzió és a felhasználói eszközök tehermentesítésének lehetősége adja.

Ezeknek a technológiáknak hatékony implementálása komplex feladat. A valós infrastruktúrákon, valós járművekkel végzett vizsgálatokat megelőzően az egyik legfontosabb lépés a MEC-rendszerek tesztelése, validálása. Erre nyújt megoldást a Cloud-in-the-Loop (CiL) szimulációs keretrendszer, amely forgalomszimulátorból kinyert adatok alapján képes egy valós méretű, telco-grade szintű, Kubernetes alapú edge cloud infrastruktúrát vezényelni és azon nagyfelbontású mérési adatokat gyűjteni. A dolgozatban a céltom a keretrendszert alkalmazva, a járművek által a MEC-infrastruktúra felé továbbított videójel-alapú szenzoradatfolyamot modellezve egy valós, mélytanulás-alapú objektumdetekciós modellt implementáló, saját fejlesztésű cloud-native alkalmazás gyakorlati vizsgálata autóipari felhasználás szempontjából. A mérések fókuszában a MEC-rendszer által kiszolgált felhasználók (járművek) okozta háttérterhelés miatti teljesítménycsökkenés elemzése áll. A vizsgálatok során különböző járműforgalmi szituációkat implementálva az AI-alapú objektumdetekciós alkalmazás működését analizálom az edge csomópontok terheltségének, a hálózat bizonyos Quality of Service paramétereinek és a cloud native működés különféle mechanizmusainak a szempontjából.

## MÁRTON BOTOND LÁSZLÓ

*jamesborso@gmail.com*

Mérnök-informatikus

MSc, 4. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Bacsárdi László  
egyetemi docens, BME VIK*

*Dr. Kis Zsolt  
tudományos főmunkatárs, Wigner Fizikai Kutatóközpont*

### **Klasszikus kommunikációs lépések megvalósítása CV-QKD rendszerben**

A mai világban a biztonságos kommunikáció és adatközlés az egyik legfontosabb feladat, amit meg kell oldani. A legelterjedtebb megoldás erre a célra a publikus kulcsú kriptográfia, aminek a segítségével például a titkosított internetes kommunikáció jelentős része zajlik. Ezen megoldások biztonságosságát nem bizonyították, hanem arra a feltevésre alapulnak, hogy a feltörésükhöz szükséges számítások hatékonyan nem oldhatók meg egy klasszikus számítógéppel (pl. az RSA esetében nagy számok prímszámokra való bontása). Az elmúlt évtizedekben megjelentek olyan kvantum algoritmusok, melyek segítségével ezek a feladatok hatékonyan megoldhatók egy kvantumszámítógépen (pl. a Shor-algoritmus). Bár ezen eszközök használta még messze van, de már most érdemes olyan megoldások után kutatni, amelyek egy kvantumszámítógép mellett is használhatóak.

Egy ilyen megoldás a történelemben már régen is ismert szimmetrikus kulcsú kriptográfia, melynek egyik fajtája, a One-Time Pad séma bizonyítottan biztonságos tud lenni, ha a megfelelő minőségű és hosszúságú kulccsal rendelkezik a két fél. Ennek a használatához viszont szükséges, hogy a két oldal megkapja a kommunikáció előtt a közös titkos kulcsot, ami eddig nehéz feladatnak bizonyult a hatékony és biztonságos megvalósítás problémája miatt. A kvantum kulcsszétosztás (quantum key distribution) segítségével a két fél biztonságosan létre tud hozni és megosztani egymással egy közös kulcsot úgy, hogy biztosak lehetnek benne, hogy csak ők ismerik azt a lépések végrehajtása után.

A dolgozatban a Műegyetemen épülő, Magyarországon elsőként létrehozott folytonos változójú kvantum kulcsszétosztó rendszeren (CV-QKD) végzett munkámat szeretném bemutatni. Feladatom a kvantum kommunikáció utáni klasszikus csatornán folytatott protokoll implementálása volt, melynek során tanulmányoztam a QKD és CV-QKD rendszerekben használt megoldásokat, kiválasztottam a rendszer számára a legmegfelelőbbet, és elkészítettem az ezt megvalósító programokat. A kulcs használatára példaként egy szöveges üzenetek és képek titkosított küldésére használható programot is készítettem. A rendszert több ízben teszteltük egy magyar telekommunikációs szolgáltató hálózatán is két különböző távolságban, ezeken én is részt vettem, és az eredményeket bemutatom.

## **MOLNÁR MÁRTON**

*molnarmarton191@gmail.com*

mérnökinformaticus

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Pašić Alija  
egyetemi adjunktus, BME VIK*

*Mogyorósi Ferenc  
doktorandusz, BME VIK*

## **Célzott hálózatvédelmi megoldások földrengések ellen**

Az Internet mint a világ legnagyobb mesterséges hálózata, megkerülhetetlen része lett életünknek, és napjaink információs társadalmában az egyik legfontosabb kritikus infrastruktúrának számít. Az utóbbi évtized technológiai forradalma miatt egyre több alkalmazás igényli a kis késleltetésű, nagy adatsebességű kommunikációt. Az olyan alkalmazások, mint például a valós idejű irányítórendszerek, nagyon érzékenyek bármilyen kiesésre, amelyek súlyos következményekkel járhatnak, ezért rendkívül fontos ezen kapcsolatok védelme.

A hálózati eszközök kiesését gyakran emberi mulasztás okozza (például linkátvágások), de az átviteli és telekommunikációs cégeknek olyan kihívásokkal is szembe kell nézniük, mint a nagy hatósugarú katasztrófák. Katasztrófa sokféle okból következhet be, beleértve a természeti eseményeket (például földrengések, hurrikánok stb.), emberi hibákat (pl. technikai hibák, amelyek hibákat generálnak) vagy akár a rosszindulatú támadásokat (hackelés, elektromágneses impulzus támadások, tömegpusztító fegyverek használata).

A hálózatok megbízhatóságának növeléséhez 3 fő területet hívhatunk segítségül: a hibamodellezést, a hálózattervezést és a megbízható útvonalválasztást. A kutatásom során egy olyan keretrendszert fejlesztettem tovább, az úgynevezett FRADIR-t (FRAmework for Disaster Resilience), amely e három területet egyesítve garantálja a megszakítatlan adatforgalmat regionális hibák esetén is. Kutatásomban kifejezetten a földrengések elleni védekezésre fókuszáltam, mivel ezekről a dokumentált múltbéli események alapján pontos valószínűségi modelleket lehet létrehozni, és a hálózatra gyakorolt hatásuk is jól meghatározható.

A pontos hibamodellezésnek köszönhetően a hálózat irányított fejlesztése nagyban hozzájárul a magas megbízhatóság eléréséhez, ezért a hálózat szétesésének valószínűségét elhanyagolható szintre szükséges csökkenteni. Ez a hálózatfejlesztés egy helyesen megválasztott megbízható útvonalválasztási megoldással kombinálva már képes garantálni a megszakítatlan kommunikációt. Dolgozatomban több új hálózatfejlesztési algoritmust is javaslok, amelyek közel optimális hálózatfejlesztésre képesek a fejlesztési költség tekintetében az optimális megoldást biztosító ILP-hez képest töredék idő alatt.

Továbbá bemutatom a hálózati kódolás (Network Coding) alapú útvonalválasztás előnyeit a hagyományos GDP-R útvonalválasztáshoz képest. Emellett a hibamodellezés, a hálózattervezés és a megbízható útvonalválasztás egymásra hatását is vizsgálom.

# Jelfeldolgozás és beágyazott rendszerek tagozat

Április 17., hétfő, 14 óra

## Zsűritagok:

Dr. Vassányi István, PE – zsűrielnök

Dr. Jánosi Endre, ELTE

Dr. Németh Géza, BME

Dr. Drenyovszki Rajmund, NJE



**BUSTYA BALAZS***bustya\_balazs@yahoo.com*

számítástechnika

BSc, 8. félév

Sapientia Erdélyi Magyar

Tudományegyetem

Marosvásárhelyi Kar

**HAMMAS ATTILA***hammasattila@outlook.com*

számítástechnika

BSc, 8. félév

Sapientia Erdélyi Magyar

Tudományegyetem

Marosvásárhelyi Kar

*Témavezető:**Dr. Brassai Sándor Tihamér  
egyetemi docens, RO EMTE MVK***Keretrendszer neurális háló FPGA-alapú megvalósítására**

A neuronhálók, pontosságuknak köszönhetően, nagy népszerűséget szereztek képfeldolgozásban, adatbányászatban, osztályozási feladatokban, valamint olyan döntéshozó rendszerekben, amelyekben előtűk csak az ember volt képes helyes döntéseket hozni. Ugyanakkor a neuronhálók még nem tudják teljesen helyettesíteni az embert, mivel emberek tervezik meg őket az elvégzendő feladat függvényében. A neuronhálók teljesítményének növelése érdekében hardveres gyorsítókat alkalmaznak. Az utóbbi években rengeteg tanulmány készült hardveres gyorsítókról. Az egyik ilyen az FPGA áramkörök alkalmazása, melyek legfőbb előnyei a párhuzamosíthatóság, alacsony fogyasztás és rugalmasság. Azonban neuronháló megvalósítása FPGA-n igencsak időigényes és nehéz feladat, melyet csak tapasztalt szakemberek tudnak elvégezni. Erre a problémára nyújt megoldást a dolgozatban bemutatott neuronháló keretrendszer. A keretrendszer célja az FPGA-n történő neuronháló megvalósításának felgyorsítása, megkönnyítése, a neuronháló gyorsítása, optimalizálási lehetőségek tanulmányozása méret és teljesítmény szempontjából, valamint a felprogramozási folyamat automatizálása. A keretrendszer C++-ban modellezett neuronháló kódját generálja, melyek hardver megvalósítása direktívák segítségével van optimalizálva. A Vivado HLS eszköz ebből a kódból kigenerálja a neuronháló IP magját. Ez egy Vivadoban kiépített modulba lesz integrálva. A Vivado eszköz generálja az FPGA programozásához szükséges bit fájlt és felprogramozza az áramkört. A HLS-ben és Python-ban, azonos neuronhálóval és azonos bemenetekkel végzett mérések alapján megfigyelhető, hogy az FPGA áramkörön elért gyorsítás jelentős (42-szeres) a kisebb méretű neuronháló esetében. Nagyobb méretű neuronhálónál a gyorsítás kisebb mértékű az FPGA áramkörök erőforrásainak korlátossága miatt.

Kulcsszavak: neuronháló, FPGA áramkör, keretrendszer, magas szintű szintézis

<b>GIRÁSZI TAMÁS</b> <i>giraszi.tamas@gmail.com</i> programtervező informatikus MSc, 1. félév  Debreceni Egyetem Informatikai Kar	<b>MÁRI FERENC</b> <i>mari.ferenc01@gmail.com</i> mérnökinformatikus BSc, 10. félév  Debreceni Egyetem Informatikai Kar	<b>ZOLNAI CSABA</b> <i>zolnaicsabi@gmail.com</i> mérnökinformatikus BSc, 10. félév  Debreceni Egyetem Informatikai Kar
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Témavezető:*

*Dr. Kovács László  
egyetemi adjunktus, DE IK*

## **Digitális aktuátor szenzorrendszer fejlesztése önvezető modellautókhoz**

Napjainkban a vezetéstámogatási rendszerek fejlesztésének talán a legfőbb ágai a szenzorfejlesztés és a szenzorintegráció. A szenzorok két csoportba sorolhatók, perceptuálisak és aktuátor-visszajelző szenzorok. Az önvezető autók tervezése és legyártása költséges és időigényes folyamat, ezért minden lehetőséget, ami időt és pénzt spórolhat, érdemes kipróbálni. A szenzorok tesztelése és az adatgyűjtés egy roppant kritikus pontja a fejlesztésnek. Ha nem képes az akadályokat megfelelően észlelni az autónk, az akár a teljes rendszert és annak környezetét is veszélyeztetheti. Ezen folyamatok költséghatékonyabbá, biztonságosabbá és egyszerűbbé tétele miatt egyre többen döntenek úgy, hogy kicsinyített modellautókon tesztelik le új ötleteiket, technológiáikat. Nem mellesleg a modellméretben a hallgatóknak lehetőségük van kézzelfoghatóbb formában megismerkedni és elsajátítani az 1:1 arányú autóknál is használt technológiákat.

Laborkutatásunk során egy digitális aktuátor szenzorrendszer fejlesztésén dolgozunk. Jelen munkánkban egy egyedi kerék-szögelfordulást, valamint egy kerekenként sebességet mérő szenzort terveztünk, és ennek a prototípusán dolgozunk. Az elkészült érzékelők alkatrészeit 3D nyomtatóval készítettük el. Ezeket a modellautóra lehet rögzíteni, és adatokat lehet vele gyűjteni. A kerékelfordulás mérését egy automata kerékirány-kalibráló programhoz, valamint a pontosabb mérések és kormányzás érdekében készítjük. A hely szűkössége miatt a kerékösszekötő rudat is újra kellett terveznünk. A kész szenzorhálózatot és a programot egy valós méretű önvezető autó is hasznosíthatja. A sebességmérő szenzor az egyik leglényegesebb eszköz az autóiparban. Ennek segítségével meg tudjuk állapítani az autó haladási sebességét. Ezeket a szenzorokat kerekenként szereltük fel. Az implementáció jellegéből adódóan és a differenciálmű működési elvét alapul véve számos egyéb mérőszám is megállapítható, valamint képesek vagyunk mérni a többi szenzor pontosságát is.

## **MÉSZÁROS ANDRÁS**

*mandras2001@gmail.com*

mérnök-informatikus

BSc, 5. félév

Széchenyi István Egyetem

Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar

*Témavezető:*

*Németh Péter Ernő*

*egyetemi tanársegéd, SZE GIVK*

### **Rádiófrekvenciás spektrumanalizátor távoli elérése, adatok tárolása, vizualizációja, eszközvezérlése**

A OTDK dolgozatom témája a spektrumanalizátor mérőműszer távoli elérése, adatok kinyerése, tárolása, vizualizációja, illetve a műszer vezérlésének megvalósítása.

A spektrumanalizátor a rádiófrekvenciás spektrum egy széles frekvencia tartományába eső jelek spektrumát méri, majd ennek függvényében jeleníti meg a jel teljesítményt egy diagram formájában a saját kijelzőjén.

Viszont vannak olyan speciális mérési feladatok, ahol a körülmények nem engedik meg, hogy ember is tartózkodjon a mérési helyszín közelében, vagy csak simán nem szeretnénk elutazni az akár több száz kilométerre lévő mérési helyszínre, ahol az eszköz található fizikailag. Az újabb eszközök már képesek erre a funkcióra, viszont a vizsgált, SZESAT szakkollégium által használt eszköz erre még nem képes, és ez különösen akkor jelent problémát, mikor az egyetem nyitvatartási idején kívül szeretnénk használni a berendezést.

Munkám fő célja az előbb említett problémák kiküszöbölése a spektrumanalizátor távoli elérésének megvalósításával, interneten keresztül.

Dolgozatomban bemutatom, hogy miként oldottam meg egy általam készített számítógépes programmal a spektrumanalizátor távoli elérését. Ezenkívül bemutatom, hogy milyen funkciókkal láttam el a programot, amelyekkel ki tudom elégíteni a rutin mérési feladatok folyamán keletkező igényeket, ilyenek például az adatok tárolása, vizualizációja, email értesítés küldése kiugró értékeknél, vagy akár mérési intervallumok beállítása távolról. Emellett számba vettem, hogy milyen további funkciókkal lehetne bővíteni a programot, és e funkciók fejlesztése során milyen problémákat kellene megoldani.

<b>MORVAI BARNA</b> <i>morvaibarna@gmail.com</i> mérnökinformatikus BSc, 4. félév  Széchenyi István Egyetem Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar	<b>SKRAPITS RÓBERT ÁGOSTON</b> <i>skrapits.robert99@gmail.com</i> mérnökinformatikus BSc, 8. félév  Széchenyi István Egyetem Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Témavezető:*

*Dr. Kovács Katalin  
egyetemi docens, tanszékvezető, SZE GIVK*

## **Radarszenzorral érzékelt légzési jelek feldolgozása**

A kutatómunka során arra kerestük a választ, hogy egy UWB radar képes-e légzési jelek feldolgozására. A munka első lépéseként megvizsgáltuk és kiértékeljük a feldolgozásra alkalmas eszközöket. Az eszközök nyújtotta lehetőségeket megvizsgálva a Novelda Xethru X4M200-as típusú radarra esett a választásunk. A szállítócég az eszközeihez szoftvertámogatást is biztosít, ami képes a beérkező elektromágneses jelek feldolgozására és valamilyen formában történő megjelenítésére. A Xethru Explorer alapszoftver használata során azonban a mérések pontatlanok voltak, csak abban az esetben kapunk értelmezhető adatokat, amennyiben a vizsgált célszemély teljesen nyugalmi állapotban van, a légzésen kívül semmilyen testrészét se mozgatja. Ezt az állapotot valós környezetben roppant nehéz elérni, még egy kórházban fekvő, „mozdulatlan” beteg is végez néha apróbb mozdulatokat. Az alapszoftver helyett saját megoldásban, egyedi szoftver megvalósításában gondolkodtunk, ahol a fejlesztéshez a Python, C++ és a Matlab fejlesztői környezetek közül a Python-ra esett a választás. A Python nyelven megírt szoftver kiküszöbölve az alapszoftver hiányosságait már képes a radar által érzékelt jelek jobb feldolgozására. Hátránya, hogy miután megkaptuk a légzési értékeket, le kell olvasni egy grafikonról a légzés frekvenciatartományát, erre szűrni, és egy másik grafikont generálni, hogy megkapjuk a végső értékeket, ami alapján sokkal pontosabb kiértékelést tudunk végezni, eredményeket kapni.

**SGÁNETZ BENCE**

voidxb@gmail.com  
mérnökinformaticus  
MSc, 2. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi  
Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Témavezetők:

Dr. Firtha Gergely  
egyetemi adjunktus, BME VIK

Dr. Fiala Péter  
egyetemi docens, BME VIK

## HRTF kiterjesztése távolságérzet szimulációjával sugárkövetés alapon

A HRTF-ek (Head-Related Transfer Function, fej-átviteli függvények) sztereó fejhallgatók irányérzet-szimulációját teszik lehetővé úgy, hogy a megfelelő irányból érkező hanghullámok átviteli függvényét alkalmazzák a hangforráson. HRTF-hez használható impulzusválasz-adathalmazokat a hallójáratba helyezett mikrofonok segítségével mérhetünk, a fej körül mozgatott hangszóróból megszólaltatott gerjesztés segítségével.

A két mikrofon kizárólag a fülkagylók hatását rögzíti, a hallójáratban létrejövő torzításokat nem, pedig legnagyobb mértékben ezek alapján észleljük a hangforrások távolságát. A dobhártyáig nem tudunk mikrofont bejuttatni, ezért a különböző távolságokhoz tartozó impulzusválaszok mérése nehézkes, előállításukhoz szimulációt érdemes alkalmazni. Munkám során sugárkövetéses módszerrel állítom elő a hiányzó információt, és generálok meglévő HRTF-halmazok számára távolságfüggő korrekciós függvényeket.

A feladat elvégzéséhez komplex szimulációs szoftvert hoztam létre, mely a következő feladatok ellátására képes. A generátoralkalmazás három különböző távolságból és megfelelő irányból vett hallójárat torzítást kombinál a feldolgozandó szett minden mérési pontjával. Az eredmények utófeldolgozásához egy impulzusválaszokhoz szánt EQ szoftvert készítettem, amely a frekvenciaválaszaikat megközelítőleg linearizálja. Az így előállított, irányt és távolságot is átadni képes szettek hatékonyságának vizsgálatához egy 3D térhangzáshoz szánt renderelőt készítettem, amelynek alapja a meglévő piaci megoldások arányos keverési módszere. A távolságot hangforrásonként számolom, mivel ez a szimulált impulzusválaszok egyszerűsége okán jól optimalizálható.

A munka eredménye egy teljes hangmotort tartalmazó függvénykönyvtár, amely képes a renderelt hangok irányát és távolságát átadni egy sztereó fejhallgató segítségével, melynek legfőbb felhasználási módja virtuális valósághoz szánt alkalmazások realitásérzetének növelése.

## **SZABARI MÁTYÁS**

matyas.szabari@gmail.com

matematikus

MSc, 4. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Kovács Péter  
egyetemi docens, ELTE IK*

*Dózsa Tamás Gábor  
doktorandusz, ELTE IK*

## **Rendszeridentifikációs módszerek adaptív racionálisortogonális függvények segítségével**

A rendszeridentifikáció egy adatvezérelt megközelítés dinamikai rendszerek viselkedésének modellezésére. Ezen a területen belül a legtöbb algoritmus egy fekete dobozként kezeli a rendszert, azaz egyedül a bemeneti és kimeneti adatokra támaszkodik. Az identifikáció történhet akár az idő-, akár a frekvenciatartományban, melyeknek megvannak a maguk előnyei és hátrányai.

Ebben a dolgozatban bemutatok egy új módszert diszkrét, egydimenziós be- és kimenetű (single input single output, SISO), lineáris és időinvariáns (linear time invariant, LTI) rendszerek identifikációjára a frekvenciatartományban. A modellezés és az identifikáció az átlagos négyzetes hiba minimalizálása alapján történik, mely egy szeparábilis nemlineáris legkisebb négyzetek problémát eredményez, ahol a rendszer átviteli függvényét akarjuk közelíteni a  $H^2(T)$  Hardy térben. A javasolt numerikus módszer egy általános matematikai nemlineáris approximációs modellen, az úgynevezett Adaptív Projekciók (Variable Projection, VarPro, VP) módszerén alapul. Ebben a dolgozatban az átviteli függvényt, melynek pólusait és nullhelyeit kerestem, egy paraméteres ortonormált racionális függvényrendszer, az úgynevezett Malmquist-Takenaka rendszer segítségével adom meg. A módszer vizsgálatához olyan rendszereket használtam, amelyeknek az átviteli függvénye előre ismert volt. A rendszert az átviteli függvényből generált állapotér-modellel szimuláltam.

## TÓTH BÁLINT

balint.toth999@gmail.com

villamosmérnöki

BSc, 7. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Szegletes Luca  
egyetemi adjunktus, BME VIK*

*Dr. Nagy Ákos  
egyetemi adjunktus, BME VIK*

*Torma Szabolcs  
doktorandusz, BME VIK*

## **EKG és PPG jelen alapuló valós idejű vérnyomás becslés mélytanulással beágyazott környezetben**

A vérnyomás a szervezet egészségügyi állapotát jellemző egyik legfontosabb adat. Ezen fiziológia információ alapján számos jelenlegi és jövőbeli betegségre lehet következtetni. Nem megfelelő vérnyomás korai észrevételével akár meg is előzhetőek olyan kóros állapotok, amelyek később súlyos tünetekkel jelentkeznek. Mindeztől rendkívül hasznos lenne egy, a mindennapokban használható eszköz, amelynek segítségével valós időben, folyamatosan tudnánk monitorozni a vérnyomás pontos értékeit. Ezen feltételeket azonban a jelenlegi megoldások nem teljesítik.

Napjainkban megjelentek jelfeldolgozáson alapuló megoldások, amelyek külsőleg mérhető fiziológiai jelek ismeretében próbálják meghatározni az aktuális vérnyomásértéket. Ezen jelek közé tartozik a fotopletizmográfiás (PPG) jel, amely lehetőséget nyújt a vértérfogat változásának kimutatására, valamint az elektrokardiogram (EKG), amely a szív elektromos jelenségeit regisztrálja.

A dolgozat célja egy olyan vérnyomásmérő rendszer bemutatása, amely a fent leírt követelményeket képes teljesíteni. Bemenetként EKG és PPG jeleket használok fel, amelyeket egy MAX86150EVSYS hardveregység mér, a mintavételezett értékeket feldolgozza, majd Bluetooth kapcsolaton keresztül továbbítja. Az elküldött adatokat egy Raspberry Pi 4 Model B fogadja, amely a rendszer magját képezi. Itt történik a bemenetek további feldolgozása, valamint neurális hálózat segítségével a vérnyomás aktuális szisztolés, valamint diasztolés értékének becslése. Az ezen két értéket előállító, mélytanulást alkalmazó algoritmus több konvolúciós és LSTM-réteget tartalmaz, melyek célja az idő- és frekvenciatartománybeli minták megtanulása. A becslés eredményét egy Raspberryhez csatlakozó monitor jeleníti meg egy grafikus felhasználói interfész segítségével.

A neurális hálózat becslési hibáját először egy előre feldolgozott adatokat tartalmazó, publikusan elérhető adathalmazon értékeltem ki, és hasonlítottam össze irodalmi munkák eredményeivel több osztályozási rendszert felhasználva. Majd az MAX86150EVSYS segítségével saját méréseket végeztem, amelyekre megismételtem a kiértékelési folyamatot. Az eredmények azt mutatják, hogy a bemutatott módszer meghaladja az összehasonlítás alapjait képező publikációkban ismertett eljárások eredményeit. A dolgozatom során bemutatom az elkészített rendszer tervezésének folyamatát, valamint azt, hogy a mélytanuláson alapuló módszerek milyen ígéretes lehetőségeket teremtenek a non-invazív vérnyomásmérés területén.

**BORJÁN KATALIN**

*borjan.katalin97@gmail.com*

mérnök-informatikus

BSc, 5. félév

Dunaújvárosi Egyetem

*Témavezetők:*

*Dr. Király Zoltán*

*egyetemi docens, DUE*

*Burkus Ervin*

*főiskolai tanársegéd, DUE*

**Hat szabadságfokú pózmeghatározás ipari robotok vezérlésére**

A dolgozatomban részletesen bemutatok egy alkalmazott kutatás során általam fejlesztett, ipari robotkarok vezérlésére alkalmas, gépi látáson alapuló rendszert, amely példány szegmentációs maszk segítségével képes egy adott célobjektum hat szabadságfokú pózának (pozíció és orientáció) meghatározására.

A gépi látással történő példányszegmentációt Pytorch keretrendszerben valósítottam meg, YOLACT konvolúciós neurális háló modell segítségével. A modell tanításához szükséges adatbázist szintetikusán állítottam elő a nyílt forráskódú Blender programban, amely háromdimenziós grafikák, animációk elkészítésére szolgál, illetve valósághű megjelenés érhető el vele képalkotás terén. A képek generálásának automatizálásáról Python script gondoskodik, ezzel felgyorsítva az adatbázis elkészítésének folyamatát, így áthidalva a manuális adatgyűjtéssel és címkézéssel járó problémákat és nehézségeket. A neurális háló által szolgáltatott objektum maszk adatokon Hough geometriai transzformáció alkalmazásával állapítottam meg a szükséges kulcspontok koordinátáit a kétdimenziós térben. Ezen pontok alapján Perspective-n-Point algoritmussal került kiszámításra a transláció és a rotációs mátrix, és valósult meg az objektum pózmeghatározása. A számításokat az OpenCV függvénykönyvtárának segítségével, Python programban végeztem el.

A dolgozat bemutatja a szintetikus adatbázis elkészítésének folyamatát, a szintetikus adatbázissal történő tanítás eredményeit, a pózmeghatározás folyamatának matematikai hátterét, illetve a megvalósítás folyamán felmerülő problémákat és azok megoldásait.

**ISMAIEL EBRAHIM**

*ismaiel.ebrahim@itk.ppke.hu*

Bionics and Neurotechnology

MSc, 4. félév

Pázmány Péter Katolikus Egyetem

Információs Technológiai és Bionikai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Fekete Zoltán*

*tudományos főmunkatárs, Research Group for Implantable Microsystems*

*Dr. Zátanyi Anita*

*tudományos munkatárs, Research Group for Implantable Microsystems*

**Development of in vitro and in vivo characterization tools for brain computer interface applications**

In this study, two important fields of neural interfaces were investigated. The first part deals with in vitro validation of a novel polymer-based multimodal probe using a new leak-free cell and long short-term memory (LSTM) network. The second part of the study presents an in vivo implementation of the same multimodal probe in infrared neuromodulation (INM) with different frequencies of infrared light. Continuous-wave and pulsed infrared light is recommended because of its reliability in changing the characteristics of epileptic spikes as a grade, amplitude, and shape.

# Képfeldolgozás tagozat

Április 17., hétfő, 14 óra

## Zsűritagok:

Dr. Palágyi Kálmán, SZTE – zsűrielnök  
Dr. Csapó Tamás Gábor, BME  
Dr. Szilágyi László, RO-EMTE

Tagozati támogató:



## **FEHÉR GERGŐ**

feher.gergo@gmail.com  
programtervező informatikus  
MSc, 5. félév

Pannon Egyetem  
Műszaki Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Szűcs Judit  
egyetemi adjunktus, PE MIK*

## **Mesterséges neurális hálózat-alapú algoritmus használata a bináris tomográfiában**

Kutatómunkámban a diszkrét tomográfia egy speciális esetével, a bináris tomográfiával foglalkoztam. A tomográfia alapfeladata egy objektum belső szerkezetének rekonstruálása annak szeleteiből. A rekonstrukció végrehajtására számtalan algoritmus létezik, ám ezek jellemzően több száz vagy több ezer vetülettel működnek jól. A gyakorlatban ez többféle problémát is jelenthet, ilyen például a vizsgálat költségének növekedése, vagy akár a vizsgált anyag roncsolódása is előfordulhat nagymértékű sugárterhelés esetén. A bináris tomográfiában a rekonstruálandó objektum egyetlen anyagból áll, azaz a hozzá tartozó kép csak 0 és 1 értékeket tartalmazhat, és ezt a tulajdonságot fel lehet használni a metódusokban is.

A dolgozatomban azt a célt tűztem ki, hogy a rekonstrukció minőségét extrém kevés vetület esetén mesterséges neurális hálózattal javítsam. Meghatároztam azon metrikákat, melyek segítségével mérni tudom a létrehozott algoritmus eredményességét. Kiválasztottam a feladat szempontjából megfelelő neurális hálózatot. Meghatároztam a hálózat tanítási módszerét és a hiperparamétereket. Feltérképeztem a megvalósításhoz adott alternatívákat a fejlesztői csomagok terén. A létrehozott algoritmus segítségével elemeztem egy textúra-leíró (Shift Local Binary Patterns, SLBP) hatékonyságát, mint prior információt.

A neurális hálózat bemenetét képezték a vetületi információk, kiegészítve különféle prior információval, a kimenetén pedig a rekonstruálandó kép jelent meg pixelenként. A bináris tomográfia problémájában alapvető Ryser algoritmushoz képest – melyet referencia-algoritmusként használtam fel – jelentős javulást értem el a felhasznált hibabecslési módszerek alapján. Felismerhető textúrával rendelkező képek esetén vizuálisan lényegesen jobb eredményt sikerült elérnem, amely bizonyította a kezdeti intuíciót. Az eredmények nagyon biztatóak, melyek alapján a későbbiekben érdemes további mélyreható vizsgálatokat végezni a területen.

Kulcsszavak: neurális hálózatok, képfeldolgozás, alakelemzés

## **LEZSÁK DOMONKOS**

domonkos@lezsak.hu  
programtervező informatikus  
BSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Csizmadia Tamás*  
*egyetemi adjunktus, ELTE TTK*

## **Váladékszemcsék szoftveres kvantifikációja fluoreszcens mikroszkópos felvételek alapján**

2012. évi ACM szerinti besorolás:

Applied computing~Life and medical sciences~Bioinformatics/Computational biology~Imaging

Computing methodologies~Artificial intelligence~Computer vision~Computer vision problems~Object detection/Image segmentation

Az *ecetmuslica* (*Drosophila melanogaster*) lárvális nyálmirigye kedvelt modellrendszer a sejtbiológiai kutatásokban. Ezekben a kutatásokban sok felvételen kell összehasonlítani több százezer apró fluoreszkáló granulum mennyiség- és minőségbeli változását. Ezeknek a számlálása több esetben kézzel történik, így a dolgozatomban egy rendkívül hasznos és fontos lépcsőfoknak tekinthető ezeknek a vizsgálatoknak az automatizálásában.

A kutatást az ELTE TTK Anatómiai Sejt- és Fejlődésbiológiai Tanszék szekréciónyálmirigye lebontással (krinofágiával) kapcsolatos kutatásait megfigyelve végeztem. Azt vizsgáltam, hogy a jelenlegi intuitív számlálásokra adható-e egy ekvivalens szakértői modell. Figyelembe vettem a gyakoribb fotózási és kvantifikációs módszereket és eljárásokat, továbbá elképzeléseimet különböző implementációkon teszteltem. A modell létrehozásakor elsősorban a morfológiai technikák használatára törekedtem a komplexitás alacsonyan tartása mellett.

Sikerült egy olyan algoritmust kidolgoznom, amivel megbízhatóan kvantifikálhatóak a gyakorlatból vett felvételek, melynek helyessége igazolható kézi teszteléssel és biológiai kísérletekkel is. A jelenlegi implementációt már valós kutatásban alkalmazzák.

A kidolgozott algoritmus egyszerű, képes a bizonytalan, életszerűtlen esetek kijelölésére, és kevés (1 fő) hiperparaméterrel rendelkezik, így alkalmas publikációkhoz statisztika készítésére. Mivel ez az egyszerűbb feladat leküzdhető volt, valószínűleg más jellegű kísérletekhez (pl. membránhoz lokalizálódó fluoreszcens markerek esetében) is készíthető hasonló szakértői modell, vagy legalább ennek az eljárásnak az egyes lépései felhasználhatóak előzetes jellemzőkiemeléshez.

## **MAGYAR DÁVID**

*aoloyk@inf.elte.hu*

programtervező informatikus

BSc, 6. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Cserép Máté*

*egyetemi tanársegéd, ELTE IK*

*Dr. Vincellér Zoltán*

*mesteroktató, ELTE IK*

## **Hulladék-detektálás és változáselemzés folyóvizeken multispektrális műholdfelvételek alapján**

Napjaink egyik legnagyobb környezetvédelmi problémája az illegális hulladéklerakatok számának növekedése az erdőkben, folyókon, folyópartokon, valamint egyéb, félreeső helyeken. A folyóvizekbe kerülő hulladék ráadásul nemcsak helyben okoz természetkárosítást, hanem a folyó lentebbi szakaszain is, mind a vízben, mind a partra kimosódva. Előadásom során különféle robusztus hulladékdetektálási módszereket mutatok be, melyeknek célja, hogy ezen lerakatok észlelését megkönnyítsék és felgyorsítsák, továbbá a hulladékgyűjtő akciókat elősegítsék.

A hulladék detektálása három lehetséges formában és módszerrel történik:

- 1) Hot-spotok, azaz illegális hulladéklerakók azonosítása közepes vagy nagy felbontású műholdfelvételeken a Tisza felsőbb (ukrajnai, romániai) részein, amelyekből áradáskor jelentős mennyiségű hulladék kerül a folyóba.
- 2) Vízfelszíni folyami torlaszok azonosítása közepes vagy nagy felbontású műholdfelvételeken, amelyek a folyó ismert helyszínein (például vízerőműveknél) tudnak kialakulni.
- 3) A hullámtérben ismert helyen lerakott, elsősorban műanyag hulladék detektálása nagy felbontású műholdfelvételeken.

Eszközként a gépi tanulást választottam, mely napjaink széles körben alkalmazott, és a távérzékelésben is egyre inkább használatos technológiája. A felvételek analizálása a multispektrális műholdfelvételek látható és nem látható tartományban készült sávjai, valamint az ezekből készült különféle indexek alapján történik, annak érdekében, hogy a hulladékkal fedett területek jobban elkülönüljenek a környezetüktől.

**MOLNÁR SZILÁRD**

*molnarszilard10@gmail.com*

fejlett vezérlés a gyártásban

MSc, 4. félév

Kolozsvári Műszaki Egyetem

*Témavezető:*

*Dr. Tamás Levente*

*egyetemi docens, RO KME*

**Variational autoenkóderek felhasználása pontfelhők ábrázolásához**

Mély generatív hálók alkalmasak összetett, többdimenziós adatok általánosítására, mint amilyenek a pontfelhők. Ebben a munkában bemutatunk egy új módszert, amely mélységképekből kiindulva geometrikus képeket készít, egy variációs autoenkóder-alapú ábrázolást tanulva különböző pontokra. Amíg tradicionális variációs autoenkóder-alapú megoldások elégtelen eredményeket hoztak a 3 dimenziós adatok sűrítésében, addig az általunk készített hiperparaméterekkel kiegészített variációs autoenkóder keretrendszer sikeresen tanult meg 3 dimenziós sűrített ábrázolást. Ennek az eléréséhez bayes-i optimalizációt használtunk a hiperparaméterek finomhangolásához. Az eredményeket egy nagyméretű publikusan elérhető adatszenetben érvényesítettük.

**PAP MARTIN FELICIÁN**

*pap.martin227@gmail.com*

mérnökstanár

MA, 9. félév

Széchenyi István Egyetem

Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar

*Témavezető:*

*Hollósi János*

*egyetemi tanársegéd, SZE GIVK*

**Egymást átfedő, kézzel írott karakterek felismerése neurális hálózatok segítségével**

A dolgozat célja az elterjedt neurális hálózati architektúrák kiértékelése, részben vagy teljesen egymást átfedő számjegyeket tartalmazó adatsoron. Céлом, hogy a hagyományos MNIST adatsor felismeréséhez képest láthatóvá váljon, hogy az átfedés növekedésével hogyan változnak a különböző modellek hatékonysági mutatói. A dolgozatban az MNIST adathalmazon készülnek mérések, ami kézzel írott, felcímkézett számjegyeket tartalmaz. Az adatsor kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy a területen elterjedt és gyakran használt, szakmailag is elfogadott adatokon történjenek a mérések. A feladathoz az eredeti MNIST halmaz átalakításra került, és így állt össze a részben vagy egészében egymást átfedő számjegyek halmaza. Napjainkban számos terület digitalizálódik, azonban számos olyan folyamat van, ahol gyakorlati okok miatt az adatok nem digitális módon állnak elő. Ezekben az esetekben kell megoldást találni az adatok nagy hatékonyságú digitalizálására, hogy a modern eszközökkel ezeket fel lehessen használni, és új hasznosíthatósági lehetőségek kerüljenek meghatározásra.

## **RÁCZ ADRIENN**

*racz.adrienn@hallgato.ppke.hu*

mérnök informatikus

BSc, 7. félév

Pázmány Péter Katolikus Egyetem

Információs Technológiai és Bionikai Kar

*Témavezetők:*

*Kovács házi Csenger  
doktorandusz, SE ÁOK*

*Dr. Horváth András  
egyetemi docens, PPKE ITK*

## **Félaautomata annotációs program fejlesztése szegmentációs problémákra**

Az iszkémiás szívbetegség preklinikai kutatása során általános metodika a modellállatok szívének szeletelése, festése, majd az elhalt szívszövet annotációja. Ez fontos információt szolgáltat a betegség lefolyásáról és a terápia hatékonyságáról. A kiértékelés jelenleg manuálisan folyik, mely hosszú időt vesz igénybe, és szubjektív.

Munkánk során célul tűztük ki, hogy neurális hálózatok (NH) használatával automatizáljuk a szívseletek képeinek szegmentálását, hogy a folyamatot felgyorsítsuk, és objektívebb körülményeket teremtsünk.

A probléma megoldásához három különböző, egy U-Net, egy U-Net++ és egy DeepLabV3+ architektúrájú NH-t teszteltünk. A hálók tanítását optimalizáltuk, és Jaccard Index-el, illetve a sikeresen annotált pixelek hányadának számításával kvantifikáltuk a kimeneti maszkok minőségét. Ezen értékeket használva összevetettük a hálók hatékonyságát.

Egy értékelési rendszert – scoring mechanizmust - is bevezettünk arra, hogy kvantifikáljuk a szegmentálás minőségét. Ennek hatékonyságát lineáris regresszióval és vevő működési karakterisztika (Receiver Operating Characteristic – ROC) görbe illesztésével vizsgáltuk. Az NH-kat eltérő méretű tanulóhalmazokon is betanítottuk abból a célból, hogy megvizsgáljuk, mekkora tanítóhalmaz szükséges a megfelelő teljesítmény eléréséhez.

A különböző architektúrájú NH-k tesztelése során arra a következtetésre jutottunk, hogy mindhárom nagy pontossággal képes az annotálás végrehajtására, azonban az NH-k átlagolt kimenete – amit kombinált kimenetnek neveztünk el – kicsivel jobb eredményeket mutatott, mint a hálók önmagukban. A scoring mechanizmusok összevetése során a ROC görbe alatti területek (AUROC) összevetésével arra jutottunk, hogy a terület maszkjához tartozó pixelek maszkhoz tartozási valószínűségének átlaga tükrözi legjobban a maszkok minőségét.

A hálók többszöri tanítása során azt tapasztaltam, hogy néhány száz kép elegendő lehet a hatékony tanításhoz.

Eredményeink bizonyítják, hogy a szívseletek annotálása NH-k használatával hatékonyan megoldható. Emellett a beállított scoring mechanizmussal szűrhetők a kevésbé pontos annotálások, ami tovább segíti a végfelhasználók munkáját. Az NH-k ismételt tanítása megmutatta, hogy kisméretű adathalmaz is elegendő a rendszer hatékony tanításához. Ezek alapján a használt módszer könnyedén és széleskörűen használhatóvá tehető. Eredményeinket felhasználva megvalósítható egy általános, NH-n alapuló, preklinikai szívseleteket annotáló szoftver elkészítése.

**SZABÓ ZOLTÁN**

szabozltn99@gmail.com  
programtervező informatikus  
BSc, 5. félév

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem  
Informatikai Kar

Témavezető:

*Dr. Tajti Tibor Kovács Ádám*  
egyetemi docens, óraadó tanár, EKKE IK

## **Szemantikus szegmentáció mélytanulási algoritmusok segítségével**

Dolgozatomban egy szöveges, illetve szintelen CAPTCHA tesztek tartalmazó adathalmazon dolgoztam. Ahol a különböző karakterek azonosításához különféle paraméterekkel ellátott konvolúciós neurális hálózatot használtam fel, amelyet utána összesen öt darab teljesen összekötött réteget (Fully Connected) és kiejtéses réteget (Dropout) tartalmazó elágazásra bontottam szét. Az eredmények alapján elmondható, hogy a hálózatban használt többféle paraméter kombinációk alapján a modellek létrehozásának és tanulásának ideje, csak az adat augmentációs paraméternél nőtt meg, majdnem a háromszorosára. A tanulási és validációs eredmények is rosszabbak lettek ezzel a paraméterrel, így azt mondhatjuk, hogy 50 epoch esetén nem éri meg ezt a paramétert használni. Olyan adathalmazoknál éri meg az adat augmentációt alkalmazni, ahol kevesebb kép áll rendelkezésünkre a tanulásra, mert ezekkel a képforgatás, illetve nagyítási transzformációkkal újabb tanulási képekre tehetünk szert.

## TEMPFLI LEVENTE

lev.tempfli@gmail.com

informatika

BA, 6. félév

Babeş-Bolyai Tudományegyetem

Témavezető:

Sándor Csanád

egyetemi tanársegéd, RO BBTE

### **HierNet: Képfelismerés hierarchiába rendezett konvolúciós hálózatokkal**

A konvolúciós neurális hálózatok (CNN) hatékony módszernek bizonyultak a képfelismerés kihívást jelentő feladatának megoldására, a képek jellemzőinek a kinyerésével és a bemeneti adatok belső reprezentációjának megtanulásával, de hagyományosan figyelmen kívül hagyják a bemeneti adatok hierarchiáját.

Szeretnénk bevezetni egy új módszert a CNN-nek egy kvázi döntési fába szervezésére, ahol az élek a CNN-rétegeket és azok jellemző kivonási operációit, a csomópontok pedig az útválasztókat vagy osztályozókat jelentik. Így a bemeneti kép kategóriájának eldöntése úgy történik, hogy a nem-levél csomópontnál követjük a besorolások útvonalát, a széleken alkalmazzuk a konvolúciós rétegeket, és a végső döntést egy levélcsomóponton hozzuk meg. A döntési fa az adatok hierarchiáját képviseli, például a „járművek” csomópontjában az „autó” és a „teherautó” gyermekcsomópontok. Kis számú kategória esetén ez a fa manuálisan is felépíthető, de bevezetünk egy egyszerű, felügyelet nélküli módszert, amellyel több kategória esetén is létrehozhatunk hasonló fát.

A tesztek a CIFAR10, CIFAR100 és a Tiny ImageNet adathalmazokon végeztük, amelyek hierarchiáját automatikusan építjük fel. A CNN gerincként hagyományosan jól teljesítő modelleket használunk, mint például a ResNet és a VGG16, és összehasonlítottuk megközelítésünket az eredetiek teljesítményével. Minden adathalmaz és gerincháló-kombináció esetén a mi modellünk túlteljesítette a gerincként használt modellt, esetenként akár 2-3 százalékponttal jobb pontosságot elérve.

A kísérleteink eredményei megerősítik, hogy ez az architektúra a tervezett módon működik. És bár szinte minden esetben felülmúltuk a gerinchálózatokat, határozottan van még mit javítani, például a csoportosítási algoritmus továbbfinomítása, vagy a mélyebb hierarchiafákkal való tesztelés.

## **VARNYÚ DÓRA**

*varnyu.dora@gmail.com*

mérnökinformatikus

MSc, 3. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Szirmay-Kalos László  
egyetemi tanár, BME VIK*

## **PET rekonstrukció javítása mély neurális hálókkal**

A pozitronemissziós tomográfia (PET) napjaink egyik korszerű orvosi képalkotó technikája, amelyet az emberi test belsejének megjelenítésére használnak. A vizsgálat előtt radioaktív nyomjelző anyagot fecskendeznek a betegbe, melyet a szövetek az anyagcsere-sebességükkel arányos ütemben felszívnak. A mérés során a nyomjelző radioaktív bomláson megy keresztül, az ennek során kibocsátott sugárzást pedig a tomográf érzékeli. Ezekből az észlelési eseményekből egy számítógépes szoftver rekonstruálni tudja a páciens testének 3D-s képét. A PET segítségével feltárhatók a rendellenesen működő szervek és szövetek, ami döntő szerepet játszhat a rák vagy a különböző neurológiai rendellenességek, például az epilepszia, a Parkinson-kór, és az Alzheimer-kór diagnosztizálásában.

Számos kihívás bonyolítja a PET vizsgálatokat, úgymint az alacsony felbontás, a nagy zaj, a komplex és számításigényes rekonstrukciós algoritmusok, valamint a nyomjelző kinetikájának reális, de ugyanakkor hatékony modellezésének nehézsége. E kérdések megoldása napjaink aktív kutatási témája.

Ezen TDK dolgozatban mély neurális hálózatokon alapuló módszerek kerülnek bemutatásra a PET képalkotás javítására, két kiválasztott területen. Az első feladat során a cél az úgynevezett vérbemeneti függvény meghatározása, mely azt írja le, hogy mennyi olyan nyomjelző található a vérkeringésben, amelyet a szövetek egy adott időpillanatban fel tudnak szívni. Ezután torzításcsökkentési technikákat vizsgálunk meg, mivel az ML-EM eljárás, a legelterjedtebb PET rekonstrukciós algoritmus által előállított kimenet eredendően pozitív torzítástól szenved az alacsony aktivitású régiókban. Mindkét neurális hálózat a legkorszerűbb architektúrákat használja, és alapos hiperparaméter-optimalizáláson esett át. A javasolt megoldások teljesítményét 2D PET szimulációkban értékeljük ki.

# Mesterséges intelligencia 1 tagozat

Április 17., hétfő, 14 óra

## Zsűritagok:

Dr. Cserey György, PPKE - zsűrielnök  
Dr. Magyar Attila, PE  
Dr. Kertész Gábor, ÓE



<b>ASLAN MAHMOUD</b> <i>mahmoudaslan@outlook.com</i> autonómrendszer-informatikus MSc, 4. félév Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Kar	<b>MÉSZÁROS BALÁZS</b> <i>k1wtbf@inf.elte.hu</i> programtervező informatikus MSc, 5. félév Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Kar
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Témavezetők:*

<i>Dr. Szeghy Dávid</i> <i>egyetemi adjunktus, ELTE TTK</i>
<i>Dr. Lőrincz András</i> <i>tudományos főmunkatárs, ELTE IK</i>

## **Ritka szótár tanulási módszereinek kiterjesztése az ellenséges robusztusságért**

A mélytanulási architektúrák legkorszerűbb változatai nagyon pontosak osztályozás tekintetében, de egy kis zaj hozzáadása az inputhoz könnyen összezavarja őket. Valós problémákban, mint például az önvezető autózás esetében ez nagyon veszélyes lehet. Ezt próbáljuk orvosolni ritka approximációs módszerekkel, pontosabban a Basis Pursuit implementációjával. Ennek a módszernek a robusztussága bizonyos feltételek mellett garantált több réteg, valamint általános regularizációk mellett is. Egy szintetikus adatbázison és az MNIST-en teszteltük a módszereinket. A különböző architektúrákat osztályozási célokra tanítottuk, és robusztusságukat az IFGSM-algoritmus segítségével értékeltük. Továbbá feed-forward architektúrákat is implementáltunk, hogy gyorsítsuk módszereinket. Vizsgálataink során csoportos és összevont csoportos architektúráink ígéretesnek tűntek. Az architektúráink mélységének növelése nem segített egyértelműen, azt gondoljuk, hogy adatbázisaink túl egyszerűek voltak, ezek a módszerek lehet, hogy javulást hoznának a CIFAR-típusú, összetettebb adatbázisok esetében.

**BALÁZS PATRÍCIA**

*balazs.panna@gmail.com*

Gazdaságinformatikus

MSc, 3. félév

Debreceni Egyetem

Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Aszalós László*

*külső témavezető, Morgan Stanley*

*Dr. Kósa Márk*

*külső témavezető, Dynata Hungary Kft.*

*Prof. Dr. Vaszil György*

*egyetemi tanár, DE IK*

**Kooperatív játékok információhiányos környezetben**

Napjainkban megnőtt az igény az emberi kapcsolattartásra, az emberek egyre távolabb kerülnek egymástól akár a felgyorsult világ, akár a járványhelyzet következtében. Így jó lehetőség, ha olyan alkalmazásokat hozunk létre, melyek segítik a távolsági kapcsolattartást, például a közös társasjátékozás lehetőségével.

Az elmúlt években jelentősen megnőtt az érdeklődés a kooperatív társasjátékok iránt, amelyekben a játékosoknak együtt kell működniük a közös győzelem érdekében. Ezeknek a játékoknak nagy része dedukciós játék, ahol valamilyen információhiányos környezetben kell a játékosoknak helytállniuk. Az ilyen játékokban számos lehetőség adódik különböző mesterséges intelligenciához kapcsolódó algoritmusok tesztelésére.

Kutatásom során a Hanabi társasjátékkal foglalkoztam, amely egy kooperatív és dedukciós játék. Vizsgálataim során egy olyan alkalmazást készítettem, amelynek segítségével az emberek és a gépi ágensek együttműködve játszhatnak végig egy-egy játékmenetet. Az ágensek a meglévő ismereteikből következtetnek ki újabb állításokat a modális logika és az automatikus tételbizonyítás felhasználásával, a feltételezhető lehetőségek közül pedig eltérő valószínűségekkel próbálnak meg választani. A tanulmányomban a modellezés és az alkalmazásfejlesztés során szerzett tapasztalataimat foglalom össze.

## **BALOGH ANDRÁS**

abalogh@inf.u-szeged.hu  
programtervező informatikus  
MSc, 4. félév

Szegedi Tudományegyetem  
Természettudományi és Informatikai Kar

Témavezető:

Dr. Jelasity Márk  
egyetemi tanár, tanszékvezető, SZTE TTIK

## **Robusztus modellvarrás: neurális reprezentációk hasonlósága a pontosságon túl**

Napjainkban a neurális hálózatok a gépi tanulás legelterjedtebb modelljei, azonban magas teljesítményüket árnyalják a működésükkel kapcsolatos nyitott, aktívan kutatott kérdések. Ilyen kérdéskör a hálózatok támadhatósága, amely során pl. képosztályozó hálózatok bemenetéhez emberi szemmel érzékelhetetlen perturbációk hozzáadásával a modellek kimenetei drasztikusan megváltoztathatók, ezáltal a hálózatok félrevezethetők.

Az ilyen támadás ellen védett (ún. robusztus) és nem robusztus hálózatok közötti különbségek feltárása fontos probléma, mivel ezzel felfedhető, hogy a támadások a hálózaton belül hol fejtik ki a hatásukat. Ezekből lehet következtetni a nem robusztus hálózatok gyenge pontjaira, amelyek ismerete elősegítheti robusztusabb hálózatok előállítását. A hálózatok összehasonlításának egyik meghatározó módszere a hálózatokat alkotó rétegek és az általuk kinyert reprezentációk elemzése. A dolgozat célja a robusztus és nem robusztus hálózatok reprezentációi közötti funkcionális hasonlóságok és eltérések vizsgálata.

A reprezentációk hasonlóságának vizsgálatára több módszer is ismert, a dolgozatban ezek közül a modellvarrást használom. Ennek segítségével megmutatom, hogy a robusztusság a reprezentációk funkcionális tulajdonsága, ezáltal a reprezentációk funkcionális hasonlóságát szükséges az osztályozási pontosság mellett a robusztusság szempontjából is vizsgálni. A robusztus funkcionális hasonlóság pontosságtól elkülönített vizsgálatának céljából bevezetem a robusztus modellvarrás módszerét.

A dolgozatban a standard és a robusztus modellvarrás használatával megmutatom, hogy a robusztus és nem robusztus reprezentációk az osztályozási pontosság szempontjából funkcionálisan hasonlóak, azonban a robusztusság szempontjából a funkcionális eltérések a bemenethez közeli rétegekben keresendők. Az eredményeim továbbá azt mutatják, hogy robusztus reprezentációk a pontosság megtartása mellett a robusztusságot megőrző és elvesztő módon egyaránt varrhatók. Ezen felül megállapítom, hogy a robusztus és a nem robusztus hálózatok az osztályozási feladatot azonosan, a reprezentációik klaszterezésével oldják meg.

<p><b>FARAGÓ RICHARD</b>  <i>faragorichard322@gmail.com</i>  Informatika  BA, 6. félév  Babeş–Bolyai  Tudományegyetem</p>	<p><b>FEKETE ÁRPÁD-BENCE</b>  <i>feketebencetyping@gmail.com</i>  Adatelemzés és modellezés  MA, 6. félév  Babeş–Bolyai  Tudományegyetem</p>	<p><b>FERENCZ DÁNIEL</b>  <i>daniel.ferencz2000@gmail.com</i>  Informatika  BA, 6. félév  Babeş–Bolyai  Tudományegyetem</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Témavezető:*

*Dr. Sulyok Csaba  
egyetemi adjunktus, RO BBTE*

## **Adrenaline Eye: Automatikus fényképezés kalandpark-látogatók számára gépi látás segítségével**

Kalandparkokban a pályák kialakítása miatt gyakran körülményes a látogatókról fényképeket készíteni, miközben átkelnek egy-egy akadályon. Megfelelő számú fényképész alkalmazása és a számukra szükséges infrastruktúra biztosítása jelentős többletköltségekkel járhat.

Az Adrenaline Eye projekt célja egy automatikus fényképezőrendszer megvalósítása a kalandparkokban felszerelt kamerák segítségével. Első lépésként a kamerák képeket készítenek, amelyeken egy neurális háló sisakfelismerést végez. A detektált sisakon a rendszer felismeri a számot, társítva a képeket a megfelelő felhasználóhoz a sisakszám és a látogatási idő alapján. Az elkészült album megtekinthető egy webes felületen keresztül.

A rendszer több modulból áll, melyek üzenetsorok segítségével kommunikálnak. Két komponens a kamerák kezelésével és a fotók készítésével foglalkozik. További kettő a képeket dolgozza fel gépi látást alkalmazva, valamint egy szolgáltatás gondoskodik a csoportosításról és tárolásról.

## **NAGHI MIRTILL-BOGLÁRKA**

nagy.mirtill@gmail.com

Szoftverfejlesztés

MSc, 4. félév

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem

Marosvásárhelyi Kar

Témavezető:

*Dr. Iclănzan David*  
egyetemi docens, RO EMTE MVK

### **A Collatz-probléma jellemzése lokális optimum hálózatokkal**

A hírhedt Collatz-sejtés, más néven a  $3n+1$  probléma kimondja, hogy két alapvető aritmetikai művelet megismétlése végül minden pozitív egész számot eggyé alakít. Míg megfogalmazása nagyon egyszerű, a sejtés „rendkívül nehéz problémának bizonyult, amely a mai matematika számára teljesen megoldhatatlan” (Lagarias, 2010), Erdős Pál is „teljesen reménytelennek” vélte. Ebben a dolgozatban a sejtés nehézségének újszerű jellemzését adjuk. Először is átfogalmazzuk a sejtést bináris optimalizálási feladatként, ahol a gyakorlatban az a cél, hogy megtaláljuk azokat a bitsztringeket, amelyek relatív hossznövekedése maximális a Collatz-folyamat során. Ezt követően elemezzük az optimalizálási probléma szerkezetét és jellemzőit különféle fitness táj metrikák és a helyi optimumok hálózatalapú modelljeinek segítségével. Az összes vizsgált problémaméretnél azt találtuk, hogy az így létrejövő tájak egyenetlenek és gyenge szerkezetűek. Úgy tűnik, hogy a helyi optimumok nem korrelálnak egymással, és nem is a keresési tér egy kis részére korlátozódnak. Ezen megfigyeléseinket felhasználva a továbbiakban egy optimalizált keresési algoritmust fejlesztettünk ki.

## NÉMETH DÁNIEL ISTVÁN

nemeth.daniel.istvan@hallgato.ppke.hu

mérnök-informatikus

BSc, 6. félév

Pázmány Péter Katolikus Egyetem

Információs Technológiai és Bionikai Kar

Témavezető:

dr. Tornai Kálmán

egyetemi docens, PPKE ITK

### Hálózati fogyasztók klasszifikációja edge computing megoldásokkal

A megújuló energiaforrások elterjedésével egyre nehezebb feladat az elektromos hálózat terhelésének és termelésének kiegyensúlyozása. A folyamatosan változó terhelés mellett a termelés oldalán is megjelentek a nem vezérelhető nap- és szélenergiaforrások. A megújuló energiaforrások kihasználásának maximalizálásához szükséges a hálózat fogyasztói összetételének ismerete, valamint a fogyasztók vezérlése, ütemezése. Ezzel lehetőség nyílik a terhelés előrejelzésére és a fogyasztók üzemelésével a megújuló energiaforrások kihasználása maximalizálható.

A kutatás korábbi lépéseiben megépítésre került egy mérőeszköz-prototípus, amely dimmer segítségével levágja a fogyasztó feszültségforrását, és méri a fogyasztó reakcióját. A mérési adatokat többféle klasszifikációs módszerrel vizsgáltam, ezek közül a legpontosabb a CNN-alapú klasszifikáció volt. Megvizsgáltam, hogy kevesebb adattal is elérhető-e hasonlóan pontos eredményeket. Négy különböző mérési eljárást megvizsgálva, a klasszifikációs pontosság csak kis mértékben romlik (ezen eredményeket korábbi TDK dolgozatomban és nemzetközi konferencián is bemutattam). A különböző mérési eljárások és klasszifikációs módszerek vizsgálatának célja az volt, hogy mind felhőalapú klasszifikációhoz, mind edge computing megoldásokhoz nyújtson lehetséges megoldást. Ezen TDK dolgozat az edge computing megoldás megvalósítását tartalmazza. Új prototípus eszközt kellett építeni, mely képes egyszerre WiFi-n kommunikálni, a klasszifikációt futtatni és a mérést elvégezni. Az új prototípusban egy RP2040 mikrokontroller felel a mérés elvégzéséért, míg az ESP32 végzi a klasszifikációt és kommunikál WiFi-n keresztül.

A megépített prototípus validálása mérésekkel is megtörtént. Az eredeti kutatásban használt eszközök újra megmérésre kerültek, az adatokból került tanításra a CNN. Ezután a mérőeszközzel újabb méréseket végeztem, ekkor a mikrokontroller végezte a klasszifikációt. Az eredmények alapján a rendszer pontosan képes meghatározni a csatlakoztatott fogyasztót, 99% feletti pontosságot értem el. A teljes folyamat kevesebb, mint öt másodpercet vesz igénybe. A TDK dolgozatban bemutatott eredményekből nemzetközi folyóiratcikk is készült, mely az OTDK-ra való nevezéskor bírálat alatt van.

**SZÁSZ ATTILA**

*h985542@stud.u-szeged.hu*  
Programtervező informatikus  
BSc, 6. félév

Szegedi Tudományegyetem  
Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Bánhelyi Balázs*  
*egyetemi docens, SZTE TTIK*

**ReLU neuronhálózatok robusztusságának vizsgálata szimbolikus intervallum propagáció segítségével**

A mai neurális hálók nagy hatékonysággal képesek különböző osztályozási feladatokat megoldani. Sajnos ezen osztályozás eredményére a tanítás során nem sok ráhatása van a felhasználónak. A jelenlegi vizsgálatokban észrevették, hogy előfordulnak olyan esetek, melyekben a neuronháló bár jól tanult, a tanító esetekhez hasonló, kis eltérést mutató példákon már hibázik. Ezeket a példákat nevezi a szakirodalom adverszális/ellenséges példáknak. Számos korszerű rendszert dolgoztak ki az évek során a kutatók, melyekkel az ilyen példák nemlétezését lehetett bizonyítani. Egyes rendszerek a gyorsaságra, mások a megbízható számításokra koncentráltak. A munkánk során készítettünk egy, a megbízhatóságot szem előtt tartó kiértékelő rendszert, mely kimeneteit megvizsgáltuk különböző hálózatok esetében, illetve összehasonlítottuk más kiértékelési módszerekkel kapott eredményekkel.

## **SZÜCS ÁGNES**

aaagggiii@gmail.com

Matematikus

MSc, 3. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Természettudományi Kar

Témavezető:

*Dr. Viharos Zsolt János*

*tudományos főmunkatárs, Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet*

*(SZTAKI) Mérnöki és Üzleti Intelligencia Kutatólaboratórium (EMI)*

### **Statisztikát és információelméletet integráló mértéket alkalmazó dinamikus algoritmus mesterséges neurális hálózat tanítására**

A mesterséges intelligencia/gépi tanulás és az adattudomány széles körben elterjedt módszerei között tartják számon a mesterséges neurális hálózatokat. Ezen modell felépítésének fontos kulcseleme a hálózat súlyainak tanítása algoritmikus módszerekkel. Jelen (O)TDK dolgozat egy új tanító mérték és egy új tanító algoritmus bevezetését és részletes elemzését tűzi ki célul. A tanítás megoldására a Levenberg–Marquardt-algoritmust (LM) használja alapként a MultiLayer Perceptron (MLP) neurális háló modell mellett. A megoldás más modellstruktúrák (pl. mélyhálók) és más tanító algoritmus (pl. ADAM) esetén is működőképes. Az implementáció Python-környezetben történt.

A kutatás egyik fő újdonsága az (eredetileg is gyorsítási céllal létrehozott) LM-algoritmus további gyorsítása két új technikával. A másik egy igen lényeges előrelépés egy új hibamérték bevezetésére, amely a Silva és társai által (2008)<sup>1</sup> bemutatott hiba általunk kidolgozott továbbfejlesztése: az ún. abszolútérték exponenciális hiba.

Az új algoritmus nagyszámú benchmark adathalmazon került validálásra három fő szempont szerint: modellpontosság, tanítási sebesség és algoritmusstabilitás. Az újonnan bevezetett tanuló algoritmusról elmondható, hogy önszabályzó módon, dinamikusan integrálja a statisztikát és információelméletet, továbbá a kapcsolódó, releváns tudományos irodalomban fellelhető aktuális eredményekhez képest számos szempont szerint jobb eredményt képes elérni.

A kutatás a szerző és a témavezető közös munkája, pl. az Elsevier CRediT author statement<sup>2</sup> alapján a hozzájárulások a következőképpen határozhatók el:

- Dr. Viharos Zsolt János: koncepció, módszertan, validáció, formális elemzés, infrastruktúra, írás – eredeti változat, írás – ellenőrzés és szerkesztés, szupervízió, projektadminisztráció, finanszírozás
- Szűcs Ágnes: módszertan, szoftver, validáció, formális elemzés, vizsgálat, adatmenedzsment, írás – eredeti változat, vizualizáció

<sup>1</sup> L. M. Silva; J. M. de Sá; L. A. Alexandre: "Data classification with multilayer perceptrons using a generalized error function", Neural Networks, Vol. 21, pp. 1302-1310, 2008

<sup>2</sup> <https://www.elsevier.com/authors/policies-and-guidelines/credit-author-statement>, 2023.01.06.

# Modellezés és szimuláció tagozat

Április 17., hétfő, 14 óra

## Zsűritagok:

Dr. Dávid László, RO-EMTE – zsűrielnök

Dr. Vinkó Tamás, SZTE

Dr. Horváth Zoltán, ELTE



## **EDVY MÁTÉ**

f49pla@student.uni-pannon.hu

gazdaságinformatikus

BSc, 7. félév

Pannon Egyetem

Műszaki Informatikai Kar

Témavezető:

*Dr. Mihálykóné dr. Orbán Éva  
egyetemi docens, PE MIK*

### **Viszontbiztosítási modellek vizsgálata**

Dolgozatom témája a viszontbiztosítási modellek vizsgálata, a vizsgálat módszerül Monte-Carlo-szimulációt alkalmaztam.

A biztosítótársaságok alapításkor egy meghatározott alaptőkével rendelkeznek, s ezt a pénzmennyiséget az ügyfelek által befizetett pénzmennyiség növeli, miközben véletlen időpontokban történő véletlen nagyságú kifizetések csökkentik. Amennyiben a biztosítótársaság kasszájában levő pénzmennyiség nulla alá csökken, a biztosítótársaság tönkremegy. Ha egy biztosító úgy ítéli meg, hogy a kárkifizetés számára túl kockázatos, viszontbiztosítást köthet más céggel, amely átvállalja a károk kifizetésének egy részét, cserébe a biztosító lemond a bevétele egy részéről a viszontbiztosító javára.

Dolgozatomban a Sparre Andersen-alapmodell mellett vizsgáltam azt az esetet, amely csak a viszontbiztosítást kötő biztosító pénzügyi folyamatait elemzi, valamint felállítottam egy olyan modellt, amelyben két biztosító egymást kölcsönösen viszontbiztosítja. Ez esetben párhuzamosan kell vizsgálni a két biztosító kasszájában lejátszódó sztochasztikus folyamatokat.

Diszkrét eloszlású valószínűségi változókat, valamint kártöbblet- viszontbiztosítást feltételezve felírtam a kétoldali viszontbiztosítás esetén is a tönkremenési valószínűségekre vonatkozó differenciaegyenletet, de megoldani összetettsége miatt nem tudtam.

A szimulációs vizsgálatokhoz készítettem egy programot, amely alkalmas a biztosítók pénzügyi folyamatának szimulálására mind viszontbiztosítás nélküli, mind egyoldali és kétoldali viszontbiztosítási modellek esetén. A program segítségével vizsgáltam a paraméterek hatását a tönkremenési valószínűségekre, a tönkremenési időkre, valamint a tönkremenéskor kialakuló hiány nagyságára. Megmutattam, hogy teljesen szimmetrikus paraméterek esetén is csökkenthető a biztosítók tönkremenési valószínűsége, ha kölcsönösen viszontbiztosítják egymást.

A program a későbbiekben bővíthető kamatbevétel, hitelfelvétel, adó- és osztalékfizetés beépítésével.

## **FARAGÓ ATTILA**

attila.farago@gmx.at

gépészmérnök

BSc, 7. félév

Neumann János Egyetem

GAMF Műszaki és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dobján Tibor*

*főiskolai tanársegéd, NJE GAMFK*

## **A gravitációs hullámok adatainak strukturált beolvasása és megjelenítése LabView környezetben**

A tudományos világban elengedhetetlen olyan segédprogramok használata, amelyek megkönnyítik az adatok feldolgozását. Alapvető elvárásként azt tűztem ki, hogy egy szabadon hozzáférhető adatfeldolgozó programcsomagot publikáljak, ami a LabVIEW felhasználói szintű ismeretével is közérthető. A gravitációs hullámok adatcsomagjai többségében HDF formátumban vannak közzétéve, melyek kiolvasása és értelmezése a kutatómunkában járatlanabbak számára eltántorító lehet.

Első lépésben objektumtípus-keresést hajtottam végre, majd létrehoztam egy adatklasztert, mellyel minden fájl egységesen kiolvashatóvá vált. Struktúrák alkalmazásával kinyertem a metaadatokat is. Konverziós utasításokkal időbélyeg-alapú adatkezelést tettem lehetővé. Aritmetikai műveletekkel és cikluslogikával feltártam és vizuálisan megjelenítettem az adatmaszkok és a nyúlás időjel állományait. A kinyert adatok jelentését és tartalmát szakirodalom alapján bemutattam, ideértve a fizikai háttérismereteket és a HDF-struktúrát is.

A dolgozat írása során sikerült olyan megoldásokat találnom, melyek képessé tették a programot a GWOSC honlapján fellelhető gravitációs hullámok adatait tároló, HDF5 formátumú fájlok kiolvasására. Meghaladtam a már létező HDFView szoftver képességeit, mivel az adatok megjelenítése mellett a feldolgozásukat is lehetővé tettem. Elértem ezáltal, hogy kikerülhetővé váljon a HDF5 formátum kezeléséhez szükséges ismeretek elsajátítása. A gravitációs hullámokkal kapcsolatos kutatás így már nem feltétlenül igényel alfanumerikus programozási ismereteket.

Olyan példaalkalmazásokat is készítettem, amik demonstrálták a LabVIEW jelfeldolgozó eszköztárának hasznosíthatóságát. Ezzel előremozdítottam a témában zajló kutatási tevékenységet a programozási nyelvek ismeretében kevésbé jártas egyének számára. A programcsomagot GraviFetch néven publikáltam, melyet pozitív elbírálás után közzétett a VI Package Manager is, így világszerte elérhetővé és használhatóvá vált a munkám, elősegítve a fiatalabb generáció bevonását is a gravitációs hullámok kutatásába.

**FODOR ATTILA**

*fodor.attila@stud.uni-obuda.hu*

villamosmérnök

BSc, 5. félév

Óbudai Egyetem

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

*Témavezető:*

*Sándor Tamás*

*mestertanár, OE KVK*

## **Ikerhajtású motorok hatékonyságának meghatározása járműsebességből történő visszszámolással**

Kutatásunk célja, hogy hatékony algoritmust dolgozzunk ki az elektromos ikerhajtású menetrend szerint közlekedő buszok automata sebességváltóinak időzítésére és a fokozat kiválasztására. Dolgozatomban egy kinematikai eljárást mutatok be, mellyel a gépjármű sebességéből és a sebességváltó fokozataival kiválasztható áttételek arányszámaiból meghatározható a hajtás villamos motorjának a hatásfoka. Ennek az eljárásnak a továbbfejlesztése már autonóm rendszerek alkalmazásával folyik, ugyanis ikerhajtások esetén a választás már nem annyira matematikai, inkább praktikai alapokon nyugszik.

## GYARMATI LÁSZLÓ

xdktdk96@gmail.com  
programtervező informatikus  
MSc, 3. félév

Pannon Egyetem  
Műszaki Informatikai Kar

Témavezető:

Dr. Mihálykó Csaba  
egyetemi docens, PE MIK

### **Az általánosított Thurstone-módszer működésére vonatkozó feltételek elméleti és szimulációs vizsgálata, alkalmazással**

Az általánosított Thurstone-módszer a páros összehasonlítási módszerek egyik formája. Dolgozatom első felében a háromopciós általánosított Thurstone-módszer alkalmazhatóságának feltételrendszerével foglalkoztam. Ez azért fontos terület, mert a paraméter becslésére használt likelihood-függvényt csak akkor lehet kiértékelésre használni, és így sorrendet és erősségeket megállapítani, ha az adott bemeneti adatok mellett létezik egyértelmű maximumhelye a függvénynek. Mivel eddig még nem ismert a három opció esetén szükséges és elégséges feltételrendszer a módszerhez, ezért célul tűztem ki, hogy megtaláljam ezt.

[1, 2]\* tartalmaznak olyan feltételrendszereket, melyek teljesülése esetén látens valószínűségi változókon alapuló módszerek maximum likelihood becsléssel kombinálva alkalmazhatók kiértékelésre. Ezek kombinálásával megadtam egy új, mindkettőt általánosító, Hybridnek nevezett feltételrendszert. Az újonnan készített és a másik két feltételrendszert nagyszámú szimuláció segítségével teszteltem és összehasonlítottam különféle szituációkban, hogy kiderüljön: milyen helyzetben melyik feltételrendszer használata előnyös, melyik jobb a másiknál. Megállapítottam, hogy az irodalomban fellelhető feltételrendszerek mindegyike lényegesen gyengébb, mint a Hybrid. Elméleti megfontolások és szimulációs eredmények alapján azt sejtem, hogy a Hybrid feltételrendszer szükséges és elégséges.

Alkalmazásként a Premier League 2020/21-es idényét elemeztem. A Hybrid feltételrendszert használva megállapítottam, hogy az általánosított Thurstone-módszer a 8. fordulótól képes előrejelezni a bajnokság mérkőzéseinek kimenetelét. Időhatással súlyozó módszereket dolgoztam ki, és az azokkal kapott találati arányszámokat összevetettem egymással, valamint az irodalomban található módszerek által kapott arányszámokkal, és kiderült, hogy az általam konstruáltak közül a legjobb versenyképes a legfrissebb nemzetközi módszerekkel is.

\* [1] Davidson, R. R. (1970). On extending the Bradley-Terry model to accommodate ties in paired comparison experiments. *Journal of the American Statistical Association*, 65(329), 317–328.

[2] Orbán-Mihálykó, É., Mihálykó, C., & Koltay, L. (2019). A generalization of the Thurstone method for multiple choice and incomplete paired comparisons. *Central European Journal of Operations Research*, 27(1), 133–159

## HAJDARA TAMÁS

hajdara.tamas@hallgato.ppke.hu

mérnökinformatikus

MSc, 2. félév

Pázmány Péter Katolikus Egyetem

Információs Technológiai és Bionikai Kar

Témavezetők:

*Dr. Reguly István  
egyetemi docens, PPKE ITK*

*Balogh Gábor Dániel  
doktorandusz, PPKE ITK*

## Nagyteljesítményű szonár szimulációs környezet létrehozása

A vízi katasztrófavédelem területén jelenleg a tengeralattjárókra szerelt vagy magában álló eszközként használt szonárokat használják tavak, folyók és tengerek domborzatának a feltérképezésére. Nagyobb távolságok (mélységek) és szennyezés esetén még a rendkívül magas megvilágítás sem teszi alkalmassá a környezetet hagyományos kamerával történő megfigyelésre. Ezért a szonárral történő képalkotás az egyetlen mód a statikus vagy mozgó objektumok észlelésére a vízben.

A cél egy olyan rendszer megvalósítása, ami egy katasztrófa során az áldozatok felkutatását és mentését jelentősen megkönnyíti, és nehéz körülmények között is lehetővé teszi. Jelenleg szonárokkal készíthető mélységi felvétel a fenék vagy meder aktuális állapotáról, azonban a búvár a merülés folyamán nem rendelkezik az orientációjának megfelelő, folyamatos és friss képi információval. A tervezett rendszer és eljárás olyan megoldást javasol, ami értelmezhetővé teszi és a búvár orientációjának megfelelően megjeleníti a környezetét. A megoldás együttesen támaszkodik az érzékelőkre, mély hálózattal történő gépi tanulás alapú képfeldolgozási módszerre és az AR megjelenítési technológiára.

A gépi tanuláshoz szükséges egy tanító adatbázis sok adattal. Ehhez az adatbázishoz a jelenlegi meglévő adatok hiányosak, amelyek pedig rendelkezésre állnak, azok rossz felbontásúak, így nem lehet őket megfelelően használni. A tanító adatbázis létrehozásához cél egy szimulációs környezet elkészítése, melynek segítségével pontfelhőket lehet létrehozni, amelyek nagy pontosságú, jó minőségű és felbontású adatként a tanító adatbázist bővítenék.

## **HORVÁTH PÉTER**

horpetaa@gmail.com

villamosmérnök

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Témavezető:

*Dr. Horváth Bálint*  
egyetemi adjunktus, BME VIK

### **Vezeték nélküli eszközök numerikus modelljének validációja**

A telekommunikáció gyors fejlődésével a vezeték nélküli hordozható eszközök (PWD) száma is drasztikusan növekszik. Ezen eszközökre vonatkozó rádiófrekvenciás (RF) szabványok mérése költséges és időigényes. A készülékek piacra kerüléséhez elengedhetetlen az RF dozimetriai előírások betartása, melyet a fajlagos elnyelési tényezővel (SAR) jellemeznek. A SAR származtatható az elektromos térerősség abszolút értékének a négyzetéből. Egyre nagyobb a törekvés arra, hogy a SAR meghatározásához szükséges komplikált mérések egy részét szoftveres szimulációval, numerikus térszámítással váltsák ki. Ehhez szükséges ugyanakkor a mérés alatt álló eszköz numerikus modelljének validációja egyszerűbb mérések által. A jelenleg érvényben lévő validációs eljárás az elektromos térerősség mérésével történik, speciálisan erre a célra kialakított mérőszobákban. Ugyanakkor a frekvencia növelésével még ezen egyszerűsített mérések is egyre költségesebbek és nagyobb komplexitásúak, emiatt szükségessé válhat más módszerek alkalmazása.

Egy költséghatékony alternatíva az elektromos térerősség közvetlen mérése helyett a PWD antenna bemeneti impedanciája mint egykapu-karakterisztika vizsgálata. A mérés során az antenna közelében egy kontrollobjektum kerül elhelyezésre, ami perturbálja a teret, és megváltoztatja az eszköz bemeneti impedanciáját. A térerősség abszolút értékének négyzete dekonvolúció alkalmazásával visszaállítható az impedanciaváltozásból, így közvetett módon végrehajtható a validálás. Az ismertetett módszer jóval kisebb eszközígényű, és bizonyos esetekben akár pontosabb eredményhez is vezethet, mint a jelenleg alkalmazott eljárások.

Dolgozatomban bemutatom az újfajta validációs módszer alapjául szolgáló általános érvényű formulákat. Ezt követően elvégzem egy konkrét antenna numerikus szimulációját, és megvizsgálom egy kontrollobjektum helyzetének függvényében annak impedanciaváltozását. A kiszámított eredmények alapján elvégzem a dekonvolúciós visszaállítási eljárást, mely segítségével közelítőleg meghatározom az antenna által (a kontrollobjektum jelenléte nélkül) létrehozott elektromos térerősség abszolút értékének négyzetét. Az alkalmazott közelítések aszimptotikusan teljesültek. A dekonvolúciós visszaállításhoz regularizációs eljárások alkalmazása elengedhetetlennek minősült.

**MONDOK MILÁN**

*milanmondok1998@gmail.com*

mérnök-informatikus szak

MSc, 2. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Molnár Vince*

*egyetemi adjunktus, BME VIK*

**Hatékony absztrakcióalapú modellellenőrzés  
doménspecifikus információk kihasználásával**

A kritikus rendszerek helyes működésének szavatolása kulcsfontosságú. Ezek legkisebb hibája is súlyos anyagi kárral járhat, akár emberi életbe kerülhet. A formális verifikáció képes a rendszerek helyességének matematikailag precíz bizonyítására és a rejtett hibák megtalálására is, elterjedését azonban hátráltatja nagy számításigénye. A hardverek és beágyazott szoftverek területén mára kiterjedt formális verifikációs eszközkészlet áll rendelkezésre, ez azonban a rendszertervezésről sajnos nem mondható el.

A rendszertervezésben használt magas szintű, összetett, heterogén modellek ellenőrzése más jellegű kihívást jelent. Egy rendszerterv több heterogén komponenst is tartalmaz, így a teljes rendszer formális leírásához olyan közös nyelvre van szükség, amely jó kompromisszumot jelent a különböző paradigmák között. Egy ilyen nyelv megtervezése során az általánosság és a hatékonyság között egyensúlyozunk: hogyan tudunk minél több magas szintű információt kihasználni az ellenőrzésben úgy, hogy a különböző heterogén komponensek közös leírásának lehetőségét ne veszítsük el.

Korábbi kutatásom során kidolgoztam a kiterjesztett szimbolikus tranzíciós rendszer (XSTS) formalizmust, mely az első lépése volt egy ilyen nyelv megalkotásának. Jelen dolgozatomban olyan kiegészítéseket és optimalizációkat mutatok be, melyekkel az XSTS nyelv és infrastruktúra képessé vált nagy méretű, ipari modellek ellenőrzésére. Új nyelvi elemek bevezetésével szélesítettem az ellenőrizhető mérnöki modellek körét. A szorlat absztrakt domén továbbfejlesztésével létrehoztam egy absztrakt domént, mely hatékonyan kezeli együtt a vezérlési és adatinformációkat. Kidolgoztam algoritmikus optimalizációkat az adott absztrakciós szinten rendelkezésre álló információ leghatékonyabb felhasználásához, melyek egyszerűsítik az algoritmus mögötti logikai megoldónak átadott kifejezéseket. A bemutatott kiegészítések jelentős lépést jelentenek a heterogén rendszertervek ellenőrzéséhez optimális absztrakciós szint megtalálásában. Eredményeim alátámasztására dolgozatomban egy SysML modellezési nyelven készült esettanulmányt is bemutatok, mely az XSTS nyelv segítségével vált verifikálhatóvá, és demonstrálja a nyelv gyakorlati alkalmazhatóságát. Megközelitésem alaposabb kiértékeléséhez kiterjedt mérési kampányt folytattam, melynek eredményei alátámasztják a kiegészítések hatékonyságát.

**SZENES ATTILA**

szenesattila@student.elte.hu

vezetés és szervezés

MSc, 4. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Gazdaságtudományi Kar

Témavezető:

Dr. Jónás Tamás

egyetemi docens, ELTE GTK

## **Szimulációalapú többtényezős döntési modell gyakorlati alkalmazása projektkörnyezetben**

Bár napjainkban a projektkörnyezetben végzett munka egyre jelentősebb súllyal bír, a projektek alig fele, harmada záródik sikeresen. Ennek háttérében, számos tényező mellett, a nem módszeres tervezés áll. Érdekes ellentmondás, hogy amíg a mesterséges intelligencia alkalmazását a projektmenedzsmentben hatalmas várakozás övezi, a tervezés leggyakrabban nem automatizált, manuális eszközökkel történik.

A dolgozat bemutat egy alacsony számításigényű szimulációs módszert, amivel projektterv-alternatívákat készíthetünk, javaslatokat téve a kapacitásra, a tevékenységek kezdési és befejezési idejére, valamint a terjedelmük optimalizálására. A technológiai adottságokat, a tevékenységek időigényét, szakmai tartalmát és az azok közti függéseket adottságként kezeljük.

Ehhez egy olyan rendszert építünk, ami ún. ügynök-alapú szimuláció segítségével néhány perc alatt több ezer alternatívát képes készíteni. A szimulációhoz a NetLogo szoftvert alkalmazzuk.

A szimuláció eredményei közül egy kvázi-aritmetikai közepekkel operáló többtényezős döntési modell segítségével választunk. A Dombi és Jónás-féle súlyozott aggregáló rendszerrel úgy tudunk kijátszani ideális kimenetet a döntéshozó számára, hogy annak elegendő bemenetként az elvárásait megadnia, amiből számoljuk a súlyokat és az aggregációt. Ezen műveletek alapja egy közös generátorfüggvény, aminek kiválasztására is teszünk javaslatot.

Végeredményként egy, a gyakorlatban is hasznosítható, tágabb értelemben mesterséges intelligencia szakértői rendszernek tekinthető, kevés bemenettel operáló autoütemezőt készítenek.

## VÖRÖS ASZTRIK

asztrik35@gmail.com

mérnök-informatikus

BSc, 5. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Témavezetők:

Szekeres Dániel  
doktorandusz, BME VIK

Dr. Vörös András  
egyetemi docens, BME VIK

Dr. Molnár Vince  
egyetemi adjunktus, BME VIK

### Informált keresési stratégiák absztrakcióalapú modellellenőrzésben

Célom, hogy a kritikus szoftver-alapú beágyazott rendszerek formális verifikálással történő helyességbizonyítását hatékonyabbá tegyem. Ezt az absztrakcióalapú CEGAR módszerben alkalmazott keresések hatékonyabbá tételével valósítottam meg. A kifejlesztett keresési algoritmusok garantálják a legrövidebb ellenpélda megtalálását is, hiszen ez a mérnökök hibajavítási munkáját nagyban könnyítheti.

A keresési algoritmusváltozatok A\* kereséseknek felelnek meg, különböző heurisztika számítási módszerekkel. Heurisztikának az egyel korábbi CEGAR iterációbeli távolságértékeit használom fel, amihez szükséges meghatározni a kapcsolatot a két iteráció csúcsai között. Az első változat során minden iterációban teljes kifejtést hajtok végre, így a távolságértékek, amiket a későbbi iterációk heurisztikának használnak fel, mindig rendelkezésre állnak. A második változatban csak az első hibás állapot megtalálásáig történik a kifejtés, ami azt eredményezi, hogy egyes távolságértékek ismeretlenek lesznek. Ha szükségünk van egy későbbi iterációban heurisztikaként egy ilyen csúcs távolságára, akkor a csúcsból keresést kell indítani a távolság megismerésére. Ez a folyamat rekurzívan tetszőleges mélységig történhet. A harmadik változatban ismeretlen heurisztika esetén nem kerül meghatározásra a korábbi iterációbeli távolságérték, hanem a meglévő heurisztikákból származtatódik egy heurisztika.

A dolgozatom során kidolgoztam a hierarchikus A\*-alapú absztrakciós modellellenőrzés elméletét, illetve bizonyítottam, hogy az algoritmusok garantálják a legrövidebb ellenpélda megtalálását. Szintén kidolgoztam 3 heurisztikasámítási módszert, melyek helyességét szintén bizonyítottam. Implementáltam az új algoritmusokat a nyílt forráskódú Theta modellellenőrző keretrendszerben, majd azok teljesítményét kiértékeltem többek között ipari modellek verifikálásával. A szoftverek verifikálása során adott konfiguráció mellett jelentős mértékben több rendszert tudtak a kifejlesztett változatok verifikálni adott időkorlát mellett a Thetába beépített keresési algoritmusokkal összehasonlítva.

Az eredmények alapján látható, hogy a CEGAR-ban történő keresések során érdemes felhasználni a korábbi iterációkban kinyerhető információkat. Általánosságban elmondható, hogy az egyik új algoritmus minden mért konfigurációban legalább olyan jól teljesít, mint a Thetába beépített korábbi verifikációs algoritmusok.

# Számítógépes látás tagozat

Április 17., hétfő, 14 óra

## Zsűritagok:

Dr. Vámosy Zoltán, ÓE – zsűrielnök

Dr. Kató Zoltán, SZTE

Dr. Vajda Tamás, RO-EMTE



**AHMAD TAAN***ahmadtaan91@gmail.com*

Computer Science - Data Science

MSc, 5. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

*Témavezető:**Kopácsi László**tudományos munkatárs, doktorandusz, ELTE IK***Laboratóriumi rágcsálók automatizált viselkedéselemzése  
mélytanulás és számítógépes látás alapján**

For many years, the study of rodents' social behaviour and interactions has been given special consideration in biology due to the similarity between humans and rodents in their genetic composition. By analyzing the behaviour of rodents injected with specific drugs, for example, we can conclude the effects of these drugs on humans. In this research, a footage is recorded for two interacting rodents. Several experiments are conducted on rodents injected with a particular drug in each experiment. The current method of manually analyzing the footage by the researcher is hard to achieve, takes much time and effort, and leads to inconsistent outcomes reached by different researchers. Alternatively, we have developed automated software based on deep learning (DL) and computer vision (CV). In the first phase, a DL instance segmentation model is trained on hand-annotated ground-truth frame sequences. A tracking algorithm is implemented afterward to analyze the behavior of each rodent separately. Next, we deployed various CV methods to segment the tail, detect the keypoints, and build a rule-based model to identify the social behaviour of the rodents in each frame of the sequence. Definitions of various behaviours are first set by the domain expert and used to annotate ground-truth sequence frames for the social behaviors. Lastly, we implemented certain rules to identify the behaviors by utilizing CV methods.

**BRAGHINI BENJAMIN**

agc69u@student.uni-pannon.hu

Programtervező informatikus

BSc, 9. félév

Pannon Egyetem

Műszaki Informatikai Kar

Témavezető:

Rádli Richárd

ügyvivő-szakértő, doktorandusz, PE MIK

**Innovatív Ipar 4.0 megoldások robotkörnyezetekben**

Napjainkban, mikor a negyedik ipari forradalom egyre nagyobb teret hódít magának, előtérbe kerülnek az olyan ágazatok, mint a gépi látás és a robotika. E két területet kombinálva, a mérnökök képesek olyan autonóm robot rendszerek fejlesztésére, amilyenekre korábban nem volt lehetőségük. Az ilyen rendszerek konstruálásához viszont fontos, hogy a robotok tisztában legyenek az őket körülvevő környezettel. A dolgozat célja a jelenleg Ipar 4.0-ában használt módszerek feltérképezése, majd a megszerzett tudás birtokában innovatív megoldások fejlesztése robot környezetben.

Egy robotrendszer érdemi használatba vétele előtt nagyon fontos, hogy mind a robotkar, mind pedig a robotkaron elhelyezkedő megfogó és kamera kalibrálva legyenek egymáshoz képest. Erre a klasszikus megoldás, ha elhelyezünk egy sakktáblát a munkaterületen, és előre felvett pontok alapján végig haladva képeket készítünk. A pályamunkám keretein belül ezt szeretném kiváltani egy teljesen dinamikus megoldással.

Ennek a megközelítésnek a célja az lenne, hogy a sakktábla akárhol lehet a munkaterületen, a rendszer megkeresné a sakktáblát, és bekalibrálná magát. További célkitűzés: már létező objektumdetektáló és pózbecslő algoritmusok alkalmazása és fúziója. Ezekkel az algoritmusokkal két célt igyekszek megvalósítani: először egy memória modul, majd egy alaplap detektálását és pózbecslését szeretném elvégezni. Végezetül a memória modult megfogva, azt egy robotkarral szerelt megfogóval kiemelni a tálcájából, és behelyezni az alaplap egy tetszőleges memória foglalatába.

**CSENGERI BENCE ZSOMBOR**

bencecsengeri@gmail.com  
Programtervező Informatikus  
BSc, 3. félév

Debreceni Egyetem  
Informatikai Kar

**MOLNÁR KRISTÓF**

moleszkgf@gmail.com  
Programtervező Informatikus  
BSc, 3. félév

Debreceni Egyetem  
Informatikai Kar

Témavezető:

Apró Anikó  
egyetemi tanársegéd, DE IK

**Szemmozgást vizsgáló és modellező gyógypedagógiai rendszer**

A 2021 őszi tanévben elkezdett kutatásunk a szemmozgás gyógypedagógiai területeken való potenciális felhasználási lehetőségeiről szól. A kutatáshoz felhasznált szoftvert, hardware-t az Egyetem falai között fejlesztettük ki és finomítottuk oly módon, hogy használható, valós adatokat tudjunk kinyerni. A projekt kidolgozása és a szoftver fejlesztése alatt folyamatosan konzultáltunk gyógypedagógia szakos hallgatókkal és már praktizáló gyógypedagógusokkal is.

Számos technológiát kipróbáltunk a kódolás közben, viszont végül a Python (Mediapipe)-ot találtuk a legmegfelelőbbnek. A 3D-s modellünket 8 darab szervomotor mozgatja, melyeket egy Raspberry Pi vezérel.

A kutatásunkat kivittük terepre is. A Debreceni Bárczi Gusztáv Egységes Gyógypedagógiai Módszertani Intézményben fogadtak minket, ahol több mint 30 ott tanuló sérült gyermek felmérését végeztük el. Ide elkísért minket egy gyógypedagógia szakos hallgató is, aki segített a felmérés lebonyolításában.

A kinyert adatokat megtisztítottuk a nagyon kiugró értékektől, majd kirajzoltuk gráfra. A Debreceni Református Kollégium Gimnáziumában mértük fel a kontrollcsoportunkat, ahol ismételten több mint 30 gyermek szemmozgásának adatát nyertük ki. A két csoportot össze tudjuk hasonlítani és kimutatni a különbségeket egy sérült és egy nem sérült gyermek szemmozgása között.

A szoftver számos finomításon ment keresztül, így értük el azt a szintet, hogy magabiztosan tudnánk használni ezeket az adatokat a jövőben komolyabb kutatásokra is, például diagnosztikai mesterséges intelligencia betanítására, vagy egy robot szemmozgásának beprogramozására a kinyert adatok alapján.

**FARKAS PÉTER**

*z2tb8e@inf.elte.hu*

Programtervező Informatikus  
MSc, 4. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Informatikai Kar

**JÁMBOR DOMINIK**

*j4foyj@inf.elte.hu*

Programtervező Informatikus  
MSc, 4. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Cserép Máté*

*egyetemi tanársegéd, ELTE IK*

**LiDAR pontfelhők pozicionálása szenzorfüzióval**

A mozgó objektum körüli feltérképezés nagy népszerűsége tett szert az elmúlt években, elsősorban az önvezető járművek népszerűsége kapcsán, de a problémakör tárgya rendelkezik további fontos felhasználási területekkel is, mint például a veszélyes vagy távoli helyek feltérképezése, vagy a létesítményekben való hibák detektálása és vizsgálata, mivel az ezen területeken való előrelépés biztonságosabb munka- és életkörülményekhez vezet.

A feladat megoldására több különböző alapvető megközelítés ismert, amiket gyakran kombinálni is szoktak a jobb eredmények elérése érdekében. A saját kutatásunk ezt a fúziós témakört célozta meg.

Ezen dolgozat egy csővezeték alapú architektúrát alkalmazva közelíti meg a problémát úgy, hogy LiDAR felvételek alapján épít fel egy pontfelhőt a bejárt területről SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) számítások, illetve IMU (Inertial Measurement Unit) és GNSS (Global Navigation Satellite System) adatok támogatásával.

A cél egy rugalmas, könnyen bővíthető keretrendszer létrehozása volt, amiben a kívánt fúziótípusokat meg lehet vizsgálni, illetve a jövőben további adatforrásokkal lehet kiegészíteni. További cél volt a kutatás költséghatékony és könnyen reprodukálható elvégzése, így a mérőeszközöket javarészt a leggazdaságosabb kategóriákból választottuk ki.

Az előállt rendszer SLAM-LiDAR, GPS-LiDAR, GPS-SLAM-LiDAR és IMU-SLAM-LiDAR kombinációkkal került megvizsgálásra, melyek között volt kézikocsi, illetve személyautó segítségével végzett mérés is. Mindegyik konfiguráció ígéretes eredményekkel szolgált, ezzel alapot teremtve a további fejlesztésre és kutatásra az alkalmazott modellel.

**VAJDA ÁDÁM**

vajdaad4m@gmail.com

Középiskolai hallgató

ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Gimnázium

*Témavezető:*

*Tasnádi Ildikó*

*középiskolai tanár, ELTE Radnóti Miklós Gimnázium*

## **Emberi testkulcspontok becslése FMCW radarképek alapján**

A kutatásom fő témája a radar alapú pózfelismerő módszerek. Ennek különböző területeken számos alkalmazási lehetősége van, mint például a terrorizmus elleni küzdelemnél, természeti katasztrófák utáni mentési műveleteknél, vagy akár az önvezető járművek megbízhatóságának és biztonságának javításánál. A fő előnye a radar képalkotás használatának a hagyományos, kamera alapú módszerekkel szemben az, hogy nem befolyásolják a radart a látóviszonyok és esetleges vizuális okklúziót okozó tárgyak.

Dolgozatomban részletezem az adatgyűjtési módszerem. Ez a „gyűjtés, feldolgozás, tárolás” módszer. Készítettem egy szenzorfüziós algoritmust, ami biztosítja az adatok pontosságát és időbeli relevanciáját.

Kutatásomban két mesterséges intelligencia modellt készítettem. Egyik képes kiegészíteni hiányos pózokat. Ez kiegészítő modellként szolgál a felügyelt tanuláshoz szükséges adatok előállításához. A kutatásomban használt póz felismerő módszer a BlazePose (Bazarevsky et al., 2006) nem minden helyzetben adott megfelelő pontosságú pózadatot, így érvénytelennek véltem a bizonytalan kulcspontokat és ezeket a saját modellemmel egészítettem ki. A modell nagy pontosságot ért el (Az általam ismert és felhasznált irodalomban az eddigi módszerek vagy képtelenek voltak valós időben működni, vagy csak kisebb területet fedtek le. A kutatásomban ezt a problémát orvosoltam, nagyobb térfogatot ( $\sim 5m^3$ ) kisebb számítási kapacitással, valós időben tud a módszerem lefedni. Ez újdonság a téma irodalmában és kutatásában.

A dolgozatomban bemutatom módszerem korlátait és lehetséges jövőbeli fejlesztéseit.

## STUKSZA GÁBOR

stukszagabor@freemail.hu

mérnök-informatikus

MSc, 4. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Témavezető:

Dr. Forstner Bertalan  
egyetemi docens, BME VIK

### Mozgásszekvenciák felismerése mesterséges intelligencia alapú pózdetektálás segítségével

A dinamikus mozgások felismerése még csak speciális felszerelésekkel lehetséges, mint például RGBD vagy 3D kamera segítségével. Továbbá még nem létezik nagy méretű publikus tanító adathalmaz az emberi pózokra, testhelyzetekre, emiatt a sportolókat különböző szenzorokkal látják el adatgyűjtés gyanánt, amely plusz kényelmetlenséget okoz a mozgások során. Az ilyen speciális elemzések használata legfőképpen az élsportban terjedt el. Olyan megoldást dolgoztunk ki, amely abból a megközelítésből vizsgálja a problémát, hogy az a hétköznapi emberek számára elérhető és használható legyen. Ennek során olyan algoritmusok és módszerek kidolgozását kíséreltük meg, amelyek a kapcsolódó kutatásokban legtöbbször problémaként, vagy nyitott kérdésként jelennek meg.

Megoldásunk során azt a tényt használtuk ki, hogy a legtöbb gyakorlat jól elkülöníthető pózokból épül fel. Ezt a megfigyelést felhasználva először létrehoztunk egy mesterséges intelligencia alapú pózfelismerőt, amely nagy pontossággal képes megkülönböztetni az eltérő testhelyzeteket. A tanítás kivitelezéséhez nagy mennyiségű fotót gyűjtöttünk minden pozícióra, melyekből később hat mozgásszekvenciát alkottunk. Ezután olyan algoritmusokat készítettünk, amelyek a referenciapontok alapján képesek detektálni a pózokat és azok nyilvántartásával beazonosítani, hogy az alany milyen mozdulatsort, tornagyakorlatot hajt végre, mindezt speciális eszközök használata nélkül. Készítettünk egy prototípust is, hogy az algoritmusok működését és hatékonyságát a gyakorlatban is ellenőrizni lehessen.

Az elkészített Android szoftvercsomag segítségével számos mérést végeztünk, otthoni és edzőtermi környezetben, több személy részvételével. A dolgozatban bemutatott szakirodalmakkal és módszerekkel ellentétben, a kutatás tárgyát képező szoftver mindezt speciális eszközök használata nélkül, valós időben teszi. A gyakorlatok felismerése rövid időn belül megtörténik és az ismétlések számlálása is kis hibahatáron belül funkcionál.

A kutatás rávilágít arra, hogy komoly potenciál van még ezen terület mélyebb elemzésében és remélhetőleg jelen dolgozat jó kiindulópont lehet a további kutatások számára. Habár a gyakorlati prototípus meglehetősen sikeres eredményeket produkált, számos további potenciális továbbfejlesztési lehetőséget nyújt, mint például nagyobb adathalmaz használata, több gyakorlattal való bővítés, a végrehajtások helyességének részletes elemzése, valamint akár különböző okoseszközök (pulzuszámoló, okosóra) használata.

<p><b>TASS MIHÁLY</b>  tass.mihaly@gmail.com  Mérnökinformaticus  BSc, 7. félév</p> <p>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi  Egyetem  Villamosmérnöki és Informatikai Kar</p>	
	Témavezetők: Dr. Hullám Gábor egyetemi docens, BME VIK
	Révy Gábor doktorandusz, BME VIK

## **Valósídejű bólíntásdetekció gépi tanulási módszerekkel**

Az emberi viselkedésanalízis egyik fontos eleme a nonverbális gesztusok felismerése. A nonverbális kommunikáció fontos eszközei a kéz, a kar vagy a felsőtest is, azonban a gesztusok jelentős része az arcról és a fej mozgásából olvasható le. Ilyen többek között a bólíntás, melynek detekciója több szempontból is kihívást jelent. Egyfelől különböző kulturális háttérrel bíró emberek eltérő mértékű és gyakoriságú fejmozgást alkalmaznak kommunikációjuk során, másfelől az egyes egyének szintjén is jelentős eltérések lehetnek a bólíntás során realizálódó fejdőlésszög mértékében, valamint az egyéb irányú járulékos fejmozgásokban.

Mindezek miatt általánosan alkalmazható bólíntásdetekciót megvalósítani szakértői módszerekkel nehéz, jellemzően csak valamilyen korlátozások mellett lehetséges. Emiatt inkább gépi tanulás alapú módszerekre kell hagyatkoznunk, melyekhez azonban megfelelően annotált tanító adathalmaz szükséges. A bólíntás kép alapján történő felismeréséhez elérhető több adathalmaz, azonban ezek felhasználása valósídejű detekcióhoz mérsékelt pontossághoz vezet, mivel az apró bólíntások azonosítása így nem lesz lehetséges. A videó alapján történő felismerés nagyobb pontossághoz vezethet, ilyen adathalmaz azonban, amely a bólíntás szempontjából kellő részletességgel annotált, korlátozott számban elérhető.

Dolgozatunkban a bólíntás valósídejű detekciójára két különböző módszert vizsgálunk meg. Az első módszer egy rejtett Markov-modell alapú klasszikus gépi tanuló megoldás, amely a fej pozíciója alapján következtet a bólíntásra. Ezután egy visszacsatolt konvolúciós neurális hálózat alapú módszert mutatunk be. Az implementált eljárások teljesítményét a kutatási célokra elérhető, videókat tartalmazó SEWA adathalmazon értékeljük ki, majd hasonlítjuk össze.

## **TÓFALVITAMÁS**

*ttofi89@gmail.com*

autonómrendszer-informatikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Hajder Levente  
egyetemi docens, ELTE IK*

*Tóth Tekla  
doktorandusz, ELTE IK*

*Kovács Bandó  
intézeti mérnök, ELTE IK*

### **Egytengelyes LiDAR-kamera kalibráció**

A dolgozatban egy új LiDAR-kamera kalibrációs eljárást mutatunk be, mely egy egyszerű sík sakktáblamintát használ a kalibráció célobjektumaként. A szenzorok egy olyan speciális rögzítését ajánljuk, amelynek következményeként csupán egy forgatási szöveget kell meghatározni a kalibrációhoz. Bebizonyítjuk, hogy a kalibrációra létezik optimális megoldás a legkisebb-négyzetek értelemben, akkor is ha a rendszer túlhatározott, vagyis több sakktábla is látható a szenzorok számára. Az új módszer pontosságát szimulált és valós adatokon validáljuk.

**MOLNÁR SZILÁRD**

*molnarszilard10@gmail.com*

Fejlett vezérlés a gyártásban

MSc, 2. félév

Kolozsvári Műszaki Egyetem

*Témavezető:*

*Dr. Tamás Levente*

*egyetemi docens, RO KME*

**ToFNest: Hatékony merőleges számítás time-of-flight típusú kamerákból származó mélységképekre**

Ebben a munkában bemutatunk egy hatékony merőleges számító módszer a Time-of-flight típusú kamerákból érkező mélységképekre. A módszer a „Jellemző Piramis Hálókra” alapszik. A két dimenziós mélység képekből kiindulva kiszámítjuk a felületekre eső merőlegeseket, amelyeket kivetítve három dimenzióba, veszteséget számolunk a keletkezett pontfelhőből. A veszteséget a kiszámított merőlegesek szögeltérése az eredeti referenciához képest határozza meg. A módszer, amelyet ToFNest-nek nevezünk, egyszerűsége ellenére hatékonynak bizonyult mind a futási idő, mind pedig a robusztusság tekintetében. A módszer érvényesítéséhez kimerítő összehasonlításokat végeztünk általunk készített, illetve nyilvánosan elérhető adatokkal. A korszerű módszerekkel összehasonlítva, a ToFNest nagyságrendekkel gyorsabban dolgoz fel egy képet, valamint a zajokkal szemben is ellenállóbnak bizonyult, mint a többi módszer a vizsgálataink folyamán. Az általunk készített módszer kompatibilis ahhoz, hogy mélységképek mellett infravörös vagy monokromatikus képeket is felhasználjon a merőlegesek kiszámításához.

# Algoritmusok tagozat

Április 18., kedd, 9 óra

## Zsűritagok:

Dr. Kátai Zoltán, RO-EMTE – zsűrielnök  
Dr. Vaszil György, DE  
Kovácsné dr. Pusztai Kinga Emese, ELTE



<b>BARABÁS ÁBEL</b> <i>barabasabel@gmail.com</i> Matematikus BSc, 7. félév  Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar	<b>HAJDÚ ZSOMBOR LÁSZLÓ</b> <i>hajdu.zsombor.laszlo@gmail.com</i> Mérnökinformatika MSc, 1. félév  Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Kar
<i>Témavezetők:</i>	
<i>Dr. Bérczi-Kovács Erika</i> <i>egyetemi adjunktus, ELTE TTK</i>	
<i>Vass Balázs</i> <i>egyetemi tanársegéd, BME VIK</i>	

### **Polinomiális algoritmus a regionális SRLG-független utak problémájára**

A dolgozat a hibatűrő útválasztás problémájával foglalkozik telekommunikációs hálózatokban. A cél, hogy olyan utakat találjunk a hálózat két adott csúcsa között, amelyek nem hibásodhatnak meg egyszerre, ha adott a lehetséges meghibásodások listája.

A fő eredmény, hogy a hálózatra és a meghibásodásokra tett realiztikus megkötések mellett polinomiális algoritmust adunk a maximális hiba-független úthalmaz-problémára kizárólag kombinatorikus optimalizálási módszereket alkalmazva. Az algoritmust valós hálózatokkal és a hálózatokra generált realiztikus hiba-halmazokkal teszteljük, és demonstráljuk a hatékonyságát.

A dolgozat a témavezetőkkel közös egyéves munka eredménye, emiatt nehezen választhatók szét a pályázók saját eredményei. Legfontosabb saját eredmények: a polinomiális algoritmussal kezelhető modell kidolgozása, az algoritmus első fázisának kidolgozása (3.3 szekció), az algoritmus futásidő-elemzése (3.4 szekció), algoritmus a MINCUT problémára (5. fejezet), szimulációs szoftver elkészítése, illetve a szimulációk (8. fejezet). Az eredmények egy része (1-4., 7. és 8. fejezetek) már publikálásra került az IEEE INFOCOM 2022 konferencián.

A hibatűrő útválasztás általánosabb modellekben NP-nehéz, ezért eddig csak heurisztikus módszerek voltak ismeretesek. Speciális esetekben már léteztek polinomiális algoritmusok, a dolgozatban adott algoritmus modellje viszont lefedi a valóságban előforduló lehetséges meghibásodásokat, és a futásideje gyakorlatilag csúcscsúszámban négyzetes, amint a lefuttatott szimulációk eredményein is látható.

## **CZÉGEL ANDRÁS**

*czegelandras@gmail.com*  
Programtervező informatikus  
MSc, 2. félév

Szegedi Tudományegyetem  
Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Gazdag-Tóth Boglárka*  
*tudományos főmunkatárs, SZTE TTIK*

## **Variációs kvantum optimalizáló algoritmusok**

A kvantumszámítás napjaink egyik leggyorsabban fejlődő területe. Bár a kvantumszámítógépekben lévő potenciált matematikailag már a 90-es évek közepén sikerült bizonyítani, illetve klasszikus számítógépekkel szembeni előnyét évekkel ezelőtt, 2019-ben demonstrálták, a valóságban még csak kis mértékben sikerült kihasználni az új számítási modellben rejlő lehetőségeket. A NISQ (zajos, kis méretű kvantum) korszak számítógépeinek előnye leginkább a klasszikus, klasszikusan nehéznek számító kombinatorikus optimalizálási feladatok megoldásában mutatkozik meg. Így, habár intenzív kutatások irányulnak a hardverek fejlesztésére, új algoritmusok keresésére, fordítók és kontrollrendszerek fejlesztésére is, a terület jelenlegi gyakorlati felhasználása az optimalizálási problémák köré épül.

Dolgozatom bemutatja az optimalizálásban jelenleg használatban lévő kvantum-algoritmusokat elméleti és gyakorlati oldalról (VQE, QAOA), illetve bemutat egy újabb optimalizáló algoritmust, amely kombinálja a neurális hálók struktúrájában rejlő lehetőségeket a bemutatott kvantum-algoritmusok működésével (L-VQE). A dolgozat továbbá tartalmaz egy összehasonlítást az új algoritmus és a régiek között matematikai, logikai és experimentális módon is.

**FEKETE ANTAL KRISTÓF***antal.fekete98@gmail.com*

mérnökinformatikus

MSc, 4. félév

Miskolci Egyetem

Gépészmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Baksáné Dr. Varga Erika  
egyetemi docens, ME GÉIK***Automatizált teljesítményértékelés a programozásban**

A COVID-19 veszélyhelyzet idején a távolléti oktatás új módszerek és eszközök alkalmazását tette szükségessé. Az informatikus hallgatók programozásktatásában ezt megelőzően is igénybe vettek különböző szoftvereket és információs rendszereket, de ebben az időszakban kifejezetten fókuszba kerültek a távoktatást támogató alkalmazások. Bár azóta visszatértünk a jelenléti oktatásra, az új módszerek közül továbbra is érdemes használni azokat, amelyek az oktatás eredményességét és az oktatói munka hatékonyságát növelik.

A programkódok tárolására, verziókövetéshez és -megosztáshoz a Git a legelterjedtebb rendszer. Ennek kényelmes kezelését a webalapú GitHub szolgáltatás biztosítja. A hozzá kapcsolódó GitHub Classroom pedig az oktatók munkáját segíti. Ebben a rendszerben az oktatók feladatokat írhatnak ki és oszthatnak meg a diákjaikkal, majd a beküldött megoldásokra visszajelzést is adhatnak. A rendszer különlegessége a programozási feladatok automatikus kiértékelésének lehetősége.

Ezt a funkciót kihasználva készítettem el a C programozás oktatásához egy RPA (Robotic Process Automation) megoldást, ami automatizáltan ellenőrzi és értékeli a hallgatók által beküldött programkódokat. A rendszerben jelenleg 74 feladvány áll rendelkezésre kiadható állapotban, ezek mindegyikéhez megvalósítottam az értékelés automatizálását összesen 252 tesztesettel. Átlagosan egy feladat kiértékelése a feltöltéstől számított 15 másodpercen belül automatikusan végbemegy. A fejlesztésem eredményét a 2022/2023-as tanév 1. tanulmányi félévében 115 hallgató és 4 oktató használta. Feladatonként átlagosan 4 beküldés érkezett a hallgatóság részéről, ezek közel 90%-a munkaidőn kívül. A módszer alkalmazása rugalmasságot ad az oktatóknak és a hallgatóknak, mivel bármikor, bárhol és bármennyi alkalommal feltölthetők a megoldások, továbbá mivel a feladatok kiértékelése teljesen automatikus, kiiktatja a javítással járó rutinszerű munkát.

Az automatikus tesztek kiszűrik a gyakran előforduló hibákat, ebből következően kevesebb egyéni konzultációra van szükség. Amennyiben egy oktató egy feladat kiértékelésével átlagosan 5 percet tölt el, úgy a 115 hallgató 74 feladatának javítása összesen közel 710 munkaórával járna. Ezzel szemben a feladatonként átlagosan 15 másodperc alatt végbemenő automatikus értékelés időigénye nem haladja meg a 36 órát.

## **FERENCZI MARTIN**

*fn0n62@student.uni-pannon.hu*

programtervező informatikus

BSc, 7. félév

Pannon Egyetem

Műszaki Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Orosz Ákos*

*tanársegéd, PE MIK*

### **Megbízhatóság hatékony számítása folyamathálózatokban**

Folyamathálózatok értékelése, rangsorolása során több fontos indikátor is van. A tervezés során az elsődleges szempont általában a hálózat költsége vagy a megtermelt profit. Más gyakran használt jellemzők közé tartozik a fenntarthatóság, a megbízhatóság és a flexibilitás. Bizonyos indikátorok, mint a költség vagy a fenntarthatóság, egyértelműen és gyorsan meghatározhatóak az előre definiált képletek segítségével. Vannak azonban olyan jellemzők, mint a megbízhatóság, amihez kombinatorikus jellege miatt nem adható meg egyszerű, gyors formula. Így a megbízhatóság pontos meghatározása általában nagy számítási kapacitást igényel. A folyamathálózat-szintézis témaköréhez kapcsolódóan még hiányzik az a módszer, amely egy tetszőleges rendszer megbízhatóságát precízen és gyorsan meghatározza, függetlenül annak komplexitásától.

Jelen munka egy olyan meglévő, a P-gráf keretrendszeren alapuló algoritmusból indul ki, amely képes folyamathálózatok megbízhatóságának precíz meghatározására. Bár az említett algoritmus általánosan használható, a jellege miatt magas a számítási igénye. A dolgozat célja tehát az algoritmus továbbfejlesztése a hatékonyság növelése érdekében.

A dolgozat több módosítást és azok tesztelését mutatja be. A módosítások 3 csoportba sorolhatók. Az első csoport az eredeti algoritmus hatékonyságának közvetlen továbbfejlesztéseit tartalmazza. A második csoportba az algoritmus Bináris Döntési Diagram-elvű átírása és annak javítása tartozik. A harmadik csoport a P-gráf keretrendszer SSG algoritmusán alapuló számítási módszer különböző verzióiból áll. Az ismertett algoritmusok implementálása után a hatékonyság összehasonlítása több teszt példán keresztül történt, amelyek eltérnek mind jellegben, mind méretben. Az elvégzett tesztek igazolják az újabb algoritmusok hatékonyságát az eredetivel szemben, valamint megmutatják az új, javasolt algoritmusok egymáshoz képesti kapcsolatát.

## **NAGY BENCE BENDEGÚZ**

*kiscanyer@gmail.com*

Mérnökinformatikus

BSc, 7. félév

Pannon Egyetem

Műszaki Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Baumgartner János*

*tudományos segédmunkatárs, PE MIK*

### **Orvosi folyamatok támogatása p-gráf módszertan alkalmazásával**

Az egészségügyben nagyon sokszor előforduló probléma, hogy egy páciens számára a kezelőorvos több vizsgálatot is előír. Ezen vizsgálatok ütemezése a gyakorlatban ma úgy történik, hogy egy asszisztens a rendelkezésre álló időpontok közül ad ki a beteg számára egyet-egyét. Dolgozatomban egy olyan, adott beteg számára előírt vizsgálati listára adott ütemezési módszertant dolgoztam ki, amely hatékony megoldást nyújthat a betegek optimális időkiosztására. Megoldásom során a problémát folyamathálózat-szintézis eszközökkel valósítottam meg. A problémát adott számú vizsgálat, a vizsgálatokat egy-egy vizsgálati idő és különböző rendelési idők jellemzik. A megvalósított alkalmazás a vizsgálatok helyszíne közötti átérési időket is kezeli. Az optimalizálás eredményeként egy vizsgálati szekvenciát kapunk, amely egzakt módon tisztázza, hogy mely időpontban melyik vizsgálatra kell a betegnek mennie. A kidolgozott módszertan nagymértékben hozzájárulhat az adott intézményben jegyzett betegáramlás jelentős javításához, ezzel időt és költséget megtakarítva az egészségügy számára.

## **NEMKIN VIKTÓRIA**

*viktoria.nemkin@gmail.com*

mérnök informatikus

MSc, 5. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Friedl Katalin*

*egyetemi docens, BME VIK*

## **Memóriafelhasználás optimalizálása kvantumalgoritmusok szimulációja során**

A piacon jelenleg elérhető kvantumalgoritmus-futtató keretrendszerek (IBM Qiskit, Google Cirq) a számításukat a qubitek számában exponenciális méretű unitér mátrixokkal valósítják meg. Ennek következménye, hogy igen kis méretű bemenetek esetén is meglehetősen nagy mennyiségű memóriára van szükségük. Bár a meglévő rendszerek használnak bizonyos optimalizációs módszereket, ezek sokszor nem tudnak nagyságrendi javulást eredményezni (például a ritka mátrixos tárolási mód) vagy csak nagyon speciális algoritmusokra alkalmazhatók (Clifford-kapuk). A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy az óriáscégekkel szemben egy átlagos felhasználó sok algoritmus esetében még viszonylag kis méretű bemeneteken sem tud ésszerű keretek között kísérletezni, az túl nagy hardverköltséggel járna.

A hardverszükséglet csökkenthető olyan algoritmussal, amely memóriát spórol, megnövekedett futásidőért cserébe. Például az unitér mátrixok éppen szükséges részmatrixai futás közben „on-the-fly” kiszámíthatóak, vagy akár a mátrixműveletek teljes egészükben helyettesíthetőek az azokkal ekvivalens hagyományos algoritmusokkal. Bár a korábban említett, a piacon elterjedt futtató keretrendszerek nyílt forráskódúak, sajnos az architektúrájuk szerves részét képezi az unitér mátrix tárolása, így azok bővítése ilyen irányban nem megoldható.

Dolgozatomban ezért egy ilyen memóriaoptimalizációs módszertan kidolgozásával és az ahhoz kapcsolódó, általános felhasználási körű kvantumalgoritmus-szimuláló keretrendszer megvalósításával foglalkozom. Bemutatom azokat a klasszikus algoritmus-és architektúra-tervezési lépéseket, melyek a rendszer alapját képezik, továbbá azt, hogy a keretrendszert hogyan lehet kvantumalgoritmusokkal kapcsolatos kutatások során felhasználni. A keretrendszer célja elsősorban az, hogy a kisebb erőforrással rendelkező felhasználók számára megnövelje a gyakorlati tesztek futtathatóságának a korlátait, és ezzel elősegítse az elméleti kutatómunkát. Ennek megfelelően az elkészült rendszert és a hozzá tartozó dokumentációt mindenki számára elérhetővé teszem open-source licenzelt formában az interneten.

<p><b>PAŠIĆ AZRA</b>  pasic.azra@gmail.com  Egészségügyi mérnök  MSc, 3. félév</p> <p>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi  Egyetem  Villamosmérnöki és Informatikai Kar</p>	<p><b>PAŠIĆ LEJLA</b>  pasic.lejla25@gmail.com  Villamosmérnök  MSc, 5. félév</p> <p>Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi  Egyetem  Villamosmérnöki és Informatikai Kar</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Témavezető:*

*Dr. Pašić Alija  
egyetemi adjunktus, BME VIK*

## **Egy újszerű, valószínűség-alapú logikai jellemző kiválasztó algoritmus**

A logikai jellemzők számos elterjedt osztályozási és detektálási problémában megtalálhatóak, mint például spam levelek felismerésében, betegségek szűrésében és az online véleményalapú piackutatásokban. Az ehhez hasonló adatbázisokban gyakran több ezer jellemző is található, melyek jelentősen megnehezítik a gyors és pontos osztályozást, és komoly problémát jelentenek nagy mennyiségű adat ésszerű időn belüli feldolgozásában.

Ehhez a megoldást a jellemző-kiválasztás kínálja, mely csökkentheti az osztályozó algoritmusok futási idejét, és akár a pontosságukat is javíthatja. A jellemző-kiválasztás lényege abban rejlik, hogy megtalálja a jellemzőknek azt a legkisebb halmazát, amely még teljes mértékben modellezi az adott problémát, így csökkentve annak dimenzionalitását, egyszerűsítve az értelmezését és eltávolítva a felesleges információkat. Ily módon a jellemző-kiválasztás csökkenti az osztályozók erőforrásigényét, és a probléma leegyszerűsítésével és az irreleváns részletek eltávolításával akár a prediktív algoritmusok pontosságának javítását is elérheti. Ezen kívül a jellemző-kiválasztás a leggyakoribb módja annak, hogy az adattudósok megállapítsák, mely jellemzők állnak valódi kapcsolatban egy kimeneti változóval, és melyek azok a jellemzők, melyek egyszerűen csak növelik a redundanciát és a dimenzionalitást anélkül, hogy hasznos információkat szolgáltatnának.

Munkánk során egy új, valószínűség-alapú szűrő-megközelítést javasolunk a logikai jellemzők kiválasztásához – ennek teljesítményét kereszt-validációs eljárással értékeljük python környezetben, három különböző osztályozási algoritmus felhasználásával és két korszerű, heurisztikus, szűrő-típusú jellemző-kiválasztási algoritmus vonatkozásában. Megmutatjuk, hogy algoritmusunk felülmúlja a többi jellemző-kiválasztó algoritmust mind a pontosság javítása, mind a futási idő csökkentése tekintetében. Bemutatunk továbbá egy valószínűség-alapú jellemző-pontozási funkciót is, amely – hasonlóan a jellemző-kiválasztó algoritmusunkhoz, mely azt megihlette – teljességgel kompatibilis és könnyen használható a python jellemző-kiválasztó könyvtárával.

## **SZLADEK MÁTÉ NÁNDOR**

szladekmate@gmail.com

gazdaságinformatikus

BSc, 6. félév

Budapesti Corvinus Egyetem

Gazdálkodástudományi TDK

Témavezető:

*Dr. Láng Blanka*

*egyetemi docens, BCE II*

## **Metaheurisztikus algoritmusok hatékonyságvizsgálata benchmark függvények segítségével**

A számítástechnika fejlődésével a vállalati és gazdasági területeken egyre több adat halmozódik fel, amiből kifolyólag képesek vagyunk bonyolult általános összefüggésekre is rávilágítani. Az egyre bonyolultabb és összetettebb gazdasági modellek kialakulásával, illetve a gazdaságban felmerülő komplex kombinatorikai feladatok megoldására való igények gyakoriságának növekedésével a hagyományos, egzakt technikák számos esetben vagy hasznavehetetlenek, vagy nem gazdaságosak. Az alkalmazott matematika számos alternatív megoldást ismer a kombinatorikai feladatok megoldására, melyek közül a magas komplexitású feladatok esetén kitűnik a metaheurisztikus algoritmusok alkalmazási lehetősége. A dolgozatomban azt fogom megvizsgálni, hogy olyan függvények esetén, amelyeknél erőforrásigényes a szélsőérték kiszámítása, milyen metaheurisztika alkalmazása és azok milyen paraméterezése vezet a leghatékonyabb és legeredményesebb módon a függvény optimumának megtalálásához. Ismert optimummal rendelkező benchmark függvény segítségével vizsgálom az algoritmusok hatékonyságát. A keretrendszert olyan függvények esetében is fel lehet használni, melyeknél az optimum nem ismert. Kidolgoztam egy egységes keretrendszert, amely a populációval rendelkező, illetve populáció nélküli metaheurisztikák esetében alkalmas a hatékonyságvizsgálat elvégzésére. Az általam írt programkódok futtatása során keletkezett eredményeket leíró statisztikai elemzések és statisztikai próbák alkalmazásával értékelem ki. A kutatás elvégzése során kimagaslóan fontosnak bizonyult a paraméterek, valamint a leállítási pontok megfelelő megválasztása. Hipotézisem szerint eltérő hatékonysággal, de az egyszerűbb és a modernebb metaheurisztikus algoritmusok kiválóan alkalmasak a komplex, több paraméteres függvények szélsőértékeinek hatékony és eredményes megtalálására.

# Matematikai módszerek tagozat

Április 18., kedd, 9 óra

## Zsűritagok:

Dr. Joós Antal, DUE - zsűrielnök

Dr. Csendes Tibor, SZTE

Dr. Fekete Gusztáv, ELTE

Dr. Horobeț Emil, RO-EMTE



## **FABÓK JUDIT BÍBORKA**

*judit.fabok@stud.uni-corvinus.hu*

Gazdaságinformatikus

BSc, 6. félév

Budapesti Corvinus Egyetem

Gazdálkodástudományi TDK

*Témavezető:*

*Kovács László*

*egyetemi tanársegéd, BCE MSMI*

## **Magyar halandósági ráták előrejelzése homogén viselkedésű országok trendjei alapján**

A XXI. század nyugdíjrendszereinek fenntarthatóságának vizsgálata során megkerülhetetlen jelenség az élettartam-kockázat. Az állami nyugdíjpénztárak, nyugdíjrendszerek statikus halandósági táblák adataira támaszkodva határozzák meg a várható élettartamokat. Ezen táblák azonban a folyamatosan javuló mortalitási trendek (élettartam-kockázat) miatt pontatlanul jelezhetik előre a jövő trendjeit, amelynek eredményeképpen a pénzügyi intézmények jelentősen alábecsülik jövőbeli kifizetéseiket.

A probléma megoldására léteznek matematikai modellek. Az egyik legelterjedtebb és legismertebb ezek közül az úgynevezett Lee–Carter-modell (1992), mely matematikai-statisztikai alapon képes a halandósági ráták előrejelzésére. Kutatásom célja egy olyan modell kialakítása, mely a Lee–Carter-módszerrel szemben pontosabban tudja előrejelezni a halandósági trendek alakulását Magyarország esetében.

Alapvetően megkülönböztetünk a születéskor várható élettartam tekintetében fejlett és fejlődő államokat. Magyarország és a közép-kelet-európai régió ez utóbbi kategóriába sorolható. A fejlődő országok esetében felmerül annak a gondolata, hogy a mortalitási rátáik alakulása konvergál egy fejlett ország mortalitása által már korábban bejárt pályához. Ezen logika alapján megvizsgálható, hogy melyik fejlett ország múltbéli halandósága hasonlít leginkább a jelenlegi magyar értékekhez, és a fejlett ország múltbéli alakulását feltételezhetjük a magyar mortalitás jövőjének. A hasonlóság mérését statisztikai illeszkedésvizsgálat és átlagos négyzetes hiba segítségével végeztem. Az eredmények visszamérését külön-külön végeztem férfiakra és nőkre 3 tesztidőszakot alkalmazva: 1991–1999, 1991–2017 és 2000–2017. Egy felhasználóbarát Shiny applikáció támogatja a folyamat programozási ismeretek nélküli elvégzését.

Kutatási eredményeim szerint ez a hasonlósági modell képes pontosabb előrejelzést adni a magyar mortalitási ráták alakulásáról, mint a Lee–Carter-modell. A modellem az 1991–1999 közötti időszakban, nők esetén adta a legpontosabb előrejelzést. Minden számítás és fejlesztés a saját munkám eredménye.

A hasonlósági modell az 1991–2017 közötti és 2000–2017 közötti előrejelezni kívánt időszakra egyértelműen fejlett országokat határozott meg mint benchmark. 1991–1999 közötti időszak esetén a modell két olyan államot határozott meg, melyek nem sorolhatóak a fejlett államok közé. Az eltérés azonban megindokolható a kérdéses időszak történelmi körülményeinek figyelembevételével.

## **GYARMATI LÁSZLÓ**

xdktdk96@gmail.com  
Programtervező informatikus  
MSc, 1. félév

Pannon Egyetem  
Műszaki Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Mihálykóné dr. Orbán Éva  
egyetemi docens, PE MIK*

*Dr. Mihálykó Csaba  
egyetemi docens, PE MIK*

### **Egy általános Thurstone módszer és előnyei – sporteredmények kiértékelésére alkalmazva**

Dolgozatomban a páros összehasonlításokkal, azon belül is a Thurstone módszerrel foglalkozom. Munkám során bemutatok egy általános Thurstone modellt, amely képes az előny és hátrány mértékét külön-külön számszerűsíteni, és azt megadni az egyes rangsorolni kívánt objektumok esetén. A modell további általánosítása az [1]<sup>1</sup> publikációban leírt modellnek.

Az általános modell speciális változatait használom dolgozatomban, hogy prezentáljam a Thurstone módszerben rejlő lehetőségeket. Az alkalmazott modell előnyös tulajdonságait a 2019-20-as NBI-es futballbajnokság meccseit, illetve a női kézilabda Bajnokok Ligája mérkőzéseit elemezve illusztrálom [2]<sup>2</sup>. Dolgozatomban megmutatom, hogy a modell képes az előny meglétét megfelelően kimutatni az egyes csapatok esetén. Kitérek a jövőbeli mérkőzések valószínűségének megadására, az eredmények előrejelzésére. A kiszámolt eredmények azt illusztrálják, hogy a Thurstone modell segítségével számolt valószínűségek még kis adathalmaz esetén is nagyon pontosak, valóságnak megfelelőek. Végül bemutatom, hogy a modell képes különálló csoportok rangsorainak összefésülésére nem teljes összehasonlítás esetén, még akkor is, ha a csoportok nem azonos erősségűek.

---

<sup>1</sup> [1] Mihálykó, Cs., Mihálykóné Orbán, É., Gyarmati L., Thurstone módszer általánosításai, Alkalmazott Matematikai Lapok (bírálat alatt)

<sup>2</sup> [2] Éva Orbán-Mihálykó, Csaba Mihálykó, László Gyarmati, The Evaluation of Sports Tournaments' Results Applying the Generalized Thurstone Method, Operations Research Letters (bírálat alatt)

## **IPKOVICH ÁDÁM**

wqbks2@student.uni-pannon.hu

Mechatronikai mérnök

BSc, 4. félév

Pannon Egyetem

Mérnöki Kar

Témavezető:

Dr. Abonyi János

egyetemi tanár, PE MK

## **Rangsorkülönbségek összegén alapuló döntéstámogató és adatvizualizációs módszerek**

A jelen tanulmány a klasszikus rangsorolási különbségek összegének (SRD) módszerének kiterjesztését javasolja, mind az alkalmazhatóság, mind a vizualizáció tekintetében. A mérnöki munka különböző problémái értékelést vagy döntéshozatalt igényelnek. A legjobb objektumok kiválasztása a változók számának növekedésével egyre bonyolultabbá válik. Ezek megoldására többkritériumos döntéshozatalon alapuló módszereket fejlesztettek ki, ilyen például az SRD módszer, amely a változók rangsorainak hasonlóságára és egy rangsorolt referenciára összpontosít a változók közötti kapcsolatok meghatározása során.

Az SRD algoritmus népszerűsége annak köszönhető, hogy egyszerű és könnyen érthető módszer. A szükséges referencia lehet egy kiválasztott változó vagy aggregációs függvények segítségével generálható. A módszer egyszerű: az adatok és a referencia rangsorolás utáni Manhattan-távolságát számítjuk ki. Az SRD-értékek tükrözik a változó és a referencia hasonlóságát. Az SRD érzékeny az adatok transzformációjára, és korlátozott az aggregációs függvények tekintetében. Ezért az SRD algoritmust utilitás függvények segítségével kiterjesztjük az adatok problémaspecifikus átalakítására. Az aggregációt többattribútumú hasznossági függvényekkel kezeljük, amelyek megkövetelik, hogy az utilitás függvények a függetlenségi törvényeket betartsák. Ezenkívül egy újszerű vizualizációs technikát vezetünk be az SRD algoritmushoz. Az SRD-értékek 1D-s rendezése képes nagyszámú változónak a referenciához való hasonlóságát ábrázolni; a kölcsönös hasonlóságok nem feltétlenül kerülnek feltárásra. Ezért a párhuzamos koordináták vizualizációs technikáját alkalmazzuk az SRD-vel, ahol a változókat y-tengelyként az SRD-értékekre helyezzük, a szomszédos változók rangsorát összekötjük. A metszéspontok mérik a korrelációt. Az SRD-értékek közötti eltérési szögeket meghatározzák, és a referenciához képest balra vagy jobbra helyezik el. Felhasználási esetként a kiterjesztett SRD-t az üvegházhatású gázok kibocsátására és gazdasági adatokra alkalmaztam, 147 ország és 40 változó jelenlétében. Mindkét kritériumelemzést elvégeztem, és a Derringer-féle kívánatossági függvény alapján rangsoroltam a nemzeteket. A lista élén a fosszilis tüzelőanyagokra épülő gazdasággal rendelkező, magasan fejlett országok, mint Kanada és Finnország, valamint olyan nemzetek, nevezetesen Görögország, Líbia és Dél-Afrika állnak, amelyeknél az elmúlt évtizedekben válságok léptek fel.

## MÉSZÁROS BOTOND

meszaros.botond28@gmail.com

Fizika

BSc, 6. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Természettudományi Kar

Témavezető:

Dr. Burcsi Péter

egyetemi docens, ELTE IK

### Determinisztikus rendszerek modellterének redukálása nemlineáris időfejlődés esetében

Az elmúlt 4 évben azon dolgoztam, hogy megértsem, milyen feltételek mellett és miként lehet adott, magas dimenziós, modelleket kisebb dimenziós paraméterterben egzaktul reprezentálni. A kérdés fontosságát alátámasztja, hogy napjaink modellezési feladatainak egyik fő kihívása megtalálni az egyensúlyt a kifinomult, rendkívüli általánosítási képességekkel rendelkező nemlineáris módszerek és a rendelkezésre álló korlátos számítási idő és kapacitás között.

Pontosabban, adott terek közötti, nemlineáris leképezések gráfjainak kommutatív diagrammá való kiegészítését vizsgáltam analitikusan, megoldást adva, ha a kérdéses terek (szemi-)Riemann-sokaságok. A megoldást (szemi-)Riemann-sokaságok Euklideszi terekbe való izometrikus beágyazásával, a leképezési diagramok kommutativitását a megfelelő leképezések legmagasabb rendű Jet-jeinek ekvivalenciájával értem el.

Speciálisan, a vizsgált feladat ekvivalens magas dimenziós időfejlődő rendszerek dimenzióredukált vizsgálatának kérdésével, így a dolgozatban ezt a problémafelvetést követtem, segítve a használt fogalmak bevezetését, és indokolva az ezekre vonatkozó különböző tulajdonságok feltételezését. Azonban a megoldásnak, a komplex rendszerek dimenzióredukált modellezésén túl, alkalmazásai lehetnek a matematika, modellezés és elméleti számítástudomány minden olyan területén, ahol nagy jelentőségűek a kommutatív diagramok, vagy ahol már működő modelleket szeretnénk más struktúrájú modellekké átfogalmazni.

Az elért eredmények újszerűek, a problémát a szakirodalomban csak részlegesen érintették eddig, ugyanis nemlineáris leképezés pszeudoinvertálására nem létezett eljárás, így a lehetséges felhasználások tanulmányozása új eszközöket jelenthet olyan összetett modellek mélyebb megértésében, melyek nemlinearitásukból kifolyólag analitikusan csak nehezen vizsgálhatóak, kezelhetőek.

Reményeim szerint a keretrendszer a jövőben alkalmazást nyerhet összetett modellek analitikus és numerikus tanulmányozásában, AI modellek redukálásában, különböző ilyen modellek más típusú modellekké való transzformálásában, ha csak az egyik típusú train-eléséhez van adatunk.

Munkámat az Új Nemzeti Kiválóság Program keretében végeztem, az ELTE-IK kari TDK-ján, Informatikatudományi Szekcióban 1. díjat szereztem, és a 2022-es Stockholm International Youth Science Seminar rendezvényen, a Nobel-héten tarthattam róla előadást.

## **NAGY ERZSÉBET**

*nagyertzsebet.betti@gmail.com*

Mérnökinformatikus

MSc, 1. félév

Óbudai Egyetem

Neumann János Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Drexler Dániel András  
egyetemi docens, OE NIK*

### **Impulzív tumormodell paraméterváltozásainak vizsgálata**

A TDK dolgozatom témája a rákkutatáshoz kapcsolódik. Napjainkban a második legtöbb haláleset még mindig a rákos megbetegedésekből ered. Az orvosok a kezeléseket az emberek átlagára tervezik, és a legnagyobb tolerálható dózisokat alkalmazzák, amelyek súlyos mellékhatásokkal járnak. Lehetőségem adódott becsatlakozni egy kutatásba, amelynek egy személyre szabott és optimális terápia létrehozása a célja a páciensek számára.

A munkánk során rendelkezésünkre áll egy matematikai modell, mely leírja a tumorsejtek viselkedését a terápia során. A terápia attól lesz személyre szabott, hogy a modell paramétereit a pácienshez igazítjuk, és erre tervezünk terápiát. Mivel a paraméterek többségét nem tudjuk mérés útján közvetlenül meghatározni, így más modellillesztést kell alkalmazni, amihez szükség van kezdeti becslésre. Az én feladatomban, hogy a paramétereknek a viselkedését vizsgáljam a tumor növekedése során. Az előző munkám során valódi tumormérésekre illesztettem paramétereket, ebben a TDK dolgozatomban pedig megvizsgálom, hogy az illesztések mennyire érzékenyek a kezdeti paraméterekre. Ehhez virtuális pácienseket generálok valódi mérésekből származtatott paraméterekkel, majd különböző kezdeti paraméterekről indítom az illesztéseket. A munkám során a Matlab környezetet használom. Először kettő, majd három paramétert illesztetek, a többit ebben az esetben konstansnak tekintem. Arra a következtetésre jutottam, hogy van olyan paraméter, amelynek a becslése pontosabb lesz abban az esetben, ha az illesztést magasabb értékről indítjuk, illetve egyes paraméterek a kezdeti értékre kevésbé voltak érzékenyek.

## SOMOGYI DÁVID

*davidsomogyi98@gmail.com*

Mérnökinformatika

BSc, 9. félév

Pázmány Péter Katolikus Egyetem

Információs Technológiai és Bionikai Kar

Témavezető:

*Dr. Szederkényi Gábor  
egyetemi tanár, PPKE ITK*

## Nemlineáris kompartmentális forgalmi kinetikus áramlási modell szimulációja és analízise

A kutatásom célja, hogy megismerjem a nemlineáris kompartmentális forgalmi kinetikus áramlási modellt, és megvizsgáljam az alapvető rendszerelméleti tulajdonságait. A kompartmentális modellek két jellegzetessége, hogy a megoldások csak nemnegatívak lehetnek, és a leírt mennyiségek minden egysége bármely időpillanatban pontosan egy kompartmentben lehet jelen. A nemlineáris kompartmentális forgalmi kinetikus áramlási modell alkalmazható különböző hálózati topológiával rendelkező úthálózatok matematikai modelljeinek a felírására. Ezeket a matematikai modelleket egy differenciálegyenlet rendszerrel lehet felírni, ahol a különböző egyenletek a modell kompartmentjeiben lévő állapotoknak az időbeli változását írják le.

A modell állapotait az úthálózat egységnyi hosszára jutó járművek és a rendelkezésre álló helyek folytonos száma határozza meg. Ezek közül az állapotok közül nem mindegyik mérhető. A nem mérhető állapotokat különböző algoritmusokkal és módszerekkel meg lehet becsülni. A nemlineáris modell linearizálását követően a lineáris állapotbecslést felhasználva, valamint a modell diszkrétizálását követően a kiterjesztett Kálmán-szűrő algoritmusát alkalmazva meg lehet becsülni a nemlineáris modell állapotait.

Ha a modell állapotai lassan konvergálnak az állandósult állapotbeli értékekhez, akkor a rendszer állapotainak a szabályozásával a konvergencia felgyorsítható, így, ha például forgalmi dugó alakul ki az úthálózat bizonyos szakaszain, akkor ezt fel lehet oldani az állapotok szabályozásával. A lineáris pólusáthelyezéssel és a lineáris kvadratikus szabályozást felhasználva lehet szabályozni a nemlineáris modell állapotait. A szabályozás hatékonyságát a teljesítményértékek összehasonlításával lehet kiértékelni.

A kiválasztott nemlineáris modellek és ezen modellek különböző állapotbecslési és szabályozási módszereinek és algoritmusainak a szimulálásához rendszerelméleti szempontból a Matlab és a Simulink megfelelő környezetet biztosítanak. Ezekben a környezetekben a megfelelő paraméterek és kezdeti állapotok megválasztásával a különböző modellek és feladatok egyszerűen szimulálhatóak, és az elérni kívánt eredmény szempontjából jól vizsgálhatóak.

## ZAHORÁN LÁSZLÓ

zahoranl.p@gmail.com

Mérnök-informatikus

MSc, 3. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Témavezetők:

Dr. Kovács András

tudományos főmunkatárs, Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet

Dr. Hullám Gábor

egyetemi docens, BME VIK

### ProSeqqo: Generic solver for robotic sequence and process planning

A technológia fejlődésével egyre több gyártási és szerelési feladat robotizálására nyílik lehetőség. A telepített cellákban a robotoknak a legkülönbözőbb feladatokat kell ellátniuk, amelyek esetén egyre gyakrabban lesz elvárás a változás, a változatos működés. Mindeközben továbbra is szeretnénk minél hatékonyabban elvégezni feladatainkat, amihez elengedhetetlenek a szimulált, digitális modellek. A műveletek tervezése során célunk lehet a ciklusidők, a megtett utak hosszának és minőségének optimalizálása. A robotok feladatainak tervezésére és sorrendezésére használható megközelítések NP-néhez kombinatorikus optimalizálási modelleken, pl. az utazó ügynök problémán (Traveling Salesman Problem, TSP), és a jármű útvonal tervezési problémán (Vehicle Routing Problem, VRP) alapulnak. Ezen modellek megoldására ugyan számos megoldó és termék képes, azonban már a feladat megfogalmazása is magas szintű matematikai tudást feltételez, így a napi felhasználásban ezek nehezen elérhetők és használhatók. A gyakorlati alkalmazásokban ezért elengedhetetlen a feladat egy új, közérthető, magas kifejező erejű reprezentációja, valamint egy megoldó, ami ezen reprezentáció alapján hatékonyan számítja a tervezési feladat megoldását.

A dolgozatban bemutatásra kerülnek a robotos gyártási műveletek általános tulajdonságai, a gyakran használt matematikai modellek, pl. a TSP és a VRP fontosabb változatai, azok lehetséges megfeleltetései egymásnak, továbbá a problémák megoldására alkalmas algoritmusok. Definiálunk egy általános leíró nyelvet, amelynek célja a lehető legtöbb robotos probléma leírása (prioritások, költségek, sorrendi korlátok, erőforrás hozzárendelés). Bemutatjuk a leírás lefordítását általános utazó ügynök problémára (Generalized Traveling Salesman Problem, GTSP), valamint a valamilyen szempontból optimális végrehajtási tervek számítására alkalmas algoritmusokat. Áttekintjük az irodalomban szereplő konkrét sorrendezési feladatokat és azok leírását az elkészült modellel. Bemutatjuk a tervezőeszköz implementációját is, melyben a lefordított GTSP feladatok megoldását a Google-OR-Tools könyvtára biztosítja. Ahogy a sorrendtervezési feladatok megoldásának igénye ipari környezetben egyre gyakrabban felmerül, érdemes lehet ezt központi erőforráson futtatni, ezért megvizsgáljuk a felhőalapú működés lehetőségeit, és bemutatásra kerül egy ehhez elkészült implementáció. Végül bemutatjuk a modell alkalmazását több ipari esettanulmányon keresztül.

## ZAKAR-POLYÁK ENIKŐ

zpeniko@gmail.com

Matematikus mesterképzési szak (MSc)

MSc, 2. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Természettudományi Kar

Témavezetők:

Molontay Roland

Tudományos munkatárs, MTA-BME Sztochasztika Kutatócsoport

Nagy Marcell

doktorandusz, BME TTK

## Fraktálos hálózatok jellemzőinek adatvezérelt és modell alapú vizsgálata

Az elmúlt két évtizedben a tudományos világ kiemelkedő érdeklődést mutatott a komplex hálózatok, és azok különböző tulajdonságai, így a fraktálosságuk iránt is. A geometriai fraktálokhoz hasonlóan, hálózatok fraktálosságát is definiálhatjuk az úgynevezett dobozszámláló (box-covering) módszerrel. Egy hálózatot fraktálosnak nevezünk, ha a lefedéséhez szükséges dobozok minimális száma és a dobozok mérete közti kapcsolat hatványeloszlást követ. Az elmúlt években számos hálózati tulajdonságot kapcsolatba hoztak már a fraktálossággal, mint például a diszasszortativitást, csomópontok közötti közvetlen taszítást, csúcsok közötti hosszú távú taszító kapcsolatot, vagy az élek kis központiságát. Azonban ezen állítások univerzalitása gyakran megkérdőjelezhető.

Különböző kutatások kimutatták, hogy a fraktálos hálózatok olyan fontos tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a külső támadások elleni robusztusság, így különösen nagy szükség van arra, hogy felfedjük azokat a mögöttes mechanizmusokat, amelyek a fraktálosságot eredményezik. A fő célunk ebben a munkában, hogy jobb betekintést nyerjünk a komplex hálózatok fraktálos tulajdonságának eredetébe. Ennek érdekében áttekintést adunk a témában eddig született eredményekről, valamint az említett kapcsolatok érvényességét négy fraktálos modell és nagy számú valós hálózat alapján széleskörűen vizsgáljuk. A célunk, hogy tisztázzuk melyek azok a tulajdonságok, amelyek univerzálisan jellemeznek minden fraktálos hálózatot, és melyek jelenléte csak a véletlen eredménye.

Az említett tulajdonságok egyenkénti vizsgálata alapján azt mondhatjuk, hogy a diszasszortativitás, a csomópontok közötti taszítás, valamint a csúcsok közötti hosszú távú taszítás sem tekinthető a fraktálosság okozójának, ugyanis számos ellenpélda cáfolja a jellemzők univerzalitását a fraktálos hálózatokban. Az élek központiságának tekintetében az látható, hogy a fraktálos hálózatok nem mutatnak olyan tendenciát, hogy többségében kis központiságú éleket tartalmazzanak. Épp ellenkezőleg, vizsgálataink azt mutatják, hogy a fraktálos hálózatok gyakran nagyobb központiságú élekből állnak, mint a nem fraktálosak.

A tulajdonságok egyenkénti vizsgálata mellett egy újszerű, gépi tanuláson alapuló megközelítést is bemutatunk a lehetséges kapcsolatok feltárására. Ezen módszerrel azt találjuk, hogy különböző tulajdonságok együttes jelenléte lehet szükséges ahhoz, hogy kialakuljon a fraktálosság egy hálózatban.

## SOMORJAI MÁRK ISTVÁN

somorjai.mark@icloud.com

Mérnök informatikus

BSc, 6. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Témavezetők:

*Dobos-Kovács Mihály  
doktorandusz, BME VIK*

*Bajcsi Levente  
doktorandusz, BME VIK*

*Dr. Vörös András  
egyetemi docens, BME VIK*

### Absztrakció alapú technikák CHC problémák hatékony megoldására

A biztonságkritikus rendszerek szoftveres komponensei egyre komplexebbek. Egy biztonságkritikus rendszerben fellépő hiba hatalmas gazdasági veszteségekkel, környezeti károkkal vagy akár életvesztéssel járhat, emiatt az ilyen rendszerek helyességét biztosítani kell. Hagyományos tesztelési technikák nem tudnak kimerítőek lenni, így más módszerekre van szükség. A formális verifikáció matematikailag precíz bizonyítékot vagy cáfolatot tud előállítani a program biztonsági tulajdonságairól, mint például a hibaállapot elérhetősége.

A formális verifikáció programok formális modelljein működik, ezen formalizmusok egyike a Control Flow Automaton (CFA). Ez egy gráfszerű reprezentációja a programoknak, amelyben a hibahelyek a gráf adott csomópontjaiként jelennek meg, melyek elérhetetlenségét kell bizonyítani. Egy másik széleskörűen használt köztes nyelv a verifikációs folyamatokban a Constrained Horn Clauses (CHCs). Ezek a programokat és kívánt tulajdonságaikat az elsőrendű logikai formulák egy jól definiált részhalmazában írják le változókkal és nem-interpretált függvényekkel. Ebben a reprezentációban a helyesség kérdése a formulák kielégíthetőségeként jelenik meg, melyet a logikai formulák kielégíthetőségének eldöntésére tervezett SMT megoldók tudnak meghatározni.

A hibaállapotok elérhetőségének megítélésére CFA-ban egy elterjedt megoldás a CHC-re való konverziójuk, melyben SMT megoldók segítségével lehet kielégítő hozzárendelést találni. Ezen feladat azonban nehéznek bizonyul az SMT megoldók számára, köszönhetően az exponenciális számú lehetséges értékadásnak a változók számához viszonyítva. Ebben a munkában egy fordított megközelítés, a CHC megoldásának CFA-vá transzformált verziójában való keresése kerül bemutatásra. Ezen reprezentációban ugyanis elérhetővé válnak absztrakciófinomítás alapú modellellenőrzési algoritmusok, melyek absztrakció segítségével csökkentik a lehetséges értékadások terét, ezzel potenciálisan jelentős hatékonyságnövelést érve el a hagyományos CHC megoldási technikákhoz képest. A megközelítés szintetikus és ipari példákon is kiértékelésre kerül.

# Mesterséges intelligencia 2 tagozat

Április 18., kedd, 9 óra

## Zsűritagok:

Dr. Jelasity Márk, SZTE – zsűrielnök

Dr. Bodó Zalán, RO-BBTE

Dr. Jánosi-Rancz Katalin Tünde, RO-EMTE



**BENCSIK BLANKA***bencsik.blanka@gmail.com*

Villamosmérnöki

MSc, 1. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Témavezető:

*Dr. Szemenyei Márton  
egyetemi adjunktus, BME VIK***Mély neurális hálózatok hatékony ritkítása  
modellalapú megerősítéses tanulás alkalmazásával**

A mély neurális hálók az elmúlt években kimagasló eredményt mutattak az objektumdetektálás területén, az erőforráskorlátos eszközökön való alkalmazásuknak azonban gátat szab a nagy számításikapacitás-igényük és méretük. A probléma megoldására használatos a ritkítás, melynek célja egy neurális háló modell paramétereinek csökkentése a pontosság jelentős mértékű romlásának elkerülése mellett. A hagyományos ritkítás egyik korlátossága, hogy a mély neurális hálókban az egyes rétegek közötti összefüggések teljes körű feltérképezése a variációk hatalmas száma miatt lehetetlen, így csupán megfigyelésből adódó szabályokra támaszkodik. A probléma megközelíthető megerősítéses tanulás alkalmazásával, melynek során az ágens emberi beavatkozás nélkül igyekszik megtalálni az optimális eltávolítandó paramétereket a modell minden rétegéhez. Ez egy jelenleg is nyitott téma az irodalomban, ám a létező megoldások legnagyobb hátulütője, hogy az ágens számára a két legfontosabb környezeti változót – a paramétersűrűséget és a pontosságromlást – a modell tényleges ritkításával és tesztelésével határozzák meg futási időben, ami nagymértékben lelassítja a megerősítéses tanítási folyamatot.

Munkám során egy olyan megerősítéses tanulás alapú rendszert valósítok meg, mely a YOLOv4 objektumdetektor optimális ritkítását teszi lehetővé a tanítási folyamat idejének csökkentése mellett. Az eddig létező megoldásokhoz képest a rendszert egy olyan állapotbecslő hálóval egészítem ki, mely a környezeti változókat képes megbecsülni az addig törölt paraméterek mennyiségének és a rétegekhez választott redukáló tényezők függvényében. Így a környezet szimulálására alkalmas, a környezeti változók meghatározásához szükséges hosszadalmas műveletek szerepét veszi át, nagyságrendekkel növelve így a tanítás sebességét. Az állapotbecslő hálót önfelügyelt tanítás segítségével tanítom be, automatikusan generált adatok felhasználásával.

Az elkészült rendszerrel sikeresen előállt a YOLOv4 modell egy olyan redukált változata, mely a paramétereinek nagymértékű csökkenése mellett az eredetinel jobb pontosságot ért el a teszt adatbázison. Mindezzel felülmúlja az általam definiált ritkítási szabályokkal generált modell teljesítményét a ritkaság és pontosságromlás tekintetében. Továbbá a sebességet illetően az ágens tanítása nagyságrendekkel gyorsabban végezhető el, mint ha az adott feladatot a már publikált módszerekkel közelítenénk meg.

AMC Classification: Object Detection, Reinforcement Learning, Neural Networks

## ENDREI TAMÁS

*endreitomi@gmail.com*

Molekuláris Bionika Mérnöki

BSc, 5. félév

Pázmány Péter Katolikus Egyetem

Információs Technológiai és Bionikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Cserey György*

*egyetemi docens, dékán, PPKE ITK*

## Applications of reinforcement learning in rehabilitation exoskeletons

Neurodegenerative diseases affect millions of people all over the world. These diseases occur by the progressive degradation of the structure or the function of neurons in the central nervous system. One of the most common symptoms of these diseases are tremors. Neurological tremor is the most common movement disorder. It is characterized by involuntary, rhythmic muscle contractions causing an oscillating movement in the affected limbs of the patient.

Various methods have been developed in order to counter the effects neurological tremors have in the patients' day to day life. These include: the deep brain stimulation of the patient, drug treatments and in some cases specially crafted everyday items to make a patient's life easier. However one of the most promising approaches has been the use of biomechanical loading. This noninvasive method relies on the usage of an exoskeleton to counter non voluntary movements caused by tremors. Two well researched control strategies for these exoskeletons are the tremor reduction via impedance control and the active tremor suppression strategy. These control strategies typically use adaptive algorithms, but the use of artificial intelligence has not been adopted in this field.

The use of artificial intelligence (AI) and its sub-field called reinforcement learning has been shown to produce useful control strategies in the realm of robotics, drones and exoskeletons. In this report I present a control strategy trained by reinforcement learning techniques, which accurately limits generated tremor amplitudes in physical simulations, thus making it applicable to real world exoskeletons in the treatment of tremors.

## **HOLECSKA DÁVID**

davidholecska@gmail.com

Mérnök-informatikus

MSc, 4. félév

Óbudai Egyetem

Neumann János Informatikai Kar

Témavezető:

*Dr. Dineva Adrienn Alexandra  
egyetemi docens, OE NIK*

### **Li-ion akkumulátorokkal ellátott háztartási méretű kiserőművek prediktív energiamenedzsmentje mesterséges intelligencia alkalmazásával**

Korunk egyik legnagyobb kihívása a szükséges energiaigény biztosítása fenntartható módon. Az utóbbi években a korábbi, fosszilis energiahordozókból nyert energia ára megsokszorozódott, az ellátás nehézkesé vált. Erre a problémára keres és adhat megoldást a megújuló energiatermelő rendszer. Az Európai Unió szabályozási környezet egyre inkább a megújuló energiaközösségek felé tereli a hangsúlyt a központosított, fosszilis energiatermelés helyett. A megújuló források bizonytalanságára adnak megoldást azok a rendszerek, ahol az energiatermelőket valamilyen – rendszerint akkumulátoros – energiatároló berendezéssel látják el. Ezekben a rendszerekben kritikus jelentősége van annak, hogy az akkumulátorok, illetve a rendszer egésze optimális módon működjön a megfelelő méretezés mellett. A dolgozat áttekinti és elemzi azokat a mesterségesintelligencia-alapú technológiákat, amelyek egy ilyen rendszer méretezési feladatait, optimális kihasználását, illetve a villamosenergia-tároló rendszer menedzsmentjét képesek az eddig ismert megoldásoknál hatékonyabban ellátni.

A dolgozat célkitűzése egy olyan BMS-fejlesztéseket támogató szimulációs keretrendszer építése, amely alkalmas egy hálózatra csatlakoztatott, napelemmel és akkumulátoros energiatárolóval ellátott rendszer mesterségesintelligencia-alapú energiamenedzsment megoldásainak kidolgozására, amely több lakossági fogyasztó energiaigényét szolgálja ki. A Matlab Simulink környezetben végzett szimulációk valós napsugárzási és terhelési adatok felhasználásával készültek. A szimulációs program lehetőséget nyújt továbbá a rendszer elemek optimális MI-alapú méretezési módszereinek fejlesztésére is. A kutatás további célja megvizsgálni, hogy a különböző fogyasztási profilok – a napenergia-termelés szezonálisával együtt figyelembe véve – milyen hatással vannak az akkumulátor kihasználtságára.

Kulcsszavak:

napelemes háztartási méretű kiserőmű, megújuló energiarendszer, akkumulátormenedzsment, energiamenedzsment, megújuló energiaközösségek, mesterséges intelligencia, LSTM

<p><b>POÓR MÁTÉ BÁLINT</b>  gwwclc@inf.elte.hu  Programtervező informatikus  BSc, 5. félév  Eötvös Loránd Tudományegyetem  Informatikai Kar</p>	<p><b>SZALAY GERCŐ</b>  d5ij3p@inf.elte.hu  Programtervező informatikus  MSc, 1. félév  Eötvös Loránd Tudományegyetem  Informatikai Kar</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Témavezetők:*

<p><i>Dr. Gregorics Tibor  egyetemi docens, ELTE IK</i></p>
<p><i>Dr. Pintér Balázs  egyetemi adjunktus, ELTE IK</i></p>

## **Neurális kódvisszafejtés másoló mechanizmussal**

### **Kutatás rövid indoklása:**

A kódvisszafejtés az informatika egy már évtizedek óta kutatott, fontos területe. A feladat lényege, hogy egy alacsony absztrakciós szintű (gépi) kódot szeretnénk egy magasabb absztrakciós szintű programozási nyelven írt kóddá alakítani úgy, hogy a program működése ne változzon, és lehetőleg a keletkezett kód jól olvasható legyen az emberek számára. Ha egy programnak csak a futtatható állománya áll rendelkezésünkre valamilyen oknál fogva (pl. elveszett, megrongálódott vagy jogilag elérhetetlen a forráskód), akkor a kódvisszafejtés által betekintést nyerhetünk a program működésébe. Így eldönthető például az is, hogy egy szoftver hibás vagy rosszindulatú. A feladat megoldásának szükségességét az okozza, hogy az alacsony szintű kódok olvashatatlanok. A már létező, hagyományos (azaz mélytanulást nem alkalmazó) kódvisszafejtő eszközök fejlesztése és karbantartása igen költséges, és az általuk visszafejtett kód továbbra sem átlátható. A kutatók emiatt az elmúlt években neurális hálókkal próbálták megoldani a feladatot.

### **Alkalmazott módszerek:**

Munkánk során egy RNN alapú seq2seq rendszert használtunk másoló és attention mechanizmussal kiegészítve. Jelenleg a kódvisszafejtés egyik legnehezebb feladata az azonosítók és a literálok helyes prediktálása, ugyanis minden korábbi kutatás utólagos hibajavítási technikákat használt ezek korrigálására. A saját rendszerünkben lévő másoló mechanizmus lehetővé teszi, hogy elsöre is a megfelelő szavak jelenjenek meg a kimenetben, ne kelljen később javítani őket.

### **Saját eredmények:**

Bármiféle utólagos hibajavítási technika nélkül 5%-ot javítottunk a korábbi eredményeken, és három új nyelvi elemet (ternáris operátorok, switch utasítások, függvényhívások és -definíciók) is támogat az architektúránk.

### **Levont következtetések:**

Eredményeink bebizonyították, hogy lehetséges utólagos hibajavítási technikák alkalmazása nélkül is helyesen prediktálni az azonosítókat és a literálokat. Ezt korábban egyes munkák egyenesen lehetetlennek nevezték. Emellett megfigyeltük, hogy az egymásba ágyazott kétoperandusú műveletek és a switch utasítások a legnehezebbek a modellünk számára, ugyanis ekkor a keletkező alacsonyszintű kód rendkívül hosszú, és rengeteg optimalizációs szabályt alkalmaz a fordító.

## SÁNDOR DÁNIEL

sandor.dani98@gmail.com

Mérnök-informatikus

MSc, 4. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Témavezető:

Dr. Antal Péter  
egyetemi docens, BME VIK

### Federált boosting módszerek részben felügyelt tanulásban

A boosting algoritmusok lényege, hogy gyenge modellekből építenek egy olyan együttest, amely már erős tanulóként használható. Ennek során az adatot minden iterációban adaptív módon súlyozza újra úgy, hogy figyelembe veszi, hogy az együttes az adat, mely részét képes már megfelelően becsülni. Ezáltal az együttes modelljei más-más reprezentációt alakítanak ki, és képesek olyan összefüggések megtalálására, amelyekre egy modell nem.

A federált bioaktivitás predikció egy olyan feladat, ahol több kliens egy közös modellt tanít, amely képes lesz gyógyszerhatóanyag-molekulákból megbecsülni, hogy azok mely biológiai célpontra lesznek hatással. Ez az adat szempontjából egy igen összetett feladat, hiszen az elosztottság- és a bioaktivitás-adatokat jellemző hiányzás is problémát okozhat. Annak érdekében, hogy ezeket a hátrányokat ellensúlyozzák gyakran többfeladatos módon végzik ezen modellek tanítását. Azonban a multitaszk megközelítés saját nehézségekkel jár: az egyik kulcsprobléma, hogy meg kell találni azon feladatokat az adathalmazban, amelyek segítik egymás tanulását és becslését. Erre egy lehetséges megoldás a boosting súlyozása.

A munkám során egy elterjedt boosting megoldást, az AdaBoost-algoritmust veszem alapul egy olyan megoldás elkészítéséhez, amely federált módon működik, és képes több feladatot kezelni, valamint alkalmas hiányos adatok kezelésére. A FedBoost jelentősége az, hogy képes kihasználni a boosting adaptív adatsúlyozó módszerét arra, hogy a feladatok közötti összefüggéseket adaptívan minden iterációban újraértelmezze, és más következtetéseket képes levonni így, mint a nem együttes alapú modellek.

A dolgozatomban a boosting kapja a hangsúlyt, mindent területnél kitérek a lehetséges boosting megoldásokra, hogy teljes képet tudjak adni a módszer hasznosságáról az egyes feladatokban. Kiemelten foglalkozom ezen kívül a federált tanulás formáival és a többfeladatos tanuláshoz való kapcsolódással, valamint a hiányos adatból való tanulás nehézségeivel. A módszert tehát ezen négy megközelítés mentén értékelem ki: federáltság, többfeladatosság, hiányzás és boosting. Vizsgálom ezen megoldások páronkénti alkalmazhatóságát és a prediktív teljesítménybeli különbségeket a kombinációk között. Ahhoz, hogy a módszer teljesítményét megfelelően kontextusba tudjam helyezni, összevetem a szakirodalomban ismert más boosting-módszerekkel. Végül igyekszem teljes képet adni a FedBoost-algoritmus potenciális előnyeiről és hátrányairól az ismert federált algoritmusokhoz képest.

## SÁNTA PÉTER

santapeter00@gmail.com

Programtervező Informatikus

BSc, 6. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

Témavezetők:

Dr. Vidács László

tudományos főmunkatárs, SZTE TTIK

Kicsi András

tudományos segédmunkatárs, SZTE TTIK

## Szerzőattribúció gépi tanulási eszközökkel

Megállapítani két szövegről, hogy ugyanaz írta-e, egy közismert és gyakran felmerülő feladat, ezt részletezi a dolgozat.

A kutatás centrális kérdése, hogy pontosan milyen jellemzők beszélnek a szöveg szerzőjéről, és ezeket pontosan hogyan is kezeljük. A feladatot gépi tanulási módszerekkel közelítem meg, hagyományos és korszerűbb módszereket egyaránt vizsgálva. Lineáris gépekkel és ngrammokkal, illetve különböző nyelvi jellemzőkkel kísérletezek, ezen felül BERT-modellek teljesítményét is felmérem. A kutatás főképp korábbi, angol nyelvű kutatásokra épít a témából, ezeknek a magyar nyelvbe való integrálása a fő megközelítemem.

A pontos feladat, amivel a kutatás foglalkozik két fő részre osztható. Az egyik részben a feladat, hogy szerzők egy zárt halmazából kiválasszuk azt a szerzőt, aki a kérdéses szöveget írta. A másik részben egy általános modellel is kísérletezünk, mely a nyílt halmazos verziót bővíti annyival, hogy ha adott két új szöveg azonos szerzőkkel, akkor azt a kettőt is tudjuk társítani egymással, és nem elég mindkettőre egyszerűen azt mondani, hogy „egyéb szerzőtől” származik. Az irodalomban ez a konkrét feladat már sokkal kevésbé jelenik meg.

A kísérleteink során mindkét verzióban születtek a gyakorlatban is felhasználható eredményeink. Zárt halmazon a legjobb eredmény 0,2-es fedésű és 0,95-ös pontosságú, mely bár a korábbi zárt halmazos eredményekhez képest rosszabb, a kutatás során a korábbiaktól eltérő jellegű szövegekkel történt a munka: rövid fenyegető leveleken. Az eredmények szignifikánsan rövidebb szövegeken születtek, mint a korábbi kutatásokban, illetve a szerzők ezeknél az írásoknál aktívan igyekeztek elfedni az identitásukat. A bővített nyílt halmazos verzióban a legjobb modellre, bár igenleges kimenet esetén nem lehet hagyatkozni, nemleges válasz esetén 78%-ban tényleg különböznek a szerzők, és 22%-ban téved, 964 db fenyegető levélen. Ezen a verzión korábban kevésbé voltak publikálva eredmények.

## **TARDI TAMÁS**

tamastardi7@gmail.com  
programtervező informatikus  
MSc, 4. félév

Debreceni Egyetem  
Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Hajdu András  
egyetemi tanár, DE IK*

## **Optimális szenzorelhelyezés megerősítő tanulással a Naprendszer védelméhez**

A gépi tanulás és a mesterséges intelligencia fejlődésének köszönhetően jelentősen növekedett a megerősítő tanulással foglalkozó megoldások száma is. A dolgozat ennek a sokrétű tudományágnak egy feladattípusára fókuszál, nevezetesen az optimális szenzorelhelyezésre.

A konkrét célfeladat a Naprendszer megfigyelése, mind annak saját égitestjeire, mind a belépő idegen objektumokra vonatkozólag. Három példán keresztül mutatjuk be, hogyan lehet megerősítő tanulással adott számú megfigyelőállomást úgy telepíteni, hogy azok a lehető legnagyobb lefedést biztosítsák. Az első példa egy már elméleti és gyakorlati eszközökkel régen vizsgált problémát dolgoz fel: hogyan lehet egy legnagyobb felszíni lefedettséget adó műholdkonstellációt optimálisan elhelyezni a Föld körül. Ez a példa azt is szolgálja, hogy meggyőződjünk róla, hogy a megerősítő tanulás alapú módszertanunk hatékonyan képes kiváltani a korábban használt technikákat úgy, hogy azokkal ellentétben jóval komplexebb feladatok megoldására is alkalmazható.

A második, az objektumok takarását is tekintő összetettebb példa arra vonatkozik, hogy hova kell elhelyezni a Földön obszervatóriumokat minél több égitest folyamatos megfigyeléséhez egy adott időintervallumon belül. A harmadik példa pedig ugyanerre a feladatra keresi a választ egy a Föld felé tartó aszteroida pályájának esetére.

A megoldás egy korszerű megerősítő tanulást használó algoritmuson alapul, annak körültekintő adaptálásával (állapottér kialakítása, ágens- és jutalommegfeleltetés). Az implementáció egy PyTorch-alapú nyílt forráskódú szoftver, a Unity ML-Agents Toolkit segítségével történt, ami támogatja az intelligens ágensek tanítását Unity-val létrehozott környezetben. Eredményeink megmutatták, hogy a módszer a komplex környezetekben a naiv megközelítéseknél lényegesen nagyobb pontosságot ad.

<b>WANG SHENGHE</b> h469hr@inf.elte.hu Artificial Intelligence MSc, 4. félév Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Kar	<b>XIAO WEI</b> k89aqn@inf.elte.hu Artificial Intelligence MSc, 2. félév Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Kar
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Témavezető:

*Dr. Kristian Arian Fenech  
egyetemi adjunktus, ELTE IK*

## **A dominancia, a vezetés és a szimpatikusság elemzése kiscsoportokban az észlelt személyiségzinkronból és a testmozdulatok energiaszinkronjából**

In this thesis, we propose a novel approach to predict dominance, leadership and likability using features related to the synchrony of perceived personality and the synchrony of body gestures energy. We evaluate these methods on the ELEA (Emerging LEadership Analysis) dataset, which provides audio and video recordings of small groups (3-4 participants) engaged in the winter survival task. To ensure the reliability of results and accommodate the ELEA dataset, we split the train and test set by leave-one-out and leave-one-group-out cross-validation. To estimate the synchrony between participants, we use the cross wavelet transform, which determines both the magnitude and relative phase over time between perceived personality pairwise signals and body gesture energy pairwise signals.

We focus on the following three tasks to predict dominance and leadership traits using perceived personality synchrony. The first task is the prediction of the more dominant and leading person pairwise between group members. The second task is to classify people in all groups if they are above or below the median dominance and leadership of the group. The third task is to estimate the absolute most dominant/leading person in the group. For the likability trait, we use body gesture energy synchrony to classify people in all groups if they are above or below the median likability of the group which can be considered the fourth task.

We compared different machine learning models and found the optimal results were produced by the fully connected neural network and XGBoost classifier with leave-one-out cross-validation estimated protocol. For the dominant and leading person pairwise task, our method achieves 67.47% and 66.25% respectively. As for the second task, our method can achieve 68.75% and 64.58% separately. On the third task, the predicting accuracy of the most dominant person is 75% and the leading person is 81.5%. For the last task, the best accuracy result is 78.6%. Our experiment proves that our proposed method is feasible.

**ORABE ZOHER**

zoherorabe999@gmail.com

Computer Science

MSc, 3. félév

Széchenyi István Egyetem

Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar

*Témavezető:*

*Takács Gábor*

*egyetemi docens, SZE GIVK*

**Securing Smart Contracts Against Reentrancy Vulnerability using****Machine Learning Models**

Smart contracts are increasingly being employed in tandem with blockchains to automate financial and corporate transactions. However, numerous bugs and vulnerabilities have been discovered in various contracts, which raises severe questions about the trustworthiness of smart contracts. Furthermore, the blockchain systems on which smart contracts are built are susceptible to bugs. Therefore, there is a necessity to improve the maintenance of smart contract codes and guarantee their high reliability. Because smart contracts are immutable, developers are more likely to run security checks before releasing them. The approaches now in use for finding smart contract vulnerabilities, however, are far from sufficient. Static analysis methods usually use hand-crafted heuristics, making it difficult to reuse them for different kinds of vulnerabilities. In this paper, we propose automated machine learning models for learning the traits of Solidity smart contracts. We conducted experiments with an existing public database, and we compared our findings to those obtained using state-of-the-art auditing tools such as Mythril, and Slither. Results show that our method outperforms several existing auditing tools in terms of precision, recall, and F1 score. This method is capable of finding a variety of use cases for reentrancy vulnerabilities in solidity code. Finally, the approach outlined in this paper can be extended to be used with other languages and blockchain platforms.

# Mesterséges intelligencia 3 tagozat

Április 18., kedd, 9 óra

## Zsűritagok:

Dr. Szénási Sándor, ÓE – zsűrielnök

Dr. Istenes Zoltán, ELTE

Dr. Vinkó Tamás, SZTE



## **BANYIK NÁNDOR**

*banyiknandor1@gmail.com*  
Programtervező Informatikus  
BSc, 5. félév

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem  
Informatikai Kar

Témavezető:

*Dr. Kovásznai Gergely*  
egyetemi docens, tanszékvezető, EKKE IK

### **A háromdimenziós utazóügynök probléma megoldása és vizualizációja**

Kutatásomban az utazó ügynök problémával foglalkoztam, mely egy közismert probléma, aminek a lényege, hogy az adott városok között bejárt út a lehető leggazdaságosabb legyen. Számomra érdekes kérdés volt az implementálás és az algoritmusok grafikus összehasonlítása. Eleinte kettő darab algoritmust vetettem össze, végül az egyik algoritmust úgy módosítottam, hogy nagy eséllyel és kis futási idővel szuboptimális utakat járjon be.

Dolgozatomban részletesen fogok írni az utazó ügynök problémáról, illetve az implementált meglévő algoritmusokról: Branch and Bound, Nearest Neighbour. Az utazó ügynök problémáról háromdimenzióban: miben változtatja meg a problémát, miért fontos kérdés, és ennek az implementálása. Ezt Unity3D keretrendszerben implementáltam és vizualizáltam. Itt véletlenszerűen gráfokat generáltam, amelyekre alkalmaztam a fentebb említett algoritmusokat, majd összehasonlítottam azok lefutási idejét, távolságát, és a bejárt utat vizualizálom háromdimenzióban.

Továbbá ismertetem a Nearest Neighbour hibáját és az ennek a hibának a javítására szolgáló módosított algoritmust. Ez egy általam tervezett és implementált algoritmus, mely a Segmented Nearest Neighbour nevet viseli. Ismertetem ennek az algoritmusnak az alapötletét, működését, hibáit, javításait és a vele végzett kísérleteket.

Kutatásom eredményes volt, a lefutások sorozata után a Segmented Nearest Neighbour számottevően jobb eredményt adott, mint a Nearest Neighbour. A futási idő nőtt, ám csak elhanyagolható mértékben. Azonban az algoritmusomhoz további kiegészítéseket tervezek a későbbiekben.

## **CSERHÁTI RÉKA**

*cserhatir@gmail.com*

Matematika

BSc, 6. félév

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Berend Gábor  
egyetemi adjunktus, SZTE TTIK*

### **Fedőnevek-ágensek nyers szövegtörzs alapján**

A Fedőnevek napjaink egy igen népszerű társasjátéka, melyben fontos szerepet játszanak többek között a világról alkotott ismeretek és a játékosok közötti kooperáció. Egy „kémfőnként” játszó játékos, illetve ágens feladata az olyan szavak (utalások) keresése, amelyeket egy emberi csapattárs bizonyos előre megadott szavak közül minél többhöz kapcsolódónak talál, de más megadott szavakhoz nem. Ezt a mai fejlett nyelvtechnológiai módszerekkel is kihívást jelent jól megvalósítani.

Tanulmányunkban kémfőnök-ágenseket hozunk létre négyféle szóhasználati mérőszám segítségével, melyek előállításához kizárólag nyers szövegtörzsről van szükség. Ennek során új, együtt-előfordulásokon alapuló szóhasználati mértékeket is definiálunk, amelyek a FastText szóbeágyazás-vektorok szerinti hasonlóságnál nagyobb korrelációt mutatnak az emberek által érzékelt hasonlósággal. Az utalások generálását a hasonlósági mértékek alapján négy különböző pontozófüggvénnyel végezzük. Az ágenseket két nyelven, angolul és magyarul teszteljük egy online felületen valós, emberekkel folytatott játékok keretében. A konfigurációink felülmúlják a korábbi ágenseket a csak nyers törzsöket használó módszerek között.

## **DOBAY TAMÁS**

dobayt@gmail.com

villamosmérnöki

MSc, 1. félév

Széchenyi István Egyetem

Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar

*Témavezető:*

*Hollósi János*

*egyetemi tanársegéd, SZE GIVK*

## **Neurális hálózat alapú sávvonal-detekció klaszterezése**

Dolgozatom témája egy sávszegmentáló neurális hálózat kimenetének osztályozása klaszterezési módszerek segítségével. Az általam választott témakört azért tartom aktuálisnak, mert egy önvezető jármű környezet-felismerő rendszerének szerves részét képezik ezek a megoldások, mivel az oldalirányú útvonaltervező algoritmusok számára minél megbízhatóbb bemenetet kell biztosítani. Többször előfordul viszont, hogy ezen hálózatok kimenete nem szolgáltat adatot arról, hogy a szegmentált sávok a járműhöz viszonyítva melyik oldalon helyezkednek el, pedig ez egy elengedhetetlen információ az útvonaltervező megfelelő működéséhez.

Dolgozatom irodalomkutatásával bemutatom a konvolúciós neurális hálózatok működését, mivel ezek a sávszegmentáló hálózatok alapjait képezik, továbbá ismertetem az alkalmazott klaszterezési módszereket, a DBSCAN és az OPTICS nevezetű algoritmusokat. Ezután bemutatom a felhasznált sávszegmentáló neurális hálózatot, a YOLOP-ot, valamint azt, hogy a kameraképen alapuló predikcióját miként lehet a lidar szenzorból érkező pontfelhővel egyesíteni. Végezetül az így kapott pontfelhőt, ami a felfestett sávokat reprezentálja, klaszterezem a korábban említett algoritmusokkal elhelyezkedésük szerint, majd összehasonlítom a kimeneteket különböző mérőszámok segítségével (például homogenitási pontszám). Azért szükséges a klaszterezés használata ennél a problémánál, mert például kanyarokban nem lehet egyszerű koordináta alapú szűréssel robusztusan meghatározni a sávok helyzetét.

A kiértékelt mérési adatok alapján elmondható, hogy a DBSCAN algoritmus nagyobb pontossággal képes csoportosítani a sávszéleket alkotó pontfelhőket különböző útszakaszoknál az OPTICS algoritmussal szemben.

## **KISS RICHÁRD**

98kissricsi@gmail.com

mérnök-informatikus

MSc, 4. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Szűcs Gábor  
egyetemi docens, BME VIK*

### **Új csúcok hatékony beágyazása reprezentációs terekbe**

Az elmúlt években sikeresen alkalmaztak transzduktív csúcsbeágyazási algoritmusokat (pl. mátrix faktorizáció vagy véletlen séta alapú megközelítések) az ajánlórendszerekben a felhasználók és a termékek közti interakciók modellezésére. A valós idejű ajánlórendszerekben gyakran használt kétlépcsős ajánlási csővezeték első, jelöltállítás fázisában is könnyen használhatók ezek a csúcsleíró vektorok legközelebbi szomszéd kereséssel. Ezeknek a beágyazásoknak hátránya viszont, hogy miután előállítottuk őket, az új információ kódolásához egy költséges optimalizációt kell futtatnunk, tehát ahogy új interakciókat figyelünk meg, nem tudunk hozzájuk valós időben alkalmazkodni.

Munkám során egy induktív algoritmust dolgozom ki, mellyel valós időben tudjuk modellezni az új interakciók hatását. A módszernek négy különböző változatát ismertetem, melyek közül vannak paraméter nélküli és tanulható paramétereket tartalmazó megközelítések is.

Módszeremet összevetettem a hagyományos transzduktív beágyazást használó algoritmussal két adathalmazon, három különböző csúcsbeágyazási algoritmust felhasználva. Az általam javasolt módszer bármely beágyazási algoritmus mellett jobbnak bizonyult a két adathalmazon, állításaimat statisztikai teszttel támasztottam alá.

Eredményeim alapján elmondható, hogy az új információ felhasználásával pontosabb eredményt érhetünk el a jelöltállításnál. Az új módszer további javítására több irányt is vázoltam dolgozatomban, melyeket kutatásunk során tovább vizsgálunk a jövőben.

## **KOVÁCS ANDREA**

*kovacs.andrea@student.ms.sapientia.ro*

Informatika

BSc, 6. félév

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem

Marosvásárhelyi Kar

*Témavezető:*

*Dr. Antal Margit*

*egyetemi docens, RO EMTE MVK*

### **Egérdinamika-alapú bot detektálás**

A botok detektálását egyre nagyobb figyelem övezi napjainkban, hiszen az automatizált feladatok elvégzésén túl számos kárt okoznak. Habár a támadások kivédése érdekében egyre több aspektusból vizsgálják a botok jelenlétét, ez egy komplex folyamatnak számít, hiszen a legmodernebb botok már az emberi viselkedés utánzását is megcélozzák.

Dolgozatomban a botok emberszerű viselkedését vizsgálom különböző módszerekkel generált egérmozgások szempontjából. Bézier görbék különbözően paraméterezett változataival, illetve egy idősorokra szakosodott generatív ellenséges hálózat (TimeGAN) segítségével szintetikus adathalmazokat generáltam. A nyers adathalmazokon jellemzőkinyerést hajtottam végre, mely összesen 29 jellemzőt eredményezett.

Rendelkezésemre állt a Sapimouse adathalmaz, amely 120 felhasználó egérdinamikai adatait tartalmazza. Ezt az adathalmazt, illetve a szintetikus adathalmazokat felhasználva mértem különböző detektorok teljesítményét. A legjobban teljesítő detektor, mely a legsikeresebbnek bizonyult a generált és valós emberi egérmozgások elkülönítésében az LOF lett, 1 egérmozgás alapján 0,81 fölötti, 10 egérmozgás esetében pedig 0,96 fölötti AUC (Area Under the ROC Curve) értékekkel.

A kutatási részt egy szoftver elkészítése követte, mely szemlélteti az egyetlen egérmozgáson alapuló bot detektálást.

**NASHOUQU MOHAMAD***fj64me@inf.elte.hu*

autonómrendszer-informatikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

**TRAUB TAMÁS***traubtamas99@gmail.com*

Programtervező informatikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

*Témavezető:**Dr. Gulyás László**egyetemi docens, ELTE IK***Accuracy and Robustness of Sparse Neural Networks  
from Watts-Strogatz Network Priors**

Neural Networks are the most popular tools in today's Artificial Intelligence. Sparse Neural Networks (SNN) have many potential advantages, for example lower memory requirements and potentially faster computation. In addition, they can also help to avoid overfitting. Sparsity can be achieved in several ways, among which one of the most frequently used methods is pruning. Recently, Stier et al. proposed another approach, using specific classes of sparse networks known from Network Science, and use them to 'prior' the artificial neural network. The relationship between these two sparsification methods is yet unclear.

In this paper, we study the use of the Watts–Strogatz (WS) network priors to generate SNNs through a series of computational experiments. In particular, we train the generated SNNs on the MNIST dataset and investigate the sparse network's accuracy and robustness (against adversarial attacks) as a function of network structure (network statistics) and on the generating parameters of the WS prior. In addition, we also generate sparse Recurrent Neural Networks (RNNs) using WS priors.

We identify WS parameter ranges that yield the best accuracies on the MNIST dataset. These ideal parameters yield random graphs. Comparing these sparse RNNs to sparse networks gained using the gradual pruning of a full network, we find that sparse RNNs from WS priors can match the performance of full networks and can outperform pruned networks even at higher levels of sparsity. This whole work contains the studies of two of us in sparse neural networks. It constitutes the first effort in the direction to explore network priors proposed by our advisor.

In this paper we show that the new prior based sparsification technique not only works but has promising results. Furthermore, it confirms the findings of Stier et al.: there is only a weak negative correlation between (density, average path length, number of layers) and (accuracy, and robustness).

**PALKOVICS DÉNES**

*palkovics.denes@gmail.com*  
Programtervező Informatikus  
MSc, 4. félév

Debreceni Egyetem  
Informatikai Kar

**VÁGNER MÁTÉ**

*pixelbetyar@mailbox.unideb.hu*  
Mérnök-informatikus  
BSc, 7. félév

Debreceni Egyetem  
Informatikai Kar

Témavezető:

*Dr. Kovács László*  
egyetemi adjunktus, DE IK

## **Beltéren is használható lokalizációs helyzetmeghatározó rendszer alkalmazása az önvezető járművek területén**

Az önvezető járművek kutatás-fejlesztése egy kiemelt terület mind a szenzorok, mind a járművek területén, melyet a technológiára fordított tetemes összegek is alátámasztanak. Mint szakterület fokozott multidiszciplinaritással bír, melyet a jelenleg tapasztalható jelentős társadalmi és autóipari változások is segítenek.

A karunkon folyó önvezető jármű kutatási és oktatási projektben a költségek racionalizálása végett kis méretű önvezető modellautók fejlesztése zajlik. Ennek célja, hogy kis méretben vizsgáljuk azon nehéz körülményeket, melyek a valós méret esetében nehézkesek, illetve kockázatosak. A kutatás jelen fázisában 1:16 méretarányú modellekkel dolgoztunk, melyekhez különböző kombinációkban illesztünk szenzorokat, lefedve a lehetséges érzékelés spektrumokat. A cél, hogy a megtanult információk a valós méretben is alkalmazhatóak legyenek. Mi ketten a fejlesztésünk alatt a Donkey-Car keretrendszert, a Marvelmind helyzetmeghatározó rendszert, valamint informatikai, gépi tanulási és az absztrakt adattípusok elméleti alapjait alkalmaztuk.

Ezen kutatáson belül mi ketten integráltunk a modellautóba a Marvelmind beltéri helyzetmeghatározó rendszert (IPS), melyet innovatív módon felhasználtunk az önvezető ágens szenzoraként és mérőeszközként is. Ez ultrahangos távmérési technológiát alkalmaz, ami újdonságnak számít az önvezető járműmodellek pozíciókövetésében, és előnye, hogy a távolsági adatok áttranszformálásával bármilyen más rendszeren belül is használhatóak, pl. koordinátákként. A szenzorrendszer integrálása során figyelmet fordítottunk a mérési folyamat hatékonyságának maximalizálására és a mérési hibák minimalizálására is. Így dolgozatunkban olyan részek is helyet kaptak, amikkel megpróbáljuk bemutatni, hogy miért döntöttünk bizonyos megközelítések mellett. Ilyen például a kD-fa alapú térképtárolás vagy a multilaterációs koordinátameghatározás.

Fejlesztésünket sikeresnek gondoljuk, mivel sikerült szemléletes adatvizualizációs rendszereket és modell- illetve adatvalidációs algoritmust létrehozni, amivel többféle tanítási módszer is ellenőrizhetővé vált.

**SÁNDOR JÓZSEF***sjozsef2000@gmail.com*

Mérnök-informatikus

MSc, 2. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar*Témavezetők:**Dr. Buttyán Levente  
egyetemi tanár, BME VIK**Nagy Roland  
doktorandusz, BME VIK***Hasonlóság-alapú IoT malware-detekciós módszerek  
kijátszással szembeni robusztussága**

A rosszindulatú fájlok futtatás előtti felismerése alapvető védelmi mechanizmus a számítógép-alapú rendszerekben, beleértve a beágyazott rendszereket és a tárgyakkal internetet is. A beágyazott IoT-eszközök számának növekedésével az ellenük irányuló ismert támadások száma is megnőtt, melyek között hangsúlyosak a malware típusú támadások. Ezért a beágyazott IoT-eszközökön a malware programok detektálása aktív kutatási területté vált, és ennek eredményeképpen számos IoT malware detekciós módszer született. Ebben a tanulmányban két nemrégiben javasolt megoldást mutatunk be, a SIMBIoTA-t és a SIMBIoTA-ML-t. Mindkettő bináris hasonlósági mértékeket használ rosszindulatú programok felismerésére.

A fő probléma, amellyel ez a dolgozat foglalkozik, az, hogy a jelenlegi IoT malware detekciós módszerek sebezhetőek az ún. adversarial technikákkal szemben. Ez azt jelenti, hogy a támadó olyan speciálisan kialakított malware mintákat hozhat létre, amelyek elkerülik a detekciót. Sajnos a meglévő megoldások nem feltétlenül robusztusak az ilyen típusú támadásokkal szemben. Ebben a tanulmányban két egyszerű adversarial minta létrehozási stratégiával megmutatjuk, hogy a detektálást elkerülő rosszindulatú mintákat viszonylag könnyű létrehozni, és látni fogjuk, hogy a SIMBIoTA és a SIMBIoTA-ML robusztussága ezekkel szemben meglehetősen gyenge.

Ennek a problémának a leküzdésére az adversarial tanítás módszerének alkalmazását javasoljuk. A mi esetünkben az adversarial tanítás azt jelenti, hogy a malware-t detektáló modell tanító halmazát olyan mintákkal bővítjük, amelyeket az általunk javasolt adversarial stratégiák segítségével alakítottunk ki. Megmérjük az ilyen kibővített tanító halmazon tanított SIMBIoTA-ML detekciós pontosságát, és megmutatjuk, hogy ez mind az eredeti malware minták, mind az adversarial minták esetében magas marad. Az ár, amelyet ezért a megnövekedett robusztusságért fizetnünk kell, a megnövekedett tanítási idő és a detektáló modell megnövekedett mérete, de kijelenthető, hogy mindkettő elviselhető mértékű a gyakorlatban.

Az előbbiek alapján az ACM Classification szerint megállapított 3 tématerület sorrendben: Security and privacy (Malware and its mitigation), Computer systems organization (Embedded systems), Computing methodologies (Adversarial learning).

## **BÁLINT BOTOND**

*balintbotond97@gmail.com*

Vezetés és Szervezés mesterképzés

MSc, 4. félév

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem

Csíkszeredai Kar

*Témavezető:*

*dr. Makó Zoltán*

*egyetemi tanár, RO EMTE CSK*

## **Mesterséges intelligencia a mezőgazdaságban: Fuzzy szakértői rendszer**

A mesterséges intelligencia régebb óta foglalkoztatja az emberiséget, mint gondolnánk. Már 1943-ban áttörő sikereket értek el a technológiában, és ezt egyre több eredmény követte.

Az MI egyik első kereskedelmi alkalmazásánál a rendszer képes volt a vállalat számára évi 40 millió dollárt megtakarítani. Ugyancsak áttörő sikert aratott a rendszer, amikor az amerikai haderő alkalmazta, és egyszeri alkalmazásával a rendszer megtérítette a 30 éves fejlesztési költségeit. Ezek csak pár példát szolgáltatnak arra, hogy a múltban mekkora sikereket és hasznot hozott az MI alkalmazása. Mára már az élet rengeteg területén alkalmazzák a technológiát. Az általam megvizsgált és kiemelt terület a mezőgazdaság.

Feltevődhet a kérdés, hogy miért is választottam ezt a témát, ágazatot. Napjainkban a föld népessége egyre jobban gyarapszik, és ezzel az élelmiszerigény is növekedik. A rendelkezésünkre álló földterület véges, ezért a költségcsökkentés, a termelésmaximalizálás kerül előtérbe. Ezek az MI-rendszerek kiválóan alkalmazhatóak ezen problémák megoldására, ezt a nyugati példák is alátámasztják.

Dolgozatomban megvizsgálom az ország, a régió mezőgazdasági fejlettségét, bemutatom a fontosabb alkalmazott MI-rendszereket, majd a dróntechnológiára fektetem a hangsúlyt. Egy marosvásárhelyi vállalat segítségével bemutatom a technológiát.

Ezt követően kerül sor a gyakorlati munkára, ugyanis a vállalat által készített képek segítségével egy olyan Fuzzy (homályos logikán alapuló) szakértői rendszert mutatok be, mely a drónokkal való permetezést segíti elő, így az emberi képelemzés, döntéshozás feladatait a rendszer is képes lenne kezelni. A dolgozatban megvizsgálom egy dróntechnológián alapuló permetezési rendszer megtérülési költségeit is.

# Szoftveralkalmazások 1 tagozat

Április 18., kedd, 9 óra

## Zsűritagok:

Dr. Katona József, DUE - zsűrielnök

Dr. Kertész Attila, SZTE

Dr. Süle Zoltán, PE



**ANTAL KRISZTIÁN-TAMÁS***antal.krisztian@outlook.com*

Informatika

BA, 6. félév

Babeş–Bolyai Tudományegyetem

**RÉTHI ANITA-BELLA***rethi.anita@gmail.com*

Matematikai Informatika

BA, 6. félév

Babeş–Bolyai Tudományegyetem

*Témavezető:**Dr. Simon Károly**egyetemi adjunktus, RO BBTE***medR: Anamnézis felvételt és betegvizsgálati adatok kezelését  
segítő szoftverrendszer**

Az egészségügyi rendszer egyik legnagyobb terhelését a nagy mennyiségű információ nem optimális kezelése adja. A medR projekt az anamnézis felvételében és a betegvizsgálati adatok kezelésében hivatott segítséget nyújtani.

A betegvizsgálat első lépéseiben olyan kritikus információk lehetnek begyűjtve, amelyek meghatározzák a betegség kezelésének teljes időtartamát. Jelenleg a romániai betegellátó rendszerben körülményes adatrögzítési lehetőségekkel, nehézkes előhívhatósággal, és az átláthatóság hiányával lehet találkozni. Mindez értékes információk elvesztéséhez, helytelen döntések meghozatalához, és nem megfelelő, akár pénzügyi vagy fizikai károkkal járó betegellátáshoz vezethet. A medR webalkalmazás széleskörű adatrögzítésre és saját betegállományra vonatkozó statisztika generálásra ad lehetőséget, ezekben a feladatokban segítséget nyújtva már meglévő rendszerek beépítésével, illetve könnyű és több helyről történő egyidejű használatot biztosít az egészségügyi szakembereknek.

A dolgozatban a rendszer funkcionalitásainak, architektúrájának, a munkafolyamat során felhasznált eszközöknek ismertetésére, és az alkalmazás működésének rövid bemutatására kerül sor.

## FÖLDIÁK MÁTÉ

*foldiak.mate@edu.bme.hu*

Mérnök informatikus

MSc, 3. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Marussy Kristóf*

*tudományos segédmunkatárs, BME VIK*

### **Gráflekérdezésekkel támogatott architektúra kiértékelés és szintézis szolgáltatásbiztonsági jellemzők alapján**

A kritikus rendszerek tervezése során matematikai precizitással kell igazolni nem csak funkcionális követelmények, hanem olyan, extra-funkcionális követelményeket teljesítését is, mint a szolgáltatásbiztonság vagy teljesítmény. Ezeket a sok esetben egymásnak ellentmondó jellemzőket jelentős mértékben a megvalósított rendszerarchitektúra befolyásolja, így a megfelelő architektúra kiválasztása kulcsfontosságú.

A modellvezérelt rendszertervezésben az extra-funkcionális jellemzők közötti megfelelő kompromisszumok megkeresésére elterjedtek a tervezésiter-bejáró (DSE) algoritmusok, melyekkel architektúra javaslatok akár végtelen méretű halmaza is automatikusan bejárható. Ehhez azonban szükséges az extra-funkcionális követelmények automatizált kiértékelése teljes vagy félkész architektúra-javaslatokon. A komplex, szolgáltatásbiztonsággal kapcsolatos extra-funkcionális követelményeket általában valamilyen alacsony szintű, sztochasztikus matematikai formalizmusra történő transzformációval kell megfogalmazni. Így a DSE használata specializált szaktudást igényelhet, valamint a kapott analízismodellek kiértékelése sok esetben skálázhatósági problémákhoz vezet.

A dolgozat célja a magas szintű leíráson alapuló, skálázható architektúra szintézis támogatása. Ennek eléréséhez a dolgozat javasol egy módszert, mellyel a szolgáltatásbiztonsági követelmények közvetlenül a teljes vagy félkész architektúra modelleken, gráfmodell lekérdezésekkel írhatók le. Ezen követelmények kiértékeléséhez a dolgozat a gráfmenta-illesztő algoritmusokat a döntési diagrammokon alapuló hibafá-  
analízis technikákkal kombinálja. Ezen felül a dolgozat kiterjeszt egy logikai megoldón alapuló DSE eszközt a lekérdezésekkel specifikált követelmények szerinti hatékony architektúra-szintézishez.

Az eredményekkel egyrészt lehetővé válik a mérnökök számára a követelmények megfogalmazása egy magas szintű nyelven, másrészt a szintézis során kihasználhatóak a skálázható modell lekérdező eszközök olyan jellemzői, mint a lekérdezés-optimalizálás és az inkrementális kiértékelés. A javasolt módszert és a prototípus implementációját a NASA JPL által bemutatott esettanulmányon keresztül vizsgáljuk és összehasonlítjuk egy modell transzformáción és sztochasztikus kiértékelőn alapuló módszerrel.

## LÁZÁR TAMÁS

talazar3@gmail.com

Programtervező Informatikus

MSc, 1. félév

Széchenyi István Egyetem

Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar

Témavezető:

Dr. Kovács Ákos

egyetemi adjunktus, SZE GIVK

### Digital Twins az e-sportban

Kutatásunk célja egy olyan digitális iker elkészítése volt, amely valós időben képes egy szimulációban megjeleníteni egy versenyautó digitális másolatát. A pozícióadatokhoz RTK pontos GPS-szel felszerelt autó állt rendelkezésünkre, valamint a Hungaroring versenypálya RTK pontos GPS-szel elkészített digitális másolata.

A szimulátornál a CARLA nevezetű autonóm irányításra alkalmas szoftvert használtuk, a pálya Unreal Engine 4-ben készült. A megjelenítéshez szükséges programkód Pythonban készült el, az adatátvitelhez ROS-t használtunk, ahol pozíció- és orientációadatokkal dolgoztunk, melyek 10 Hz frissítési gyakorisággal érkeztek.

Az általunk elkészített szoftvercsomag a dolgozatban részletezett követelményeknek megfelelően képes GPS-adatok alapján egy autó digitális másolatának megjelenítésére akár valós időben, akár a ROS által használt rosbagekről visszajátzva. Továbbá elkészült egy kliens is a szimulátorhoz, ahol időméréssel támogatva képesek vagyunk versenyezni a digitális másolattal a szimulátoron belül, miközben a valóéletbeli autót egy képzett pilóta vezeti a versenypályán.

A legfőbb feladat a megfelelő vizuális élmény elérése volt, továbbá az adatok interpolálása, a szerver és a kliens közötti szinkronkapcsolat megteremtése.

Az általunk elkészített rendszer ugyan még nem teljes, azonban megfelelő kiindulópont azok számára, akik digitális ikrek, vagyis digital twins-ek létrehozására törekednek. A legfőbb nehézséget a nem minden esetben megfelelő GPS adatok jelentették, melyet számos esetben sikerrel oldottunk meg, hol a GPS értékek interpolálásával, hol a memóriában tárolt listák hosszúságának csökkentésével.

**LUKÁCS HUNOR-ISTVÁN***hunorlukacs@gmail.com*

Informatika

BA, 6. félév

Babeş-Bolyai Tudományegyetem

*Témavezetők:**dr. Simon Károly  
egyetemi adjunktus, RO BBTE**drd. Sándor Csanád  
egyetemi tanársegéd, RO BBTE***PrefiMania: a preferánsz kártyajáték online változata**

A dolgozat a PrefiMania szoftverrendszerrel mutatja be, amelynek célja a preferánsz kártyajáték helyi, erdélyi változatának elérhetővé tétele az online térben. A viszonylag összetett szabályrendszeren alapuló játékmenet helyes kezelése mellett cél volt egy olyan felhasználói élmény biztosítása is, amely minél jobban visszaadja a hagyományos játék hangulatát. A szoftver ötvözi a modern webes keretrendszereket a Unity platform előnyeivel, és az alkalmazott cross-platform technológiáknak köszönhetően, a jelenleg böngészőben elérhető felület hamarosan más platformokon (pl. mobilkészülökön és játékkonzolokon) is használhatóvá válhat. Célkitűzés továbbá gépi tanulási módszerek alkalmazása robotjátékosok kifejlesztésére és ezek integrálása a rendszerbe.

## **MARIC VIKTOR**

*viktor.maric@stud.uni-corvinus.hu*

Gazdaságinformatika

BSc, 6. félév

Budapesti Corvinus Egyetem

Gazdálkodástudományi TDK

*Témavezető:*

*Dr. Bagó Péter*

*egyetemi adjunktus, BCE GTK*

## **Coachy és Reality Tasks - Az Apple kiterjesztett valóság keretrendszerének implementálása mobilalkalmazásokba**

A kiterjesztett valóság még egy kevésbé kifejlett technológia, ami nagy növekedési potenciál előtt áll. Az okostelefonok processzorának és kameráinak folyamatos fejlődése teret biztosít arra, hogy ennek a technológiának egyre elérhetőbb legyen a mindennapi használata. Jelenleg az Apple rendelkezik a világ legnagyobb kiterjesztett valóság platformjával és a legnagyobb piaci kapitalizációval, így most és a jövőben is meghatározó szerepet vállalhat ennek az elterjedésében. Az Apple kiterjesztett valóság üzleti modellje elsősorban B2B üzleti formát követ, de a későbbiekben a B2C is erősödhet mellette egy esetleges új hardver kiadásával.

A dolgozatban arra keressük a választ két saját fejlesztésű alkalmazáson keresztül, hogy az Apple kiterjesztett valóság fejlesztői keretrendszereit hogyan lehet implementálni mobilalkalmazásokba, ezek milyen lehetőségeket nyújtanak. A két alkalmazás elérhető az App Store-on keresztül, nevük: Reality Tasks és Coachy. A Reality Tasks egy projekt- és feladatkezelő alkalmazás, amely segítségével a felhasználó elhelyezheti a létrehozott teendőit cetli formájában egy falra. A Coachy pedig egy olyan személyi edző, amelynek a háromdimenziós modelljét a felhasználó életre keltheti a kiterjesztett valóság segítségével.

A kutatás először a kiterjesztett valóságot, a felhasználási területeit és a gazdasági helyzetét mutatja be. Ezt követően részletezi az Apple kiterjesztett valóság B2B értékajánlatát. Röviden ismerteti az Xcode fejlesztői környezetet és a Swift programnyelvet. Ez után bemutatjuk a saját fejlesztésű két alkalmazás sajátosságait és technológiai felépítését. Részletezzük a kiterjesztett valóság programozói keretrendszerek – a RealityKitnek és az ARKitnek - implementálását és megjelenését ezekben a szoftverekben. Végül pedig összegezzük a dolgozatot, amely során jól látszik, hogy az Apple ennek a számára stratégiaileg fontos technológiának az implementálását viszonylag könnyűvé tette a fejlesztők számára. A RealityKit keretrendszer többek között lehetőséget nyújt háromdimenziós modellek generálására, importálására, animációkra és élethű textúrák betöltésére. Az ARKit segítségével pedig ezeket a modelleket az eszköz kameráján keresztül el lehet helyezni, szinte automatikusan kezeli az árnyékolást, a fényérzékelést, az embereknek meg a tárgyaknak a felismerését. A mobilalkalmazások pedig részben ezzel is differenciálni tudják magukat hosszú távon a versenytársakkal szemben.

## **PÉTER BERTALAN ZOLTÁN**

*bertalan.peter@bp99.eu*

Mérnök informatikus mesterszak

MSc, 2. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Kocsis Imre*

*egyetemi adjunktus, BME VIK*

## **ZKP-Based Audit for Blockchain Systems Managing Central Bank Digital Currency**

A világ meghatározó jegybankjai évek óta vizsgálják a digitális jegybankpénz (CBDC) bevezetésének lehetőségeit. Amennyiben a jegybank lehetővé teszi a CBDC egy, nem általa felügyelt elosztott főkönyvön vagy blokkláncon való kezelését, igényt tarthat bizonyos megfelelőségi kényszerek előírására. A megfelelőség ellenőrzésének egy lehetséges modellje, ha a főkönyvön végzett tranzakciókat a felügyeleti szerv időről időre auditálja. A modern elosztott főkönyvi rendszerek azonban olyan információkat is tartalmazhatnak, amelyek annak felhasználói számára érzékeny természetűek és amelyekhez a felügyeleti szerv sem kíván hozzáférni. Az audit tárgyát várhatóan a forgalomnak csak a pénzmozgás aspektusa képezi.

A tudásmentes bizonyítások (ZKP-k) lehetőséget adnak arra, hogy úgy bizonyítsuk számítások egy adott szempontrendszer szerinti megfelelőségét, illetve valamilyen követelményeket teljesítő információ ismeretét, hogy mindössze a számítási képességet vagy tudást bizonyítjuk, ennél több információt azonban nem fedünk fel. Dolgozatunkban megadunk egy olyan ZKP bizonyítási sémát, amely lehetővé teszi, hogy egy főkönyv karbantartója úgy igazolja azt, hogy a jegyzett tranzakciókban résztvevő felek a jegybank által jóváhagyottak és hogy a főkönyv maga konzisztens, hogy eközben nem fed fel az egyes tranzakciók konkrétumait. A sémára olyan rendszer kontextusában adunk prototípust, ahol a CBDC kibocsátása és kezelése elsősorban egy dedikált főkönyvön történik, és amelyről jegybankpénz-lekötés ellenében vállalatok konzorciális blokkláncc hálózatra lehet a CBDC-nek megfelelő digitális pénzt kibocsátani. A konzorciális hálózaton tetszőleges tranzakciók végezhetők a lekötött pénzzel, majd az egyes felhasználók egyenlegüknek megfelelően kezdeményezhetik a digitális pénz visszavezetését, azaz jegybankpénzzé való visszaváltását.

A munka eredményeként egy olyan újszerű sémát adok meg és demonstrálok, amellyel megoldható egy főkönyv érzékeny adatokat fel nem fedő auditálása, újrafelhasználható, könnyen kiegészíthető módon. A megadott séma nem csak CBDC témakörben alkalmazható, egyéb potenciális alkalmazásai is vannak a vállalatközi együttműködés területén.

<b>SZALONTAI BALÁZS</b> szalibalu@gmail.com programtervező informatikus MSc, 3. félév Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Kar	<b>VADÁSZ ANDRÁS LÁSZLÓ</b> w2ki49@inf.elte.hu Programtervező Informatikus MSc, 3. félév Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Kar
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Témavezetők:*

<i>Dr. Gregorics Tibor egyetemi docens, ELTE IK</i>
<i>Dr. Pintér Balázs egyetemi adjunktus, ELTE IK</i>

## **Python kód javítása gépi tanulással**

Dolgozatunkban egy Python kódokat mély tanulással javító módszert mutatunk be. Ennek célja a forráskódokban található nem idiomatikusan implementált nevezetes algoritmusminták lokalizálása és hatékonyabb megfelelővel történő helyettesítése. A feladatot két lépésben oldjuk meg. A nem idiomatikus kódrészletek lokalizálásának részfeladatát Sequence Tagging feladatként oldjuk meg LSTM háló segítségével. Az idiomatikus megfelelőket egy attention-nel ellátott sequence-to-sequence háló segítségével állítjuk elő. A módszert egy valós adathalmazon értékeljük ki. Ez több, mint 13.000 kódot tartalmaz, melyeket hallgatók kódoltak.

**DEÁK ADRIENN**

deak.a.adrienn@student.ms.sapientia.ro

Számítástechnika

BSc, 8. félév

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem

Marosvásárhelyi Kar

Témavezető:

Dr. Márton Lőrinc  
egyetemi tanár, RO EMTE MVK

## Ipari robotok távvezérlése Android applikációval

Napjainkban egyre nagyobb teret hódítanak az IoT (Internet of Things) technológia alapú rendszerek, amelyek segítségével hatékonyan megvalósítható az ipari folyamatok okos eszköz alkalmazással történő távvezérlése, felügyelete valamint irányítása. Az okos eszközökön futó ipari szoftverek esetén kritikus az ipari folyamat megbízható monitorizálása, a gyors beavatkozás biztosítása, valamint a jogosultság megfelelő kezelése. Ezért az ilyen jellegű alkalmazások fejlesztése egy összetett folyamat.

Az ipari robotok rendelkeznek saját vezérlőeszközökkel, melyek segítségével programozhatóak, felügyelhetőek, de ezek a vezérlők általában helyhez kötöttek. Éppen ezért, ezen vezérlőeszközök mellé, szinte tökéletes kiegészítő eszközként szolgálhatnak a telefonos alkalmazások.

Jelen dolgozat célja egy olyan Android applikáció fejlesztése, amely az iparban használt robotok távvezérlésére alkalmazható. A fejlesztett alkalmazás képes a robot mozgásának felügyeletére videó és érzékelő információk alapján, képes parancsokat, parancssorozatokat küldeni a robotnak, valamint biztosítani a robot kézi vezérlését videó információ alapján. Az előbbieken említett funkciók mellett az alkalmazás képes a felhasználó személyzet távvezérlési technikájának elemzésére. Ez a modul segíthet a kézi vezérlést alkalmazó felhasználók kiértékelésében, oktatásában.

# Formális módszerek tagozat

Április 18., kedd, 14 óra

## Zsűritagok:

Dr. Csendes Tibor SZTE - zsűrielnök  
Dr. Takács Márta, ÓE  
Dr. Hegyháti Máté, SOE  
Dr. Szabó László Ferenc, ELTE



## **ÁDÁM ZSÓFIA**

*adamzsofi.mail@gmail.com*

Mérnök informatikus szak, mesterképzés

MSc, 2. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Micskei Zoltán*

*egyetemi docens, BME VIK*

## **Absztrakció-alapú trace generálás formális verifikációs eszközök szemantikájának validációjára**

A biztonságkritikus rendszerek komplexitása folyamatosan növekszik, és ennek kezelésére többek között különböző mérnöki modellek (pl. állapotgépek) használata ad megoldást. Formális verifikációs technikák segítségével különböző tulajdonságok ellenőrizhetők a modelleken, de ehhez a modellezési nyelv pontos végrehajtási szemantikájának definiálása szükséges.

Formális ellenőrzőkben ezen szemantikák formalizálása a bemeneti modell transzformációja során történik meg. Ez egy komplex feladat, mivel a szemantika sokszor alulspecifikált. Bizonyos hibák, például a koncepció félreértése (ami gyakran az alulspecifikált részek kiegészítésére adott ad-hoc döntésekben nyilvánul meg), igen gyakoriak. Ezen problémák később sokszor az eszköz által adott eredmények észrevétlen érvénytelenségét eredményezik.

Ennélfogva a szemantikát implementáló modell-transzformáció validálása nélkülözhetetlen. A jelenlegi gyakorlat tesztmodellek készítése, majd érvényes lefutások megadása (általában manuálisan). Ez a módszer hibákra hajlamos, és nem hatékony, például érvényes lefutások könnyen kihagyásra kerülhetnek.

A tesztlefutások automatikus generálása egy aktív kutatási terület. Egyszerű modellekre és modellezési nyelveken egyszerű, de könnyen bonyolulttá válhat: például ha a modell adatokat is tartalmaz, vagy ha az állapottere végtelen. Ilyen esetekben a lefutásokat valamilyen fedettség kritérium teljesítésére korlátozzák, de a probléma specifikus eseteiben precízebb megoldások is adhatók.

Munkámban absztrakció-alapú modell-ellenőrzőket felhasználó automatikus lefutás generálási módszert javaslok, mely gyakran képes végtelen állapotterek kezelésére. Az absztrakciót konfigurálható módon alkalmazza, és nem generál korábban lefedett állapotokat szükségtelenül ismétlő lefutásokat. A dolgozatomban megvizsgálom az algoritmus garanciáit, erősségeit és gyengeségeit is, például fedési kritériumokat és skálázhatóságot.

Az algoritmust egy esettanulmány során ki is értékelem reaktív állapotgépekhez készült eszközökön. A validált eszközök megfelelően összetett, saját modellezési nyelvet alkalmaznak, melynek validálása szükséges. Másodlagos felhasználási esetként valós ipari modelleken is elvégzek egy esettanulmányt.

**BAJCZI LEVENTE**

bajczilevi@gmail.com

Mérnök informatikus szak, mesterképzés

MSc, 2. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Témavezető:

*Dr. Molnár Vince*

*egyetemi adjunktus, BME VIK*

## **Ellenpélda-alapú absztrakció finomítás alkalmazásai párhuzamos programokon**

A formális szoftververifikáció aktívan kutatott alterülete a többszálú programok hatékony kezelésének problémája. A többmagos processzorok biztonságkritikus rendszerekben való megjelenésével egyre nagyobb szükség van olyan robusztus, a biztonságosság bizonyítására alkalmas megoldásokra, amelyek képesek figyelembe venni a több mag jelentette megnövekedett komplexitást. Ezen új kihívások legfőbb oka a megosztott adatokhoz való párhuzamos hozzáférés, ami újfajta hibalehetőségek (pl. memória- vagy cache-inkonzisztencia) révén előre nem látható, potenciálisan katasztrofális hibához vezető problémákat okozhatnak a szoftverben és a hardverben.

A szoftververifikáció terén eddig publikált kutatások többnyire a probléma egy részalmazát célozták, leszűkítve arra az esetre, amikor minden adathozzáférés szigorúan szekvenciális. Ezen megoldások nem alkalmasak a gyenge rendezésű hardver-szoftver rendszerek analizésére, melyeket azonban széles körben alkalmaznak a hatékonyság növelése érdekében. A tudományos világ csak az elmúlt néhány évben kezdett el új, általánosabban alkalmazható, memóriamodell-alapú megoldások kifejlesztésével foglalkozni. A probléma komplexitása miatt ezek a megoldások általában a korlátos modellellenőrzés kiterjesztései, melyek csak a program első k-lépéséről képesek érvelni, és így nem tekinthetők általános megoldásnak.

Jelen dolgozatban bemutatok egy új, memóriamodellt figyelembe vevő, ellenpéldaalapú absztrakciófinomítási (CEGAR) technikát alkalmazó nem-korlátos modellellenőrző algoritmust gyengén rendezett párhuzamos programok kezelésére. Az algoritmus hatékonyságát a terület meghatározó szekvenciális és gyenge rendezésű memóriát feltételező verifikációs eszközeivel összevetve értékelem ki. Bemutatok továbbá egy összefoglaló képet a szekvenciális memóriamodellű, párhuzamos programokat kezelő megoldásokról, melyek a CEGAR-technikát használják. Ezeket a megközelítéseket összehasonlítom komplexitásuk, hatékonyságuk és használhatóságuk szerint is.

## **GYARMATI LÁSZLÓ**

*xdktdk96@gmail.com*

Programtervező informatikus MSc

MSc, 3. félév

Pannon Egyetem

Műszaki Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Mihálykóné Dr. Orbán Éva  
egyetemi docens, PE MIK*

### **Kvázi-független csoportok összefűzése páros összehasonlítási módszerekkel néhány összekapcsoló információ segítségével**

Bajnokságok kiértékelését leggyakrabban a mérkőzések során szerzett pontok alapján végzik. A szerzett pontok azonban önmagukban nem alkalmasak az összehasonlításra, hiszen nem veszik figyelembe az ellenfelek erősségeit. Ennek a problémának feloldása az Élő-féle pontrendszer és általánosításai, de ezek a módszerek sem alkalmasak egymástól elkülönülő csoportok összefűzésére, mivel különböző erősségű csoportokban más-más erősséget fejezhet ki ugyanaz a pontszám. Jól használható módszereknek bizonyulnak azonban a páros összehasonlítási módszerek [1, 2]\*.

Munkámban kvázi-független csoportok összefűzésére és rangsorolására két páros összehasonlítási módszert, a Thurstone-módszert, az AHP mátrixon alapuló LLSM-módszert, valamint egy neurális háló alapú Élő-pont számító módszert szeretnék bemutatni és összehasonlítani. A módszerek segítségével kiértékelem a 2020/21-es idény top európai elsőosztályú labdarúgó-bajnokságait, majd a nemzetközi mérkőzések (a Bajnokok Ligája és az Európa Liga mérkőzései) segítségével egyesített rangsort készítek a csapatokból. Vizsgálom a rangsorok egymással és a Transfermarkettel vett korrelációit, összefüggéseket keresve a csapatok pénzbeli értéke és elfoglalt helyezései között. Végül a helyezések alapján meghatározom, melyik nemzeti bajnokság a legerősebb a top öt (angol, francia, német, olasz, spanyol) közül.

Elemzek olyan eseteket is, amikor egyes nemzeti bajnokságokat összekötő mérkőzések teljesen vagy részben hiányoznak, bemutattva, hogy a módszerek mely esetekben adnak, és mely esetekben nem adnak reális kiértékelési eredményeket. Végezetül egy összefoglalást adok az egyes módszerek előnyeiről és hátrányairól.

---

\* [1] Orbán-Mihálykó Éva; Mihálykó Csaba; Gyarmati László, (2022). Application of the Generalized Thurstone Method for Evaluations of Sports Tournaments' Results, Knowledge, 2(1), 157-166.

[2] Gyarmati L., Mihálykóné Orbán É., & Mihálykó, Cs. A Thurstone módszer alkalmazása sporteredmények elemzésére a 2020/21-es női kézilabda Bajnokok Ligája példáján, Testnevelés, Sport, Tudomány, (közlésre elfogadva)

## **IPKOVICH ÁDÁM**

wqbks2@student.uni-pannon.hu

Mechatronikai mérnök

BSc, 4. félév

Pannon Egyetem

Mérnöki Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Abonyi János  
egyetemi tanár, PE MK*

*Dörgő Gyula  
senior üzleti modellező specialista, Borealis, Kiválóság Központ*

## **Nemnegatív mátrix faktorizáció alkalmazása többszemponútú döntéstámogatásra**

Ez a tanulmány egy módszert javasol a sokcélú rangsorolási problémák megoldására a célok nemnegatív mátrix faktorizáción alapuló strukturális csoportosításával.

A mérnöki munka rengeteg olyan összetett, többszemponútú döntési problémát tartalmaz, ahol az optimális megoldások meghatározása a sok aspektusú döntések különböző nézőpontok szerinti értékelésében rejlik. Ha a célok száma túl nagy, sok megoldás legalább egy cél szempontjából optimális, így a nem dominált megoldások Pareto-frontja túltelítetté válik.

A többcélú optimalizálásban, amíg csak három vagy négy egymással ellentétes szempontunk van, az optimális megoldás meghatározható a megfelelő Pareto-front, a nem dominált megoldások elméleti határának megtalálása révén, amely a megoldási tér elemeit valamilyen módon felülmúlja. Tegyük fel, hogy a nézőpontok száma növekszik, és a többcélú probléma sokcélú optimalizálási feladattá alakul. E munka célja, hogy olyan módszert javasoljon, amely a célok értelmezhető csoportosításával csökkenti a probléma dimenzionalitását. Mivel a Pareto-rangsorolás ebben az alacsonyabb dimenziójú térben történik, az összesített célok csoportjainak hasonlóan kell rangsorolniuk. A munka fő gondolata, hogy a nemnegatív mátrix faktorizáció (NNMF) a célok értelmezhető faktorait generálja le, amíg rangsorolási különbségek összege (SRD) módszer pedig további információt szolgáltat a hasonlóságukról.

A módszer alkalmazhatóságát a Leiden CWTS 2020 adatbázis 46 változója alapján 1176 egyetem rangsorolásán szemléltetjük, mivel ez a probléma összetett, mégis könnyen érthető. A módszert összehasonlítjuk a főkomponens-elemzésen (PCA) és a ritka nemnegatív mátrix faktorizáción alapuló megoldásokkal. Az eredmények azt mutatják, hogy az NNMF és az SRD megfelelő módszert képez a célok szűrésére és kombinálására, amelyek értelmezhető sokcélú rangsorokat alkotnak még a több mint 30 kritériumot tartalmazó problémák esetében is.

## JÁMBOR ZSANETT

*jamborzs96@gmail.com*

Programtervező informatikus

MSc, 4. félév

Debreceni Egyetem

Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Bertók Csanád  
egyetemi adjunktus, DE IK*

*Dr. Pintér-Husztli Andrea  
egyetemi docens, DE IK*

### Bilineáris leképezés alkalmazása

Egyre fontosabb a megfelelő jelszó kiválasztása, és egyre nagyobb a hangsúly a biztonságos jelszótároláson. Egy jelszó-hashelő algoritmus során fontos, hogy minél lassúbb legyen, ekkor a támadók a szótártáblákat lassabban tudják feldolgozni. A dolgozat során az elliptikus görbéken értelmezett műveletek segítségével készítettünk egy algoritmust, amely jelszavak hashelésére szolgál. Továbbá vizsgáljuk, hogy a manapság használt jelszó-hashelő algoritmusokhoz képest mennyire felel meg a kritériumoknak.

Ismertetem a megfelelő jelszótárolás fontosságát. Kitérek az őskép elleni és ütközéses támadásokra, illetve bemutatom a szivárványtábla és brute force-próbálkozásos támadásokat is. Részletezem a hatékony jelszó-hashelő Bcrypt és Argon2 algoritmusokat. A paramétereiket módosítva a futási időket vizsgáltuk, hasonlítottuk össze. Ismertetem az elkészült konstrukciót, a bilineáris párosítások matematikai hátterével együtt. Az implementáció Python nyelven készült, amiben felhasználásra került más szakirodalomban ismertetett algoritmus a többkörösítéshez, ezért azt is fontosnak tartom a teljesség igénye nélkül tárgyalni.

Elkészült egy többkörös jelszó-hashelő algoritmus, amely bilineáris leképezésre épül, ami lassúbbnak bizonyul, mint a manapság gyakorlatban használt algoritmusok. Ahhoz, hogy erről megbizonyosodjunk, különböző körök beállításával lemértük a futási időket. Megmutatjuk, hogy abban az esetben, ha 1 másodperc alatt szeretnénk tartani a hash számítást, akkor a Bcrypt esetében 8192 kört szükséges futtatni, összehasonlítottuk egy aszimmetrikus rendszerrel is, az RSA számításakor 4096 kör szükséges. Az Argon2d algoritmus esetében a körök számán kívül minden paraméternél az alapértelmezett értéket állítottuk be, ekkor 128 körre volt szükség, hogy 1 másodperc alatt maradjon a futási idő, míg az elkészült algoritmusnál 32 kör elegendő ehhez.

**KISS DORINA HEDVIG**

*k.dorina33@gmail.com*

Programtervező informatikus

BSc, 5. félév

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem

Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Kovásznai Gergely*

*tanszékvezető, egyetemi docens, EKKE IK*

**Kvantált neurális hálóak implementálása formális verifikáció céljából**

A neurális hálózatok megjelenésével a gépek képesek lettek olyan feladatok elvégzésére, melyre azelőtt csak az emberek voltak képesek. Manapság már a közlekedésben, illetve az orvostudományban is hatalmas szerepe van az ún. mélytanuló rendszereknek, ám ennek megvan a hátránya is. Ezen rendszerek egyre komplexebbé váltak az évek során, és ezáltal egyre sebezhetőbbé is. A kutatás célja a neurális hálóak sebezhetőségének vizsgálata, azaz, hogy milyen mértékben lehet egy-egy ilyen rendszert félrevezetni.

A kutatás során implementáltam egy lineáris transzformációs réteget, amely képes kvantált súlyokat szolgáltatni az azt követő rétegnek, illetve, hogy ez megvalósuljon, egy függvényt, amely képes a súlymátrixok értékeinek gyors kategorizálására. Továbbá egy ezen réteg felhasználásával készült neurális hálót betanítottam MNIST dataset használatával, illetve sikerült a tréningezés során keletkezett adatokat is kinyernem, például a súlyokat és a batch normalizációs réteg változóit. Ezen adatok felhasználásával a neurális hálót a témavezetőm logikai megkötésekre konvertálta, valamint MiniCARD szolver segítségével verifikálta.

A neurális háló implementálása során a Keras, illetve a TensorFlow használata mellett döntöttünk, mely egyértelműen eldönthetővé tette, mely programozási nyelven íródjon, ez pedig a Python. Verifikációs célokra az egyetem saját szoftvere, a VerBiNe került felhasználásra.

Az implementált neurális háló bár igen jó eredményeket ért el MNIST dataseten tanítva, ugyanakkor a CIFAR-10 datasettel folytatott kísérletek során már nem érte el az elvárt pontosságot, így ezen a téren még fejlesztést igényel. A verifikációt tekintve arra a következtetésre jutottunk, hogy a kvantált neurális háló megtéveszthető.

## TELBISZ CSANÁD FERENC

csanadtelbisz@edu.bme.hu

mérnök-informatikus

BSc, 6. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Bajczi Levente  
doktorandusz, BME VIK*

*Szekeres Dániel  
doktorandusz, BME VIK*

*Dr. Vörös András  
egyetemi docens, BME VIK*

### **Részleges rendezés redukció többszálú programok absztrakcióalapú formális verifikációjának támogatásához**

A többmagos processzorok biztonságkritikus rendszerekben történő térhódításának köszönhetően egyre gyakrabban használnak többszálú programokat ilyen rendszerekben is, hiszen így lehet legjobban kiaknázni a párhuzamos számítás előnyeit. A szoftververifikáció komplexitása új szintre emelkedik a párhuzamosság megjelenésével a szálak nagyszámú lehetséges átlapolódása miatt. A komplexitásnövekedés eredménye, hogy a megfelelő tesztlefedettség elérése még nagyobb kihívást jelent, a naiv verifikációs technikák pedig gyakorlatilag használhatatlanná válnak. A részleges rendezés redukció (POR) hatékony modellellenőrzési megközelítés a párhuzamosság kezelésére. Az ellenpélda-alapú absztrakciófinomítás (CEGAR) pedig eredményes absztrakción alapuló technika állapotterben történő elérhetőségvizsgálatra.

A részleges rendezés alapú redukció aktívan kutatott területe az utóbbi évtizedeknek. Számos algoritmust publikáltak azzal a céllal, hogy minél nagyobb redukció által minél jobb teljesítményt érjenek el. Jelen dolgozatomban bemutatok néhányat a terület legmeghatározóbb algoritmusai közül. Ugyanakkor ezek a módszerek többnyire egy egyszerű állapotter bejárásra építenek csupán, ami korlátozza a további optimalizálási lehetőségeket.

Munkámban új megközelítést mutatok be a dinamikus POR-technikák absztrakcióalapú verifikációba történő integrálásának. Az új módszer egy program utasításai között épített függőségi reláció számítása során az aktuálisan alkalmazott absztrakciót leíró információt is felhasználja. Ha két utasítás közti összefüggőség forrása el van absztrahálva, nyugodtan tekinthetjük ezt a két utasítást függetlennek. A modellbeli összefüggőség mértékének csökkenésével a POR nagyobb redukciót képes elérni. A CEGAR-technikákat többféle módon is optimalizálhatjuk, például lusta kiértékeléssel. Dolgozatomban kitérek arra is, hogyan lehet a bemutatott absztrakciót figyelembe vevő POR-algoritmust az állapotter lusta kiértékelésű számításával kombinálni. Végül kiértékelem a prezentált algoritmusok teljesítményét.

## ZÁSZLÓS MÁRTON GYÖRGY

zaszlosmarton@gmail.com

Programtervező Informatikus

MSc, 2. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

Témavezető:

Dr. Horpácsi Dániel  
egyetemi adjunktus, ELTE IK

### Bizonyítási rendszer illesztési logikához Coqban

Az illesztési logika egy logika, amely más logikákat foglal magába, például az elsőrendű logikát legkisebb fixpontokkal. Segítségével lehet érvelni programok viselkedéséről és helyességéről. Az illesztési logikának több formalizációja létezik. A dolgozat a Coqban lévő formalizációról szól.

Bemutatásra került egy objektumszintű bizonyítási rendszer, melyben lehet nevet adni a hipotéziseknek. Korábban a formalizáció csak a hipotézisek indexeivel volt képes dolgozni. Ezeknek kezeléséhez Coq-taktikák lettek biztosítva.

A formalizáció fixpont-támogatása bővítésre került. Az illesztési logika bizonyítási rendszere tartalmaz egy Knaster-Tarski szabályt, mellyel lehet fixpontokról érvelni. A formalizáció dedukciós tétele korábban csak olyan bizonyításokban volt alkalmazható, amelyek nem használták a Knaster-Tarski szabályt. Ez a megkötés fel lett oldva. Végül a természetes számok ki lettek fejezve egy illesztési logikai elméletben, és a Peano indukció bizonyításra került.

Az állítások bizonyításai Coqban is verifikálásra kerültek.

# Képfeldolgozás és számítógépes grafika tagozat

Április 18., kedd, 14 óra

## Zsűritagok:

Dr. Gál Zoltán, DE - zsűrielnök  
Dr. Kovács Lehel, RO-EMTE  
Dr. Palágyi Kálmán, SZTE



<p><b>BODNÁR ANNA</b>  anna.bodnar97@gmail.com  Mérnökinformatikus MSc  MSc, 2. félév  Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi  Egyetem  Villamosmérnöki és Informatikai Kar</p>	<p><b>RÉVY GÁBOR</b>  revy.gabor@gmail.com  mérnökinformatikus  MSc, 4. félév  Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi  Egyetem  Villamosmérnöki és Informatikai Kar</p>
<i>Témavezetők:</i>	
<i>Dr. Hullám Gábor  egyetemi docens, BME VIK</i>	
<i>Hadházi Dániel  tudományos segédmunkatárs, BME VIK</i>	

## **Mikrokifejezések hibrid szakértői rendszerrel való automatizált detektálása**

A mikrokifejezések olyan univerzális arckifejezések, melyek minden embernél ugyanazzal a jelentéssel bírnak. Egy másik jellemző tulajdonságuk, hogy csak néhány pillanatig jelennek meg az arcon. A felismerésükhöz jelenleg szakértői tudásra van szükség, ami gátolja a mikrokifejezések széleskörű alkalmazásának elterjedését, emiatt e feladat automatizálása kívánatos lenne.

Egy ember arckifejezései alapján következtethetünk pillanatnyi érzéseire, illetve értelmezhetjük egy adott esemény által kiváltott reakcióit, mint például reakcióit egy előadásra vagy termékre. Továbbá az arckifejezések egyes jegyeit felhasználhatjuk bizonyos mentális betegségek detektálására.

A tavalyi OTDK dolgozatunkban bemutatott hibrid szakértői rendszerünk képes volt az arcon megjelenő néhány alapvető mikrokifejezés felismerésére. Lényeges jellemzője volt, hogy landmark pontok meghatározását leszámítva szakértői algoritmusokat alkalmazott az egyes jegyek detektálásához, mivel nem állt rendelkezésre annotációval ellátott megfelelő adathalmaz, amely egy tanuló algoritmus bemeneteként szolgálhatott volna. Idén folytattuk a megkezdett munkát, a korábbi arckifejezés-felismerő megoldásainkat továbbfejlesztettük, illetve kiegészítettük ajakprés-, bólintás- és megvetés-detekcióval.

A szemöldökfelhúzás felismerését pontosítottuk, a megjelenő mikrokifejezések detektálására és időbeli lokalizálására időszerelemző algoritmusokat terveztünk és implementáltunk. A vizsgált személy arcára egy általános modellt illesztve meghatároztuk annak pozícióját és orientációját (a Perspective-n-Point probléma megoldásával). Ennek eredménye alapján detektálja megoldásunk a bólintásokat. Egy további fejlesztés részeként ráncdetektáló eljárást terveztünk és implementáltunk, amelynek segítségével az arcon megjelenő megvetés jeleit érzékeltük. A módszerünket végül kiegészítettük ajakprés-detekcióval is.

E gesztus felismerése az ajak vastagságának becslése és az ajakrés szélességnek meghatározása alapján egy általunk kialakított időszerelemző algoritmussal valósul meg.

Munkánkat valós emberekről készült felvételeken is kiértékeljük. A kiértékeléshez olyan felvételeket kerestünk, ahol spontán, nem megjátszott módon jelennek meg a keresett mikrokifejezések. Ehhez a BAUM-1s adathalmazt használtuk fel, internetes podcastok felvételeivel kiegészítve.

## **BÖRCsök BARNABÁS**

*barnabas.borcsok@gmail.com*

Mérnök-informatikus

BSc, 9. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Szécsi László*

*egyetemi docens, BME VIK*

### **Laplace sajátfüggvény alapú folyadékszimuláció vezérlése**

Fizikai környezetünk megértése és modellezése egy régóta fennálló kihívás, ami rengeteg tudományterületet érint az időjárás előrejelzéstől kezdve, járművek tervezésén át egészen a számítógépes grafikáig. Fizikai rendszereket általában parciális differenciálegyenletek segítségével írunk le, amiket meglévő numerikus módszerekkel tudunk közelíteni. A szimuláció mellett fontos feladat lehet egy fizikai folyamat irányítása is.

Dolgozatom központi témája, hogy hogyan tudunk gradiens-alapú optimalizálási módszerek számára meglévő tudást átadni fizikai folyamatok működéséről. A folyamat gradiensei a felügyelt tanításban megszokott hibafüggvény értéke mellett arról is tudást adnak át az optimalizációnak ("ágensnek"), hogy egy adott pillanatban hozott döntése hogyan befolyásolja nemlineáris fizikai rendszerek lefolyását.

Több kutatási irány összekapcsolásával azt járom körbe, hogyan tudjuk folyadékok viselkedését leírni és irányítani egy csökkentett dimenziójú módszer segítségével. Sűrűségfüggvények advekciónak mintapontokkal közelítem, amiket részecskeként szimulálok a folyadék sebességmezőjében. A módszer előnye, hogy a Laplace-operátor sajátfüggvényeinek lineáris kombinációjaként a sebességmező zárt alakban mintavételezhető. Így a folyadékot a benne áramló anyagokkal együtt anélkül tudjuk szimulálni, hogy a teljes tartományt számon kellene tartani.

Dolgozatomban különböző megközelítésekkel egyre összetettebb problémákat modellezek. Először egyes esetek megoldására nyújtok megoldást gradiens alapú optimalizálás segítségével, majd általánosítva a problémát neurális hálókat tanítok be a fizikai folyamat kívánt módon történő irányítására.

## **BUSA MÁTÉ**

v5izl0@inf.elte.hu

modellalkotó informatikus

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

Témavezető:

*Dr. Németh Zsolt*

*egyetemi adjunktus, ELTE IK*

## **Kvaternió értékű polár-Fourier momentumok algoritmusai digitális képfeldolgozáshoz**

A momentumalapú képfeldolgozás régóta kutatott terület az informatikában. A momentumok kiszámolásával fontos leíró információkat nyerhetünk ki egy képről, amelyeket aztán használhatunk például tömörítésre, vízjelezésre vagy klasszifikációra.

A polár-Fourier típusú momentumok kutatásának fő motivációja, hogy a klasszikus Zernike momentumoknál hatékonyabban számolható, hasonló elméleti és gyakorlati jellemzőkkel rendelkező alternatívákat keressünk. Célom egyes ismert momentumokhoz új számítási módszerek bevezetése volt, és egy elméleti szempontból ígéretes új momentumtípus kidolgozása a témavezetőm instrukciói alapján.

Eredmények:

1. Az utóbbi években kutatott kvaternió Legendre- és RadialHarmonic-Fourier momentumok mellett definiáltam az új kvaternió Chebyshev-Fourier momentumokat
2. A polár-Fourier momentumok és a képrekonstrukciók numerikus algoritmusai közül többet kiterjesztettem, továbbfejlesztettem.
3. Témavezetőm munkája alapján kidolgoztam egy újramintavételezésen és mátrixaritmetikán alapuló számítási eljárást, ami egységesen alkalmazható a fenti momentumokra. Chebyshev-Fourier momentumoknál ezek a számítások FFT-vel gyorsíthatóak.
4. A polár-Fourier momentumok algoritmusai között részletes összehasonlító elemzést végeztem.
5. A Chebyshev-Fourier momentumokhoz eltolás, forgatás és skálázás invariáns mennyiségeket definiáltam, és megvizsgáltam alkalmazásukat objektumok felismerése esetén.
6. Rejtett vízjeleket helyeztem el képekre, melyek transzformációk és zaj hozzáadása után is visszanyerhetőek.

Numerikus tesztekkel megmutattam, hogy a dolgozatban definiált Chebyshev-Fourier momentumok minden tekintetben legalább olyan jó, sok esetben jelentősen jobb eredményeket szolgáltatnak, mint a RadialHarmonic momentumok, miközben a számítások időhatékonysága között nincs releváns eltérés.

A Legendre-Fourier momentumokkal összevetésben hasonlóan teljesítenek az új momentumok, viszont nagy méretű képek, magas rendű momentumok használata esetén a Chebishev-Fourier típus szignifikánsan gyorsabban számolható. Az általunk definiált, újramintavételezésen alapuló algoritmusok minden momentumtípus esetén az időhatékonyság szempontjából jelenleg ismert legjobb eljárások, a korábbi módszerekkel nagyságrendileg azonos hibajellemzők mellett.

<p><b>DANCS ÁDÁM</b>  dancsadam14@gmail.com  Mérnök-informatikus  BSc, 5. félév</p> <p>Széchenyi István Egyetem  Gépészmérnöki, Informatikai és  Villamosmérnöki Kar</p>	<p><b>SÁNDOR ÁGOSTON PÁL</b>  sandor.judo@gmail.com  Mérnök-informatikus  BSc, 7. félév</p> <p>Széchenyi István Egyetem  Gépészmérnöki, Informatikai és  Villamosmérnöki Kar</p>
Témavezetők: Dr. Kovács Katalin egyetemi docens, tanszékvezető, SZE GIVK	
Dr. Szi Brigitta egyetemi adjunktus, SZE GIVK	

## Önvezető járművek fényjelzéseinek szimulálása

Napjainkban folyamatosan növekvő tendenciát mutat az autonóm, önvezető járművek térnyerése. Az új technológiák nyújtotta lehetőségek mellett fontos számításba vennünk az új technológiák esetleges, eddig még nem látott veszélyeit is, kiváltképp, ha egy olyan összetett, sokparaméteres rendszert veszünk vizsgálat alá, mint a közlekedés. Míg korábban egy gyalogátkelőhelyen történő áthaladáskor két ember (gyalogos és a jármű vezetője) kommunikált egymással verbális/nonverbális módokon, addig az önvezető járművek megjelenésével a nem emberi tényező, azaz a „gép” és az ember kommunikációja áll az elemzés középpontjában.

A közúti balesetek számának jövőbeli csökkentése érdekében ezen járművek fényjelzéseinek vizsgálata és továbbfejlesztése nagy jelentőséggel bír. Ezen fényjelzések egyértelmű jelentést kell hordozzanak minden közlekedő számára, hiszen a mindennapi közlekedésben a legfiatalabbtól a legidősebbig mindenki részt vesz. Ezen informatikai-közlekedésbiztonsági fejleszthetőség ihlette dolgozatunk - és a fizikai megvalósítás - létrehozási folyamatának elindítását.

A hordozhatósági, valamint az optimalizálási szempontokat prioritásként kezelve, egy virtuális valóságot szimuláló rendszert hoztunk létre, egy Candao Go széles látószögű kamera, egy Steam VR virtuális valóság szemüveg és egy Arduino UNO mikrokontroller segítségével, melynek kimeneti adatainak feldolgozásával elemezhető a gyalogátkelőhelyet igénybe vevő személy reakciója és a járművön levő fényjelzésbe vetett „bizalma”. A modellezéshez a Blender nevű szoftvert használtuk sokrétű funkciólistája végett.

A munka során közel hatvan különböző személytől vett mintaesetet vizsgáltunk. A mintaadatok elemzésével következtetéseket tudunk levonni a vizsgált rendszerre vonatkozóan, egyben megfogalmazva a fejlesztési lehetőségeket és a modell javítását. A virtuális valóságból kitekintve, egyedi forrasztásokkal és megoldásokkal működésre bírva, tesztelhettük elképzelésünket a valóságban is. A közlekedésben résztvevő személyek nagy része megértette az eszköz célját, amely igazolja egyik elsődleges hipotézisünket, a rendszer könnyű értelmezhetőségét és egyértelműségét. Összegzésként elmondhatjuk, hogy rendkívül pozitív visszacsatolás érkezett az eszközről mind virtuális, mind valós térben.

**FEHÉR LUCA**

*feherluca19@gmail.com*

Ipari termék és formatervező mérnök szak  
BSc, 7. félév

Pécsi Tudományegyetem  
Műszaki és Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Gasz Balázs  
egyetemi oktató, PTE ÁOK*

*Huszák Marcell  
terméktervező mérnök, ME3D-Graft Kft.*

**Műtőasztaltól a képernyőig, avagy digitalizáció az érsebészetben**

Az információalapú megoldások napjaink alappillérévé váltak számos területen. Nem képez kivételt ez alól a sebészeti oktatás rendszere sem. Ennek a haladásnak a következménye az, hogy sok fiatal sebész felkészületlenül lép a műtőbe.

Leendő mérnökként látom, hogy jelentősen csökkenthető lehet ez az arány azzal, ha az innovációs technológiák lehetőségeit oly módon vezetjük be, hogy a gyakorlás eredménye egy objektív, mérhető adat legyen.

Az elmúlt évben részese lettem egy olyan PhD-hallgatókból álló csapatnak, ahol ezt a kérdéskört céges háttérrel vizsgálják. Elsőként, a Your Anastomosis által készített fizikai terméket bővítettük vizuális információval a kiterjesztett valóságban. A folyamat kihívásai ott voltak, hogy a kapott forrásanyag feldolgozásával a meglévő információtartalom nagyban csökkent, illetve az alkotási módszertan kiforratlan volt.

Jelen tanulmányban, és a Kriszbacher Ildikó Tehetséggondozó Program során, arra fogok törekedni, hogy ezt az információ csökkenést minimalizáljam, és a módszertant kidolgozva az alkotást hatékonyá tegyem. A kész munkám produktumát sebészeti oktatóanyagként szeretném hasznosítani.

## HARTYÁNYI GÁBOR

gh1uj4@student.uni-pannon.hu

mérnökinformatikus

MSc, 3. félév

Pannon Egyetem

Műszaki Informatikai Kar

Témavezető:

Dr. Czúni László

egyetemi docens, PE MIK

### Gyomnövények szántóföldi detekciója

A precíziós gazdálkodás alapelve, hogy csak oda juttassunk ki vegyszert, ahová szükséges, és csak a szükséges mennyiségben. Jelen kutatás a gyomfelismerés képi módszerével igyekszik a permetezőgép-vezérlő rendszerek segítségére lenni. A cél egy olyan gépi tanulással támogatott képfeldolgozási rendszer kidolgozása, ami a kukoricakultúrában (későbbiekben egyéb más növénykultúrákban is) képes a kultúrnövényt megkülönböztetni a gyomoktól. Ennek megfelelően képes döntést hozni a permetező bekapcsolására és elzárására, annak érdekében, hogy csak a szükséges helyre történjen kijuttatás. A dolgozat során arra a kérdésre kerestem a választ, hogy egy teljesen új perspektívából megfigyelt kukoricasorban hogyan lehet a gyomdetekciót korszerű számítógépes-látás eszközeivel elvégezni.

- A képi adatbázissal teszteket végeztem arra vonatkozólag, hogy az egyszerű konvolúciós neurális hálózatokkal, illetve az EfficientNet alap változataival lehetséges-e hatékonyan megkülönböztetni a gyomot tartalmazó felvételeket a gyommentes kukorica felvételektől.
- Egy összetettebb, EfficientNet-re épülő hálózatot készítettem, amivel sikerült megfelelő pontossággal a gyomfelismerést elvégezniem.
- A következő lépés annak a vizsgálata volt, hogy milyen módon tudom a számunkra érdekes területet elkülöníteni a képeken, annak érdekében, hogy csak azokra fókuszálva történjen a gyomdetekció.
  - Ennek keretében szükségessé vált a kukoricánövény szegmentálása. A szegmentálást a Mask R-CNN eljárással végeztem.
  - Szegmentálás után a növény tövének meghatározása útján a növény sorainak megkeresése
  - A sordetekció után a homográfia segítségével meghatároztam a sorhoz képest azt a területet, ami a gyomdetekció szempontjából érdekes lehet (ROI). Mindezekhez felhasználtam az ArUco markerek adta lehetőségeket is.
  - Ezek után képi maszkolási művelettel sikerült kitakarni a gyomdetekció szempontjából felesleges területet.
  - Ezek után képi maszkolási művelettel sikerült kitakarni a gyomdetekció szempontjából felesleges területet.

Tapasztalatom szerint az alkalmazott számítási folyamatok meglehetősen számításgényesek, főként a Mask R-CNN szegmentációs eljárást illetően. Az esetleges gyakorlati használat esetén ezt mindenképpen meg kell vizsgálni. A tesztelt eljárások egy rendszerré építése és annak gyakorlati tesztjei jelentik a következő lépéseket. Sok kérdést vet fel a gyakorlati kivitelezés szempontjából a permetező szelep vezérlése és a kamera elhelyezése.

## KARIKÓ CSONGOR CSANÁD

*jpoiwr@inf.elte.hu*

programtervező informatikus

BSc, 6. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

Témavezető:

*Bán Róbert*

*doktorandusz, ELTE IK*

### Távolságfüggvény és deriváltjainak generálása CSG gráfból

A számítógépes grafika területén számos módszer létezik előjeles távolságfüggvények által definiált implicit felületek megjelenítésére, a testhálós approximációtól (például marching cubes), a távolságfüggvényt közvetlenebbül hasznosító raytracing és raymarching eljárásokig. Implicit felületeket könnyen megadhatunk egy CSG (Constructive Solid Geometry) gráffal, amely primitívekből és ezeken vett halmazműveletekből áll. Az így meghatározott felületek megjelenítéskori árnyalásakor elengedhetetlen azok normálvektorainak ismerete.

Az előjeles távolságfüggvénnyel megadott felületek normálvektorai megegyeznek a távolságfüggvény felületi pontokban vett gradienseivel. Meghatározásukhoz alkalmazhatunk differenciahányadossal való numerikus közelítést, ugyanakkor ez a megoldás többféle hibát is behoz a kapott árnyalásba. A dolgozatban ehelyett automatikus differenciálást alkalmaztam. A módszerek kipróbálásának egy saját fejlesztésű gráf alapú CSG modellezőszoftver adott keretet.

Új eredmény az automatikus differenciálást elvégző GPU kód (shader) CSG gráfból történő automatikus generálása, valamint a távolságfüggvény magasabb rendű deriváltjainak automatikus differenciálással történő meghatározása.

A kapott eredményekről elmondható, hogy az automatikus differenciálás jobb minőségű árnyalást tesz lehetővé, mentes a differenciahányadossal történő approximáció jellemző hibáitól. Ugyanakkor kiszámítása sokkal több műveletet igényel. Ezen kívül a hozzá szükséges komplex shaderkód esetenként GPU architektúra limitációkba is ütközik.

**MIKHEL ROLAND**

roland.mikhel@gmail.com

mérnökinformaticus

BSc, 8. félév

Óbudai Egyetem

Neumann János Informatikai Kar

Témavezető:

*Dr. habil. Szénási Sándor*  
egyetemi tanár, OE NIK

## Cross platform 3D Engine WebGPU API segítségével Rust nyelven

Általában elmondható, hogy hatékony megjelenítés esetében minél hardverközelibb programozási megoldásokat használunk, annál jobb teljesítményt tudunk elérni. Ez viszont eltérő minden egyes platformon, akár operációs rendszert, akár hardverkörnyezetet tekintve, ezáltal a szélesebb körű támogatottság érdekében a komplexitás is megnő.

A dolgozat egy hatékony platformfüggetlen 3D megjelenítő motor megvalósítását mutatja be. A megvalósítás során a hatékony megjelenítésen túl az egységes működés a különböző platformokon, a könnyű karbantarthatóság, valamint az egyszerű kezelhetőség volt a célkitűzés. A dolgozat kitér arra is, hogy mi is a feladata egy ilyen alkalmazásnak, valamint, hogy milyen problémákat kell fejlesztői és felhasználói oldalról figyelembe venni. Ezt követi a már meglévő hasonló alkalmazások bemutatása: melyek azok a közös szempontok, amelyekkel minden ilyen alkalmazás rendelkezik, valamint az egyes megvalósítások miben nyújtanak többet a konkurencijukhoz képest. Ezután kerül sor a megvalósítás során a lehetséges technológiák bemutatására, és hogy miért esett a választás a Rust programozási nyelvre, valamint a WebGPU API-ra, mint választott grafikus függvénykönyvtárra. A felhasználni kívánt technológialista bemutatása után került sor az architektúra, valamint a nagyobb alrendszerek kialakításának ismertetésére. A dolgozat ezt követően a fejlesztés menetét hivatott dokumentálni a főbb komponensek működésének bemutatásán keresztül, valamint a fejlesztés során előjött problémákat és azok megoldásait.

A tesztelés során 2 példaalkalmazás került létrehozásra, amelyek eltérő logikával rendelkeznek, demonstrálva az újrafelhasználhatóságot. Továbbá, a rendszer hatékonyságát bemutatandó, különböző helyzetekben történő teljesítménymérésre is sor került eltérő platformok összehasonlításával.

A fejlesztés eredményeképpen egy platformfüggetlen és hatékony megjelenítőt kapunk, amely a fentebb ismertetett követelményeknek megfelel, amely a dolgozatban leírt továbbfejlesztési lehetőségek alkalmazásával egy újfajta megközelítést adhat a hasonló alkalmazások fejlesztésében.

## SZUROMI RÉKA

reka.szuromi@stud.uni-corvinus.hu

gazdaságinformatikus

BSc, 8. félév

Budapesti Corvinus Egyetem

Gazdálkodástudományi TDK

Témavezető:

Dr. Vas Réka Franciska

egyetemi docens, oktatási rektorhelyettes, BCE II

## Az adatvizualizáció jövőbeli trendjei

Egyre több helyen vizuális formában találkozunk az adattal. Manapság az emberek nem a szövegből nyerik az információkat, hanem adatvizualizációkból. Az eszközökből és a programokból begyűjtött adatok mennyisége exponenciálisan nő. Emellett az adatvizualizáció piaci értéke is stabil növekedést mutat. Azonban jelenleg nincsenek alapos tanulmányok arra vonatkozóan, hogy a területen tapasztalható változások milyen irányt vesznek a közeljövőben. Dolgozatomban az adatvizualizáció területén lévő jelenlegi kihívásokat azonosítom. Majd ezekből kiindulva állapítok meg jövőbeli trendeket az adatvizualizáció területén.

Dolgozatom első része az adatvizualizációs technikák alapos szakirodalmi áttekintéséből áll. Majd a kutatási kérdésem megválaszolásához gyakorlati példákat elemzek, és szakértőkkel készítek interjúkat. A jelenlegi kihívások azonosításához a legelterjedtebb platform típusokon készítek adatvizualizációkat. A jelenlegi kihívások megállapítása után szakértőkkel készített mélyinterjúkból állapítok meg trendeket a jövőre nézve. A kapott válaszokból deduktív módon állapítom meg jövőbeli trendeket a következő tíz évre vonatkozóan.

A kutatásomból kiderül, hogy napjaink legnagyobb adatvizualizációs kihívásai a fejlődő és a gyorsuló világgal vannak összeköttesben. Rengeteg felület és funkció áll rendelkezésre, melyben elveszik az adat értelme. A platformok sokasága is nehézséget okoz az eszközök egymással való kompatibilitása szempontjából. Illetve mindezek hatására mi, emberek, is máshogy fogadjuk be a vizuális információt. A jövőben pedig előtérbe kerülnek az előíró analitikai eszközök az üzleti intelligencia és a gépi tanulás segítségével. Továbbá megkezdődik az adatok és eszközök demokratizálása. Mindemellett az adatvizualizációk kiterjesztett valóság formájában is gyakoribbá válnak.

A dolgozat eredményeit adatvizualizáció területén dolgozó szakemberek tudják hasznosítani adatvizualizációs innovációk irányainak meghatározására. A trendekből kiindulva bizonyos platformokon új funkciókat tudnak bevezetni technológiai vezetők. Továbbá a fejlesztők, akár ez alapján, a jövő adatvizualizációs platformját is meg tudják alkotni. Dolgozatom hírportálok és webfejlesztők számára a szöveges információk kiváltására mintaként szolgálhat. Illetve minden felhasználónak egy általános irányvonalat adhat, hogyan készítsenek olyan adatvizualizációt, ami a jövőben is megállja a helyét.

# Mesterséges intelligencia 4 tagozat

Április 18., kedd, 14 óra

## Zsűritagok:

Dr. Németh Géza, BME - zsűrielnök

Dr. Antal Margit, RO-EMTE

Dr. Kolombán Sándor, RO-BBTE



## **BERKECZ PÉTER JÓZSEF**

*berkecz.peter@gmail.com*  
programtervező informatikus  
BSc, 6. félév

Szegedi Tudományegyetem  
Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Farkas Richárd*  
*egyetemi docens, SZTE TTIK*

*Szántó Zsolt*  
*tudományos segédmunkatárs, SZTE TTIK*

## **Statisztikai lemmatizáló módszerek elemzése és továbbfejlesztése magyar nyelven**

A lemmatizáló (szótári alakra, ragozatlan alakra hozó) a természetesnyelv-feldolgozási rendszerek egyik fontos eleme, főleg a magyarban mint agglutináló nyelvben. Például ennek segítségével kereshetünk hatékonyan az interneten, vagy érthetnek meg minket egyszerűbben a számítógépek, ami a mai világban nélkülözhetetlen. Könnyen tűnhet úgy, hogy egyszerűen leválaszthatnánk a toldalékokat, azonban ez nem ilyen egyszerű. Napjainkban a számítógépek felgyorsultak, így elérhetővé váltak a statisztikai alapú lemmatizálók. Korábban kézzel készített, nyelvészeti szabályok alapján határozták meg a lemmákat, azonban ez több okból is hátrányos, például nem tudja lekövetni a nyelv újulását, vagy a különböző doménbeli eltéréseket. Dolgozatomban ismertetem a lemmatizálást és annak különböző módjait. Megmutatom és összehasonlítom, hogy milyen polcraolható eszközöket használhatunk erre a feladatra, illetve ezek milyen módszereket alkalmaznak. Továbbá bemutatom a jelenleg elérhető magyar nyelvű szövegfeldolgozásra szolgáló adatbázisokat, a szótővező algoritmusok kiértékelésének kihívásait.

Célom az, hogy a magyar nyelvre egy olyan state-of-the-art lemmatizáló álljon rendelkezésünkre, ami beleilleszkedik egy ipari felhasználásra alkalmas keretrendszerbe, és meghaladja a többi rendszer pontosságát. Ehhez kiemelten ismertetek két, különböző típusú, de teljesen statisztikai alapú lemmatizálót, és ezekhez specifikusan javaslok néhány egyszerű heurisztikát, amivel tovább növelhetünk a pontosságunkon. Elsőként a Lemmy lemmatizálót mutatom be, ami automatikusan készít szabályokat a látott példákra, majd statisztikai alapon alkalmazza ezeket. Továbbá az Edit Tree Lemmatizert, ami a tanulóadatokon úgynevezett szerkesztőfákat hoz létre és egy neurális háló segítségével kiválasztja, majd alkalmazza azokat.

Az eszközölt módosításokkal kicsivel több, mint 4,5%-ot javult összességében a lemmatizáló, ami ezen az architektúrán jelenleg state-of-the-art.

## CIUCIU-KISS JENIFER TABITA

jenifer.girl.98@gmail.com  
programtervező informatikus  
MSc, 4. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Informatikai Kar

Témavezetők:

*Dr. Oscar Corcho Garcia  
egyetemi adjunktus, Ontology Engineering Group, Artificial Intelligence Department, Escuela  
Técnica Superior de Ingenieros Informáticos (ETSINF), Universidad Politécnica de Madrid*

*Dr. Porkoláb Zoltán  
egyetemi docens, ELTE IK*

*Dr. Daniel Garijo Verdejo  
egyetemi docens, Ontology Engineering Group, Artificial Intelligence Department, Escuela  
Técnica Superior de Ingenieros Informáticos (ETSINF), Universidad Politécnica de Madrid*

### A methodology for research software classification

An increasing number of scientific publications rely on computational experiments to deliver their intermediate and final results. Software developed for this purpose is known as research software and ranges from simple transformation or visualization scripts to complex computational pipelines.

Research software is critical for reproducibility, and therefore developers and researchers deposit their contributions in online repositories, such as GitHub. However, these repositories do not provide a feature for users to help them find similar software. Therefore, there is a need for an approach to automatically characterize research software according to common functionality or domain.

This work proposes a flexible methodology to classify research software with similar functionality. We understand software with 'same functionality' as those software repositories that belong to the same category, as agreed by the scientific community or external vocabularies. Our proposed methodology provides the means to classify new categories without the need to retrain previous classifiers.

We explore and compare against state-of-the-art techniques for software classification. We focus first on specific areas with existing annotated data (such as open platforms for machine learning), where papers and code have been made available by the community. We tested our methodology with lists of domain-specific software tools crowdsourced by the community. A key step of our methodology is to find out how to automatically incorporate new labelled datasets, which are costly to produce, and how to prepare data for successful classification of software projects based on their available documentation. Our approach was evaluated by using a separate test set containing multi-labeled test samples. The achieved result on the training set using cross-validation is an f1 score of 92%. The result on the test set is 76%. Considering that the state-of-the-art approaches could achieve only an f1 score of 36% we could achieve an improvement of 40%.

Once the methodology has achieved a reasonable performance level, the results of our methodology have been implemented into an existing framework for software metadata extraction. Thanks to our approach, the extractor is able to group similar software together.

## **KUCZIK ANNA**

*kuczik.anna@inf.unideb.hu*  
programtervező informatikus  
MSc, 4. félév

Debreceni Egyetem  
Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Prof. Dr. Vaszil György*  
*egyetemi tanár, DE IK*

## **Életlen grammatikák, életlen automaták, életlen nyelvek**

Az életlen halmazok az informatika számos területén hasznosnak bizonyulnak, több helyen jelennek meg potenciális megoldási lehetőségként olyan kérdésekre, amelyekben a bizonytalanság előfordul. Ezen bizonytalansági kérdések kezelésére jó eredményt adhatnak, ezért minél átfogóbb ismeretük az informatika fejlődésében előnyös és célravezető lehet.

Az életlen halmazok matematikai szempontból is érdekesek, de hasznos alkalmazásra találhatnak olyan területeken, mint amilyen a mesterséges intelligencia, kognitív tudomány, filozófia azon részei, ahol a bizonytalanság megjelenik valamilyen formában, amire az életlen halmazok által megoldást adhatunk.

A dolgozat ismerteti az életlen halmazok elméletének alapjait, valamint az életlen automaták működését és azokat az összefüggéseket, amelyek segítségével könnyebben érthetővé válik ezen automaták rendszere és felépítése. A dolgozat célja ezen működés megvalósítása egyszerűbben.

A hagyományos formális nyelvek elmélete és az életlen halmazok elméletének segítségével definiált életlen formális nyelvek elméletének kapcsolatát használom az egyszerűsítéshez.

Az alapvető kérdés, hogy mely elemei szükségesek az életlen formális nyelveket leíró életlen automaták különböző módon adott definícióinak, melyek azok az egyszerűsítési lehetőségek, amelyek mentén ugyanazt az eredményt el tudnánk érni.

A dolgozatban megmutatjuk, hogyan lehetséges az életlen automaták egy speciális esetének definiálása alapján az életlen grammatikát, valamint az életlen automatát egyszerűsíteni az életlen automaták ekvivalenciaosztályai számosságának csökkentésével.

## **KUKODA BALÁZS**

kukodabalazs@gmail.com  
programtervező informatikus  
MSc, 4. félév

Pannon Egyetem  
Műszaki Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Balkányi László  
tudományos tanácsadó, PE MIK*

*Dr. Vassányi István  
egyetemi docens, PE MIK*

### **Szívultrahangleletek és az ICD-11 kódrendszer fogalmi terének összehasonlító elemzése és összekapcsolása tudásmérnöki eszközökkel**

A dolgozat tárgya egy, a szívultrahang vizsgálatának leletezése céljából készült orvosi szakkifejezés-hierarchia (Standardized Report for Adult Transthoracic Echocardiography - röviden: SRATE) és az ICD-11-MMS (International Classification of Diseases 11th Revision for Mortality and Morbidity Statistics) összekapcsolása azon kutatási hipotézis vizsgálatának céljából, mely szerint a már meglévő módszerek vagy azok valamilyen kombinációja segítségével a klinikai leletezés során keletkező egészségügyi adatokból automatikusan előállíthatóak epidemiológiai vagy más célú szakmai adatsorok is.

Az esettanulmány módszere alapján kiválasztottam egy szűkebb részterületet (Pulmonális billentyű betegségei), amely részterületen elvégeztem (1) szakértő (orvosi tudásmérnök) segítségével a két hierarchia összehasonlító elemzését és manuális leképezését, valamint (2) létrehoztam a két hierarchia közötti automatikusan előálló leképezéseket (mapping) a szakirodalomból vett módszerek és azok kombinációinak segítségével.

A munkám módszertani újdonsága az, hogy két olyan orvosi hierarchia összekapcsolására használtam az UMLS-t (Unified Medical Language System), melyek egyike sem része (jelenleg) az UMLS-nek. Munkám további újdonsága, hogy az ICD-11-MMS és egy leletezési célra készült orvosi hierarchia összekapcsolhatóságát vizsgálja.

Az automatikus leképezéseket előállító módszerek két csoportra bonthatóak: (1) a lexikai megközelítések közül a TF-IDF (term frequency–inverse document frequency) értékek hasonlóságán alapuló szöveghasonlóságot használtam; (2) szemantikai megközelítésre pedig az UMLS-ben történő kereséseket. Az automatikusan előálló leképezési eredmények jóságának megállapítására a szakértő bevonásával készült manuális leképezést használtam.

A kiértékelés során világossá vált, hogy a leletezés során keletkező egészségügyi adatok és az epidemiológiai adatok összekapcsolásához (1) szükség van az ICD-11-n belül leletezési célú linearizációk, valamint (2) az azokat az ICD-11-MMS-sel összekötő leképezések létrehozására, amely feladatok automatikus végrehajtása a vizsgált módszerekkel nem volt teljes mértékben lehetséges.

Továbblépési lehetőségek között megemlítem (1) további módszerek kipróbálását, valamint (2) a vizsgálat kiterjesztését más orvosi szakterületre.

Kulcsszavak: ICD-11-MMS, UMLS, orvosi hierarchiák leképezése, mapping, szívultrahangvizsgálat, echokardiográfia, leletezés, egészségügyi informatika

**MÉSZÁROS LÁSZLÓ**

meszaros.laszlo.1987@gmail.com  
programtervező informatikus  
MSc, 4. félév

Debreceni Egyetem  
Informatikai Kar

**VASVÁRY GÁBOR**

bithajcsar2@gmail.com  
mérnökinformatikus  
MSc, 1. félév

Debreceni Egyetem  
Informatikai Kar

Témavezető:

Dr. Kovács László  
egyetemi adjunktus, DE IK

## **Valós idejű regisztrált szimulációs és fizikai szenzoradatok párhuzamos gyűjtése önvezető modellautók fejlesztéséhez**

A vezetésautomatizálásban öt szintet különböztetünk meg. Az ötödik szint a teljes önvezetést jelenti, ahol bármiféle emberi beavatkozás nélkül képes a jármű eljutni a kijelölt célhoz. Ennek a megvalósításához a gépi látáson felül széles körű szenzorarzenálra van szükség. Ezen szenzorokból nyert adatokat használjuk fel az önvezető modell tanítása során. Mivel az önvezető jármű teljes mértékben a szenzorokra és a gépi látásra támaszkodik a közlekedés során, fel kell készítenünk a modellünket arra is, hogyan alkalmazkodjon az egyes szenzorok kiesésére, a zajos szenzoradatokra vagy a meghibásodásra.

A dolgozat célja egy olyan megoldási javaslat létrehozása és bemutatása, amely valós időben képes szimulációs szenzoradatokot gyűjteni fizikai szenzorok alapján, amelyeket a későbbiekben a reinforcement learning módszerek mellett a generatív eljárásokkal támogatott önvezető járművek esetén a nehéz körülmények elemzésére, betanítására és adataugmentációra hatékonyan alkalmazhatunk.

A szimulációt az NVIDIA Omniverse használatával készítettük el, ebben hoztuk létre egy, a valósággal közel megegyező virtuális környezetet, ahol lemodelleztük az Autonom Járművek Kutató Labor keretein belül fejlesztett önvezető járművet és tesztpályát. Felhasználtuk a laborban már rendelkezésre álló belső pozicionáló rendszert is. A pozíciós adatokat valós időben küldjük a szimulációs szoftvernek, ami ez alapján pontosan arra a pozícióra helyezi el a tesztpályán a virtuális járművet, ahol a fizikai autó is található. Az így megfeleltetett szimulációs autón szenzorokat helyeztünk el, melyek adatait fel tudjuk használni az adatgyűjtés során, valamint módosításokat végeztünk a szenzoradatokon a generatív hálózat felhasználásával a valóságnak jobban megfelelő zajos adatokat előállítva.

## NÉMETH DÁNIEL ISTVÁN

nemeth.daniel.istvan@hallgato.ppke.hu

mérnökinformaticus

BSc, 4. félév

Pázmány Péter Katolikus Egyetem

Információs Technológiai és Bionikai Kar

Témavezető:

Dr. Tornai Kálmán  
egyetemi docens, PPKE ITK

### Hálózati fogyasztásmérő viselkedésalapú fogyasztófelismeréssel

Az elektromos fogyasztók klasszifikációja viselkedésük alapján több szempontból lényeges feladat az intelligens háztartások vagy az elektromos hálózat részeként. Egy ilyen rendszer megteremti a lehetőséget az intelligens felügyeletre, valamint lehetővé teszi a beavatkozást is, amellyel pillanatnyi terhelésváltozásokra jobban reagáló, a kapacitáselosztást hatékonyabban megvalósító hálózat létrehozása lehetséges. A jelenlegi eszközök önmagukban nem alkalmasak erre. A hálózat intelligens felügyelete lehetővé teszi például a fogyasztás ütemezését, ezáltal a hálózati terhelés befolyásolását.

A létező mérőeszközök esetén az intelligens hálózat kialakításának koncepciója a csatlakoztatott eszköz automatizációján alapul, központi vezérlés mellett. Azonban ezek statikusan programozott eszközök, azaz hiányzik belőlük az a képesség, ami a csatlakoztatott fogyasztót felismeri, és dinamikusan alkalmazkodik, profilt képes váltani. Ezen probléma megoldására rövid mérési idősorok feldolgozása ad megoldást.

Saját kutatásom erre a problémára keresi a megoldást, amelynek első lépésként egy, a szakirodalomban bemutatott megoldást vizsgáltam meg. Az ötlet alapja, hogy az egyes csatlakoztatott fogyasztók adott (módosított) bemeneti gerjesztésekre különböző választ (torzítást) adnak, amely mérhető. A módszer előnye, hogy nagyon rövid a mérési periódus, az így gyűjtött adatok pedig ezt követően gépi tanulási eszközökkel klasszifikálhatók.

A kutatás első részében a mérőeszköz hardvere került megtervezésre és megépítésre. A mért adatokat először SVM klasszifikációs módszerrel vizsgáltam. Fontos szempont, hogy az eszköz csak minimális mennyiségű adatot gyűjtsön, ami csökkenti a mérési időt és a klasszifikációs modell létrehozásának, valamint a klasszifikáció végrehajtásának erőforrásigényét. A kutatás során először elméleti számolásokkal kerestem optimális megoldást a mérés tulajdonságainak (mérési profil) meghatározására, majd kísérleti méréseket is végeztem így meghatározott mérési profilokkal. A kísérleti mérések alapján kevesebb, mint egy másodperces mérési idő is elegendő volt 99% feletti pontosságú klasszifikációhoz. A kutatás során több klasszifikációs megoldás mellett a nyílt halmaz alapú klasszifikációt is megvizsgáltam a mérési adatokon.

## **SZABÓ GERGŐ**

szabogergo.a@gmail.com  
programtervező informatikus  
BSc, 6. félév

Szegedi Tudományegyetem  
Természettudományi és Informatikai Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Farkas Richárd  
egyetemi docens, SZTE TTIK*

*Szántó Zsolt  
tudományos segédmunkatárs, SZTE TTIK*

## **Transzformer alapú mély neuronhálós magyar nyelvi elemző modell**

Napjainkban a mesterséges intelligencia behatárolja az életünket, legyen szó akár egy könnyebb vagy éppen egy nehezebb feladatról. Ma már képesek vagyunk olyan rendszereket építeni, amelyek rendkívüli módon segíti az emberi életet. Csak vegyük például a háztartásbeli okos gépeket, avagy az önvezető autót. Az internet korát éljük, aminek az egyik legjövődélmezőbb része az adat. Ahhoz hogy ezeket képesek legyünk feldolgozni, szükség lehet olyan alkalmazásokra, amik képesek információt kinyerni a szövegekből. Erre a megoldás a természetes nyelvfeldolgozás (Natural Language Processing, NLP). A természetes nyelvfeldolgozásban, mint a gépi tanulás más területein, az utóbbi években a nagy erőforrás-igényű, cserébe nagy pontosságú mély neurális hálózatokra épülő megoldások, azon belül is a transzformer alapú architektúrák nyertek teret. A szövegek elemzésére magyar nyelven is számos gépi tanuló megoldás létezik már, de kutatásomban olyan módszereket javaslok, amelyeket még nem alkalmaztak. Az általam fejlesztett eszköz az első magyar nyelvre átfogó nyelvi előelemzést adó transzformer alapú keretrendszer. Tartalmaz tokenizálót, mondatra bontót, lemmatizálót, szófaji címkézőt, morfológiai elemzőt, függőségi elemzőt és névelem-felismerést. Kutatásom további célja a gépi tanulás és a mély neuronhálók működésének vizsgálata, hogy kiderüljön, mekkora pontosságjavulás lehetséges nagyobb hálózatokkal, és ezeknek mekkora erőforrásigénye van. Megéri-e a több erőforrást igénylő modell, vagy megelégedhetünk a hagyományos rendszerek teljesítményével? Mennyit tud javítani a pontosságon a transzformer alapú rendszer a korábbi megoldásokhoz képest? A kutatásomban egy transzformeralapú mély neuronhálót fejlesztettem a spaCy keretrendszer segítségével, amelyet összehasonlítok hagyományos gépi tanuló és korábbi mély rekurrens neuronhálós megoldásokkal, nagy hangsúlyt fektetve az erőforrásigények és a pontosság megértésére.

## **SZOLÁR BALÁZS**

*leftazshun@gmail.com*  
programtervező informatikus  
BSc, 6. félév

Pannon Egyetem  
Műszaki Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Fogarassyné dr. Vathy Ágnes*  
*egyetemi docens, PÉ MTK*

### **BERT-modellek teljesítményének vizsgálata bináris osztályozási feladathoz kapcsolódóan angol és magyar nyelvű szövegek környezetben**

A Bidirectional Encoder Representations from Transformers, azaz a BERT-modell az utóbbi években kiemelkedő eredményeket ért el a különféle természetes nyelvfeldolgozási feladatokban, mint például a kérdésmegválaszolás vagy osztályozás. Mindez részben a transfer learning metodikának köszönhető. Munkám során a BERT-modell magyar és angol nyelvű szövegosztályozási feladatban történő alkalmazását vizsgáltam a transfer learning módszer alkalmazása mellett. Céloom a különféle előtanított BERT-modellek bilingualitása és a bemenetükkel való kapcsolat vizsgálata és kiértékelése angol és magyar nyelvre vonatkozóan. A kutatás végrehajtásához egy saját gyűjtésű adathalmazt hoztam létre, amely egy webáruház értékeléseit tartalmazza angol és magyar nyelvű szabad szöveges megfogalmazásban a hozzá rendelt bináris értékeléssel együtt. Munkám első részében megvizsgáltam, hogy a hiperparaméterek milyen módon befolyásolják a BERT-modellek teljesítményét a különféle adathalmazokon. Ezt követően az eredményül kapott legjobb hiperparaméter-beállításokat alkalmazva megvizsgáltam, hogy a finomhangolt transfer learning modellek milyen teljesítményt nyújtanak a különféle nyelvű szövegek osztályozása során, illetve, hogy a szöveghalmazok kiegyensúlyozása és a tanulóminta mérete milyen összefüggést mutat az osztályozás pontosságára vonatkozóan. Kutatásom eredménye hasznos útmutatást nyújthat a magyar nyelvű szövegek BERT-modell alapú feldolgozásához.

## CHARAF KAMEL

charafkamel@live.com

mérnök-informatikus

BSc, 5. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Témavezető:

Dr. Horváth Gábor  
egyetemi tanár, BME VIK

## Anomáliadetektálás logfájlokban gépi tanulással

Az adatok világában élünk. Sok adat keletkezik környezetünkben szenzorokból, közösségi médiából és számos egyéb forrásból. A komplex informatikai rendszerek kivétel nélkül rendelkeznek logfájlokkal, amelyek segítségével pontosabb képet kapunk a rendszerek működéséről, állapotáról és helyzetéről. Ezek az adatok számtalan információt hordoznak, melyek nagy értéket képviselhetnek az operátorok számára. Anomáliáról akkor beszélünk, ha eddig ismeretlen összetételű vagy sorrendű logsor érkezik. Célom az anomáliák észlelésével, hogy jelentsük a szokatlan logsor-szekvenciákat. Mivel a rendszerek folyamatosan logolnak, így hatalmas adathalmaz keletkezik, ami nagyon megnehezíti a manuális feldolgozást, ezért ennek automatizálása elengedhetetlen.

Manapság előszeretettel használnak gépi tanulást problémák automatizált megoldására, ezért a megoldásomban is ezt fogom használni. Ez a módszer egyrészt lehetőséget biztosít az anomáliák detektálására, másrészt egy tanuló folyamatot is, amely képes folyamatosan fejlődni és egyre pontosabb eredményeket prezentálni. Ezek alapján a TDK dolgozatomban arra vállalkozom, hogy kétfajta megoldást mutassak be az említett problémára.

Az első megoldásom a DeepLog-alapú algoritmusból indul ki. Ez egy nagy irodalommal rendelkező és sokak által referenciaként kezelt algoritmus, amely függetlenül a számos gyengeségétől, hatékonynak bizonyult. Ennek az algoritmusnak az implementálására vállalkozom.

A második megközelítés egy új, KNN-alapú eljárás, amely csoportokba rendezhető logfájlok esetén képes anomáliák azonosítására. Ennek az eljárásnak lényegesen szűkebb az irodalma, alig publikáltak róla, különösen a csoportokba rendezhető logfájlok esetén. A KNN-alapú megközelítések egyik kulcseleme a megfelelő távolságmérika megtalálása. A logsor-szekvenciák közötti távolság meghatározására többfajta lehetőséget vizsgálok meg, amelyek teljesítményét összehasonlítom egymással és a mélytanulás alapú megoldással.

A DeepLog algoritmus saját implementációjával tökéletesen reprodukáltam az irodalomban szereplő hatékonyságot, annak ellenére, hogy egy egyszerűsített eljárást vezettem be.

A saját, KNN-alapú megközelítés egy újszerű megoldás szekvenciális anomáliák detektálására és hatékonyságban kiugróan jónak bizonyult.

# Mesterséges intelligencia 5 tagozat

Április 18., kedd, 14 óra

## Zsűritagok:

Dr. Barbarics Tamás, BME - zsűrielnök  
Dr. Vámosy Zoltán, ÓE  
Dr. Csató Lehel, RO-BBTE



**DOBAY TAMÁS**

dobayt@gmail.com  
mechatronikai mérnök  
BSc, 5. félév

Széchenyi István Egyetem  
Gépészmérnöki, Informatikai és Villamosmérnöki Kar

Témavezető:

Hollósi János  
egyetemi tanársegéd, SZE GIVK

## **Objektumdetektáló neurális hálózat predikciós pontosságának vizsgálata zajterheléssel**

A munkám egy objektumdetektáló neurális hálózat predikciós pontosságának vizsgálata zajterheléssel. A témám azért aktuális, mert egy önvezető jármű kameraalapú környezetfelismerő rendszerének szerves részét képezik ezek a megoldások, és megbízhatóságukat könnyen befolyásolhatják az időjárási viszonyok, mint például a köd, vagy ha a felismerendő objektum rongált (egy tábla össze van firkálva). Fontos ezért tisztában lennünk a romlás mértékével zajterhelt bemeneti képek esetén, hogy a későbbiekben egy robosztus rendszert tudjunk létrehozni. Munkám során megvizsgáltam, hogy egy objektumdetektáló hálózat különböző tanulható paraméterszám mellett hogyan képes teljesíteni zajterhelt bemeneteken. Általánosságban elmondható, hogy a nagyobb tanulható paraméterszámmal rendelkező architektúra nagyobb pontossággal szokott rendelkezni. Ez felveti a kérdést, hogy zajterhelt bemeneteken is érvényesül-e ez a kijelentés, és ha igen, akkor milyen mértékben. A vizsgálatomhoz készítettem több kiértékelő adatkészletet zajterheléssel, illetve egyet zajterhelés nélkül, és ezeken tanulmányoztam a YOLOv5 modell kis és nagy paraméterszámmal rendelkező típusainak átlagos predikciós pontosságait és azok változását. A zajterhelésekhez az FGSM (Fast Gradient Sign Method) módszerét használtam, valamint esős képeket emuláltam. Eredményül a kiértékelte mérési adatok nagyobb belátást adnak arra, hogy zajterhelt adatokon hogyan teljesít a mai egyik legkorszerűbb objektumdetektáló hálózat tanulható paraméterszámától függően. A YOLOv5 nagyobb tanulható paraméterszámmal rendelkező típusa esetén a predikciós pontosság romlásának mértéke jelentősen alacsonyabb lett a kisebb modellével szemben.

## **GALIGER GERGŐ**

galigergergo@yahoo.com  
Márton Áron Szakkollégium  
MSc, 4. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Informatikai Kar

Témavezető:

Dr. Kovács Péter  
egyetemi docens, ELTE IK

### **Termografikus képrekonstrukció hibrid tanuló algoritmusok segítségével**

A termografikus képrekonstrukció egy gyors módszer különböző anyagokból készült tárgyak, alkatrészek, kábelek stb. roncsolásmentes vizsgálatára. Az eljárás során a tesztelt anyagot valamilyen hőforrás, pl. hőlámpák vagy indukció segítségével felmelegítik, miközben egy infrakamerával mérik a felszíni hőmérséklet változását. A feladat az anyag belső szerkezetének rekonstrukciója a felszíni hőképek alapján. Számos direkt rekonstrukciós módszer létezik, melyek csak a hővezetés fizikai törvényszerűségeit modellezve végzik a rekonstrukciót. A TDK dolgozatban viszont egy új módszer továbbfejlesztésével foglalkozom, melyben a felszíni hőképeket előbb egy lineáris transzformáció segítségével ún. virtuális hullámokká konvertáljuk, amiket már a fotoakusztikus képrekonstrukcióban ismert módszerek segítségével lehet kezelni. Matematikailag a virtuális hullámok előállítása egy rosszul kondicionált lineáris inverz problémaként formalizálható, melybe különböző plusz feltételek is beépíthetők, pl. ritkaság, nemnegativitás. A feladatot megoldó iteratív numerikus módszerek (ADMM, FISTA stb.) alacsony jel-zaj arány mellett nem adnak kielégítő eredményt. Ezen a modellalapú és az adatvezérelt rekonstrukciós eljárásokat kombináló hibrid neurális hálók alkalmazásával szeretnénk javítani. A dolgozatban a virtuális hullámok rekonstruálásához a CT képfeldolgozásban már sikerrel alkalmazott FISTA-Net hibrid architektúrát alkalmazzuk, melyben a háló rétegeit a FISTA numerikus módszer iterációs lépéseiből konstruáljuk. Az ehhez hasonló mélyhálók tanításához nagyon sok adatra van szükség, a mérések megvalósítása azonban költséges és időigényes feladat. Ennek kiküszöbölésére létrehoztunk egy adatgenerátort, amely képes különböző méretű és alakú rendellenességeket tartalmazó fizikai fantomképek előállítására. Ennek segítségével a FISTA-Net tanításhoz 100 000 különböző jel-zaj arányú felszínhőmérséklet-képet tartalmazó adathalmazt generáltunk. A betanított modell teljesítményét a legkisebb négyzetes eltérésben mértük, melyben jelentősen sikerült csökkenteni az eddig alkalmazott numerikus megoldók (pl. ADMM) rekonstrukciós hibáját.

**HALMOSI LEVENTE FERENC**

halmosilevente@gmail.com  
programtervező informatikus  
BSc, 3. félév

Szegedi Tudományegyetem  
Természettudományi és Informatikai Kar

Témavezető:

Dr. Jelasity Márk  
egyetemi tanár, tanszékvezető, SZTE TTIK

**Szegmentáló neurális hálózatok robusztussága**

Napjainkban az ellenséges (adversarial) példák jelensége egy erősen kutatott terület a neuronháló-alapú számítógépes látáson belül, amelynek lényege, hogy a bemenet szabad szemmel láthatatlan ellenséges perturbációival egy neuronháló kimenetét tetszőleges módon meg lehet változtatni. A képklasszifikáció területén ez a téma egységes módszertannal rendelkezik, ebből adódóan az ebben a témában megjelenő munkák összehasonlítása könnyedén lehetséges, az eredmények igazolhatóak. Ezzel szemben az ellenséges példák jelensége egy nem egységes, alulkutatott terület a neurálishálózat-alapú képszegmentálás területén. A kutatás során létrehoztunk egy validáló algoritmuscsomagot, amellyel sikerült igazolnunk azon hipotézisünket, miszerint a jelenleg elérhető legnagyobb robusztusságú szegmentáló modell valójában nem robusztus. Ezen túlmenően létrehoztunk egy olyan szegmentáló modellt, amely az eddig fellelhető hálóknál jelentősen robusztusabb. Mindezzel együtt megalkottunk egy módszertant, amely reményeink szerint alkalmas lesz a módszertani kohézió megteremtésére a témán belül.

## **HOLICZA BARNABÁS**

*holiczabarnabas@gmail.com*

programtervező informatikus

BSc, 6. félév

Pannon Egyetem

Műszaki Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Vörösházi Zsolt*

*egyetemi adjunktus, PE MIK*

### **Neurális hálózatok alkalmazása a napelempanel minőségellenőrzésére**

Tudományos diákköri dolgozatomban az EL – Elektro-Lumineszcens technológiával a napelempanelről speciális kamerával készült felvételek automatizált minőségellenőrzését tanulmányoztam és végeztem el.

A napelempanel gyártása során különböző hibatípusokkal találkozhatunk, melyeknek azonosítása eddig emberi beavatkozással történt, mely szükségessé tette az gyors és automatizált minőségellenőrzés folyamatának kidolgozását. Erre a problémára adok megoldást azáltal, hogy különböző mélytanuláson alapuló neurális hálózatokat használok, mely modellek tanításával akár valós időben biztosítható a napelempanel hibáinak pontos detektálása és felismerése.

A neurális hálózatok tanításához egy EL napelempanelt tartalmazó képi adatbázis állt rendelkezésemre, mely kézi annotálását elvégeztem és többször ellenőriztem, a korábbi annotációk ellentmondásaiból eredő hibákat kijavítottam. Az adatbázis strukturálása és későbbi bővítése során a DarkLabel/VIA annotációs programok segítségével kézi annotációk sorozatával kb. 1400 kép (~21000 hiba) annotációját sikerült meghatároznom, melyet a tanításokban sikeresen felhasználtam.

Az annotációk megjelenítéséhez, illetve a neurális hálózatok tanításához szükséges eltérő adatformátumok közötti konverziók egyszerűsítéséhez, valamint a detekciós eredmények megjelenítéséhez egy Python nyelven írt grafikus felhasználói felületet is implementáltam.

A neurális hálózatok (RetinaNet és YOLO) konfigurálását, tanítását és tesztelését különböző paraméterekkel is sikerült megvizsgálnom, melyek eredményeit különböző metrikák szerint a kiértékelés során ismertetem. A YOLOv5l modellt és az Adam optimalizálót felhasználva különböző hiperparaméterekkel konfiguráltam, hangoltam és teszteltem le a mélytanulás hatékonyságát, a modell 91%-os pontosságot ért el, mely az eredeti kiindulási feltételekhez képest mintegy 30%-os javulást jelent.

## HUBAY CSENGE KRISZTINA

csengehubay@gmail.com  
molekuláris bionika mérnöki  
BSc, 7. félév

Pázmány Péter Katolikus Egyetem  
Információs Technológiai és Bionikai Kar

Témavezetők:

Magyar Bálint  
doktorandusz, PPKE ITK

Dr. Horváth András  
egyetemi docens, PPKE ITK

### Mozgásdetekció vízilabdameccsekről készült videoközvetítéseken

Az elmúlt pár évtized során a gépi tanulás vált az egyik legígéretesebb technológiává, mely segíthet megoldani az emberiség előtt álló problémák jelentős részét. Már napjainkban is hasznosítható a legkülönbözőbb területeken, legtöbbször képelemzést igénylő feladatoknál. Az orvostudománytól a mezőgazdaságon át a hadiparig minden szektor találkozik olyan problémákkal, melyekre a gépi tanulás adhatja a legpontosabb választ.

Az egyik ilyen felhasználási terület a sportanalitika. Sok értékes adat nyerhető ki egy-egy játékos vagy csapat mozgásának megfigyeléséből; a jövőben szinte bizonyos, hogy ezeket az adatokat is számítógépek nyerik majd ki. Egy-egy ilyen rendszer létrehozásának első lépése az adott sportban fontos tereptárgyak és játékosok felismerése. A népszerűbb sportoknál, mint a labdarúgás vagy a kosárlabda, erre már léteznek jól teljesítő implementációk, melyek segítik az edzők és csapatok munkáját.

Ezen rendszerek alkalmazása vízisportok esetén több nehézségbe ütközik. A vízben mozgó objektumokat (mint az emberek vagy a labda) gyakran kitakarja a folyton hullámzó környezetük. Egy másik nagy probléma, hogy mivel a víz optikai tulajdonságai jelentősen eltérnek a levegőtől, a legtöbb, nem vizes közegben készült képen tanult intelligencia el fogja véteni a tesztképek tartalmát, ha azon nem szárazföldi a közeg. Ez azért különösen problémás, mert a legtöbb elérhető tanítóadat csak elvéve tartalmaz képeket vízben tartózkodó embereről. Ennek megfelelően a vízilabda helyzete speciális; saját adataira van szükség egy-egy neurális háló tanításához.

A feladatok, amikre megoldást keresek, a vízilabdapálya szegmentációja, a labdadetekció, a játékosok megtalálása, majd a labda és a játékosok útvonalának kiszámítása. Egy-egy objektum trajektóriájának kiszámítására létezik matematikailag bizonyítottan optimális rendszer, de több dolog lekövetésére még nincs egyetlen bevett algoritmus.

Ebben a dolgozatban törekszem egy olyan rendszer alapjainak felépítésére, amely pontosan azonosítja a vízilabda-mérkőzés szempontjából fontosabb tereptárgyak és személyek hollétét, a különböző történéseket a pályán. A távoli jövőben egy ilyen rendszer alkalmas lehet statisztikák legenerálására és az edzők döntéshozatalának segítésére. Remélem továbbá, hogy itt leírt észrevételeim segítségére lesznek másoknak, akik a vizes környezetben történő mozgáskövetést kutatják, történjen ez bármilyen kontextusban is.

## **KÁDÁR ATTILA**

attilaka98@gmail.com

mérnök-informatikus

MSc, 4. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Hadházi Dániel*

*tudományos segédmunkatárs, BME VIK*

## **FedMOD: Keretrendszer Federatív Multitaszok Objektum Detekció problémájára**

Napjainkban az objektumdetekciós algoritmusok használata egyre elterjedtebbé válik mind vállalati, mind végfelhasználói környezetben. Alkalmazási területei közé tartoznak többek között az önvezető rendszerek, az automatizált CCTV-felügyelet, az automatizált minőségellenőrzési folyamatok, az orvosi döntéstámogatás. Sok esetben az ilyen jellegű szolgáltatások teljesítményének növelésében ma már a lokálisan rendelkezésre álló, felcímkézett adathalmaz mennyisége jelenti a szűk keresztmetszetet. Mivel a szigorú adatvédelmi korlátozások miatt – főként nagyvállalati környezetben vagy például az egészségügyben a GDPR elvek miatt – ezen tanító adatok nem oszthatók meg és nehezen bővíthetők, a teljesítmény növelése az egymással korreláló taszkokat tanuló machine learning alapú megoldások közötti kollaboráció során valósulhat meg. Különböző privát adathalmazokkal rendelkező kliensek kollaborációjára alkalmas a klasszikus federált tanulás aparátusa, ennek viszont fő korlátja, hogy az esetek többségében csak egy globális modell kollaboratív betanítása lehetséges, nem pedig több, korreláló taszkot tanuló modell teljesítményének növelése. Továbbá a létező federált multitaszok eljárások a privacy-t sértő módon modellparaméterek vagy lokális adatminták megosztása által valósítják meg a kollaborációt, nem beszélve arról, hogy a publikált eljárások nagy többsége nem is alkalmazható hatékonyan olyan komplex, deep learning modellek esetében, melyek a képiobjektum-detekció feladatát hivatottak megoldani.

Ebben a dolgozatban javasolt FedMOD-eljárás képes felülkerekedni az előbbieken említett, szakirodalomban máig megoldatlan problémákon. Eljárásunk képes megbecsülni a résztvevő kliensek által tanult taszkok közötti kereszthasználtságokat. Ezen információ alapján valósít meg hatékony tudásdisztribúciót, melyhez publikusan rendelkezésre álló, címkézetlen adatmintákat használ fel. A FedMOD az adatok védelmét megőrző, elosztott tanulást valósít meg, melynek során a privát adatok és a lokálismodell-paraméterek sem kerülnek megosztásra a kliensek között. Empirikus vizsgálatok alapján a FedMOD-eljárás hatása ekvivalens a kollaboráló kliensek privát adathalmazainak bővítésével (melynek mértéke akár 50% feletti is lehet), azaz ennek mértékével emeli az adathalmaz értékét a kollaboráció. A javasolt FedMOD-eljárást átfogóan kiértékeljük, továbbá kidolgoztuk a FedAvg-algoritmusnak egy, a cél problémához illeszkedő adaptációját, mely teljesítményével összevetettük a FedMOD-sémát is.

**MUHAMMAD LUQMAN HAKIM**

*mf5jdy@inf.elte.hu*

Computer Science

MSc, 3. félév

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Fodor Ádám*

*doktorandusz, ELTE IK*

## **Personality Recognition Based on Visual and Movement Features on the Face**

In order to make intelligent systems have a “human-like” conduct in human-system interactions, machine learning (ML) and computer vision (CV) communities are interested in automatic sentiment analysis, emotion recognition, and personality recognition. Studies on personality computing vary from mono-modality data (audio, visual, or text) to multi-modality data, such as audiovisual.

This study aims to show the contribution of Action Units (AUs), head pose and face movements in personality recognition. First Impression V2 database is used in the experiments. I used ME-GraphAU and OpenFace to extract essential Action Units features. I use 3DDFA-V2 method to extract face landmarks and head pose features. Then, face landmarks are used to calculate face movement on each consecutive two frames. I train those features on several well-known models such as LSTM, GRU, and Transformer.

The results indicate the relevance of these features and encourage their usage in the field of personality recognition. When it comes to comparing AUs by ME-GraphAU with AUs by OpenFace, the results show that ME-GraphAU features have convincingly better representation. In all experiments, evaluation results on all models and features obtained good scores. It is recommended to consider AUs (particularly by ME-GraphAU), head pose, and face movement in personality recognition study. In my experiments, training model on AUs by ME-GraphAU alone achieved the best result. The highest score is achieved by the GRU model.

**RIGMÁNYI ZSOMBOR**

*rigmanyi.zsombor@student.ms.sapientia.ro*

számítástechnika

MSc, 4. félév

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem

Marosvásárhelyi Kar

*Témavezetők:*

*dr. Iclănzan David  
egyetemi docens, RO EMTE MVK*

*dr. Kovács Zsolt  
orvos-genetikus, Maros Megyei Sürgősségi Kórház, Patológiai részleg*

**Vastagbél-daganatok immunhisztokémiai reakcióinak optimális skálázása  
megfelelő osztályozás elérése érdekében**

A rosszindulatú daganatok sejtjeinek egyedülálló és alapvető tulajdonsága az új szövetekbe való behatolás és a metasztatizáló képesség. Ahhoz, hogy megfelelően tudjuk értékelni a daganatok terjedését, főképp az inváziós frontban, ahol a legaktívabb a daganatos sejtek tevékenysége, speciális immunhisztokémiai markerrel jelölik a daganatos buddingot vagy „tumorrügyeket” (TB). Ezek közül a legelterjedtebb a maspin, viszont más eljárások is léteznek. Az orvostudomány e területének egyik legnagyobb kihívása ezen sejtcsoportok megfelelő kvantifikálása a lehető legobjektívebb módon. Ehhez nagy segítséget nyújthat egy gépi tanulás segítségével megvalósított automatikus, pontos és nagy precizitással bejelölt vizsgálat, ami lehetővé teszi az orvosok számára a TB pontos értékelését. Az utóbbi pár évben számos, főleg mélytanulásra épített megoldás született a TB detektálására. Saját próbálkozásunk pontossága 75%, amit próbáltunk javítani a képek újraskálázásával a jobb tanítási minták generálása érdekében. Kutatásomban magasabb, 40x optikai nagyítással készült, több részletet tartalmazó, szkennelt képeket dolgozok fel, melyeket skálázni kell az osztályozók betanításához szükséges képek generálása előtt. Mivel kevés ilyen saját adat áll még rendelkezésre, az osztályozók pontosságát „transfer learning” segítségével javítom, ahol korábbi tanulmányok, sok adaton betanított neurális hálókat súlyait és rétegeit újra felhasználom.

Kulcsszavak: tumor budding, gépi tanulás, transfer learning, osztályozók, neurális hálókat

## **TÓTH TIBOR ÁRON**

*toth.tibor.aron@gmail.com*

autonóm járműirányítási mérnöki  
MSc, 4. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

*Témavezetők:*

*Dr. Gyires-Tóth Bálint  
egyetemi adjunktus, BME VIK*

*Moni Róbert  
doktorandusz, BME VIK*

### **Időbeli információ integrálása mély megerősítéses tanulásban sávkövetési funkció javítására**

Napjainkban az autóipar egyik legtöbbet kutatott területe az autonóm vezetés. A technológiai fejlesztések fő célja a teljes automatizálás elérése, ezáltal a közúti balesetek számának és súlyosságának csökkentése, valamint a légkör szennyezésének csökkentése. Ezen célok elérése érdekében fejlett vezetéstámogató rendszereket szükséges kialakítani és fejleszteni.

A gépi tanulás, különösen a mélytanulás, bizonyítottan hatékony megoldásnak mutatkozik a vezetést támogató funkciók megvalósítására. Ezt láthatjuk az ipari trendekben, akár a kamerák, radarok, lidarok jelfeldolgozását, akár a járművek döntéshozatalát és vezérlését vizsgáljuk. Kimondható, hogy jelenleg elképzelhetetlen lenne az önvezető járművek megvalósítása adatközpontú megoldások nélkül.

Az autonóm vezetésnél egyetlen mérés nem ad minden esetben kielégítő minőségű és mennyiségű információt, mivel figyelembe kell vennünk a járművek és a környezet dinamikáját is. Több mintavétel együttes figyelése közvetett dinamikai információt hordozhat, amely pontosabb döntésekhez vezetheti a modellt. A környezet ilyen állapotainak és az ezekből kiadott irányítási jeleknek a modellezésére szokványosan konvolúciós (CNN) és rekurrens neurális hálózatokat (RNN) alkalmaznak.

Ezen dolgozat a szekvenciamodellezési képességekkel rendelkező mélytanulási modellek teljesítményének vizsgálatáról és kiértékeléséről szól. Az összehasonlítás során különös figyelmet kap a különböző modellek azonos környezetben, azonos körülmények között történő tanítása és tesztelése. A modellek a sávkövetési feladatra tanítása mély megerősítéses tanulással történt, azon belül Proximal Policy Optimization algoritmussal. Az ágensek a sávkövetést egy szimulációban, pontosabban a Duckietown környezetben tanulták.

Az összehasonlítás alapját egy olyan CNN-modell fogja adni, amely ezen felhasználásában nem rendelkezik szekvenciamodellezési képességekkel. A további megvizsgált modellek hibrid modellek, melyek egy CNN és egy szekvenciamodellből fognak állni. Az integrált modellek long-short term memory és transformer lesznek. Az összehasonlítás a különböző sávkövetési teljesítménymutatók, továbbá a szükséges tanítási iterációk száma, a következtetési idő és a számítási igény alapján lesz elvégezve. A dolgozat további célja, hogy analizálja és kiértékelje az összehasonlítások eredményeit.

# Szoftveralkalmazások 2 tagozat

Április 18., kedd, 14 óra

## Zsűritagok:

Dr. Kozsik Tamás, ELTE - zsűrielnök  
Dr. Pintér Róbert, SR-SZMSZF  
Dr. Szántó Zoltán, RO-EMTE  
Dr. Sándor Hunor, RO-MOGYE



**BRAND ÁDÁM**

acazels@gmail.com

Mérnök informatikus

MSc, 4. félév

Pannon Egyetem

Műszaki Informatikai Kar

Témavezető:

Dr. Szücs Veronika  
egyetemi docens, PE MIK

## **Finommotoros és térkoordinációs készségek kutatása, elemzése, fejlesztési lehetőségek az információs technológia segítségével**

Az egészségügy digitalizálása folyamatosan, egyre gyorsuló ütemben zajlik, és egyre mélyebbre szövédik minden rétegébe. Nincs ez másként a finommotorika vizsgálatával és fejlesztésével sem. A régóta használt hagyományos klinikai tesztek, mint például a Jebsen Taylor kéz funkció teszt, a kilenc lyukú csap teszt mellett új, modern elemzési, fejlesztési és rehabilitációs módszerek jelennek meg, amelyek a virtuális valóságot hívják segítségül. Ezek az új módszerek sokkal több és részletesebb információval szolgálhatnak.

A virtuális tér és a páciens közötti kapcsolat megteremtéséhez olyan interfészre van szükség, amely képes összekapcsolni a valós és a virtuális világot. Ezek az interfészek számos formában léteznek. Ilyen interfész lehet például egy úgynevezett haptikus kontroller, a virtuális szemüveghez tartozó joystick, de lehet billentyűzet és egér is és a sort a végtelenségig lehetne folytatni. Természetesen, amikor a finommotorikus készségek teszteléséről van szó, olyan interface-t kell választani vagy megtervezni, amely képes rögzíteni ezeket a finom mozgásokat. Erre a célra már léteznek speciálisan kialakított haptikus kontrollerek.

Kutatásaink alapján megállapítottuk, hogy az okostelefonok érintőképernyője szolgálhat interfészként a páciens és a virtuális tér között a finommotorika elemzéséhez. A kijelző síkbeli jellege miatt van egy korlátozás: ez az interfész csak az ujjak mozgásának rögzítését teszi lehetővé.

Unity segítségével létrehoztunk egy arcade játékot, amely a kijelzőt használja interfészként és képes az ujjak, különösen a hüvelykujj mozgásának rögzítésére. A játék különböző nehézségű kihívásokat szolgáltat, amelyek változatos mozgáskultúrát igényelnek. A rögzített adatokból a pálya felépítésének ismeretében nyomon követhetők a játékos akciói. Az adatok felhasználásával megvizsgálható, hogy a játékos mennyire tudta folyamatosan és dinamikusan használni az ujjait.

## DEBRECZENI MÁTÉ

debreczenim@edu.bme.hu

Mérnökinformatikus

BSc, 7. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Témavezetők:

Klenik Attila

tudományos segédmunkatárs, BME VIK

Dr. Kocsis Imre

egyetemi adjunktus, BME VIK

### Alkalmazási szintű áteresztőképesség adatmodell alapú optimalizálása utóvalidáló blokkláncokban

Az utóbbi időben az elosztott főkönyvi technológiák (DLT) használata széles körben elterjedt, még a vállalati világban is. A legismertebb a Hyperledger Fabric (HLF), egy jogosultságkezelte DLT-megoldás a vállalati szektor számára. Ez az ágazat nagy teljesítményű és robusztus rendszereket igényel, és a HLF általában mindkét igényt kielégíti. A nagy áteresztőképességet igénylő alkalmazások esetében azonban a HLF-nek vannak potenciális hiányosságai. Az egyik lehetséges hiányosság a többverziós konkurencia-kezelési konfliktusok (MVCC konfliktusok) miatt visszautasított tranzakciók nagy száma. Ezek a konfliktusok a HLF optimista párhuzamossági modelljének és a HLF által népszerűsített Elővégrehajtás Sorrendezés Validáció (EOV) architektúrájának a következményei. Kedvező forgatókönyvek esetén ezek a tervezési döntések nagyobb áteresztőképességet eredményeznek, mint az egyszerű zárolást alkalmazó megoldások. A HLF DLT mivolta miatt azonban jelentős a konfliktus valószínűsége.

A tranzakciós hibák számának csökkentésére számos megoldási javaslat született, amelyek többsége a HLF protokollszintű működésének megváltoztatásával próbálja kezelni a problémát. Ebben a dolgozatban két intelligens adattárolási modell megközelítést javasolunk, amelyek a változatlan protokoll felett használhatók. Mindkét technika megváltoztatja az adatok főkönyvben való tárolásának módját, de mindegyik különböző leképezési stratégiákat használ, hogy ugyanazon információhoz nagyobb számú egyidejű hozzáférést tegyen lehetővé. Kifejlesztettünk egy olyan keretrendszert, amely ezeket a technikákat használja, de a hozzáadott komplexitást egy absztrakciós réteg mögé rejti. E megoldások hatékonyságának értékeléséhez az implementációt több benchmark alkalmazáson teszteltük, és bemutatjuk az eredményeket.

Továbbá javasolunk egy MVCC konfliktus mérséklő stratégiát, amely dinamikusan késlelteti a tranzakciók elővégrehajtását. A stratégia a rendelkezésre álló historikus adatok alapján képes késleltetni a nagy valószínűséggel meghiúsuló tranzakciókat, így a hozzáadott késleltetésért cserébe elkerülhető a konfliktus egy folyamatban lévő tranzakcióval. Emellett kitérünk a lehetséges jövőbeli munkákra is, amelyeket a megoldásainkkal együtt lehetne használni a további teljesítménynövelés érdekében. A javasolt technikák nem zárják ki egymást. Éppen ellenkezőleg, kiegészítik egymást, és egy többrétegű MVCC konfliktus mérséklési megközelítés részeként használhatók.

## **DOBOS-KOVÁCS MIHÁLY**

*dkmisu@gmail.com*

Mérnök informatikus szak

MSc, 4. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Vörös András*

*egyetemi docens, BME VIK*

### **Statikus hibalokalizációval támogatott modellellenőrzés biztonságkritikus rendszerekben**

A különböző szoftveres megoldások egyre több feladatot látnak el biztonságkritikus rendszerekben. Példaként lehet említeni a gépjárművek kormányművét, vagy akár a repülőgépek, atomerőművek irányítórendszerét. Ami ezen rendszerekben közös, az egy esetleges hiba következménye: hatalmas anyagi veszteség, súlyos környezeti kár, vagy akár emberéletek elvesztése.

Ezen biztonságkritikus szoftverkomponensek egyrészt kritikusak a rendszer működése szempontjából, másrészt meglehetősen összetettek. A komponensek helyes működését garantálni kell, ami miatt különféle módszereket lehet bevetni. A tesztelés egy bevett módszer hibák keresésére, éppen ezért minden, biztonságkritikus rendszerek fejlesztését szabályozó szabvány elvárja a használatát. Ugyanakkor a tesztelés önmagában a helyességet nem tudja igazolni. Egy mérőben más megközelítés a formális verifikáció, ami a szoftver matematikai modelljét elemezve ad egy bizonyítást a szoftver helyességére vagy egy ellenpéldát egy hiba jelenlétének tanúsítására. Egy ellenpélda — egy hibás teszt nyomához hasonlóan — egy hibához vezető útvonalat ír le a rendszerben, és elemezni lehet a hiba okának feltárása érdekében. Azonban egy komoly probléma, hogy minél összetettebb a vizsgált rendszer, annál összetettebb lesz az ellenpélda is, és nehezebb az értelmezése. Egy ipari rendszer esetén az ellenpélda több száz vagy akár több tízezer utasítást tartalmazhat, amiknek nagy része irreleváns a hiba elhárításához.

Munkánk célja egy olyan módszer kidolgozása, ami képes a hiba helyét megállapítani az ellenpéldákban anélkül, hogy azokat futtatni kéne. A módszer egy irodalomban ismert algoritmuson alapszik, amit munkánk során továbbfejlesztettünk, hogy a hiányosságait kijavítsuk, valamint, hogy az algoritmus képes legyen a biztonságkritikus rendszerek verifikációs sajátosságait kezelni. Az algoritmus eredményét egyéb heurisztikákkal kombinálva a módszer egy pontszámot rendel a vizsgált szoftver utasításaihoz, ami az adott utasítás hibához való hozzájárulását jelzi. Ezt követően, a pontszámok értelmezésével a fejlesztő képes meghatározni, hogy a vizsgált kód mely kis részében keresse a hiba okát. A módszert C nyelvű szoftvereken, valamint ipari partnerektől származó PLC kódokon értékelem ki, és hasonlítom össze a hatékonyságát az eredeti algoritmusával.

<b>FÜSTÖS FERENC</b> <i>fustosferenc@yahoo.com</i> Informatika BA, 6. félév Babeş–Bolyai Tudományegyetem	<b>PÉTER KATALIN</b> <i>peterkatalin22@gmail.com</i> Informatikai-matematika BA, 6. félév Babeş–Bolyai Tudományegyetem
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Témavezetők:*

	<i>Dr. Sulyok Csaba</i> <i>egyetemi adjunktus, RO BBTE</i>
	<i>Mátis Szilárd-Gábor</i> <i>szoftverfejlesztő, Codespring</i>
	<i>László Norbert-Péter</i> <i>szoftverfejlesztő, Codespring</i>
	<i>Szabó Zsolt</i> <i>szoftverfejlesztő, Codespring</i>

## **Raspberry Kube: Kubernetes platform felépítése és menedzselése Raspberry Pi eszközökön**

A Raspberry Kube projekt célja egy Kubernetes klaszter felépítése és karbantartása egy Raspberry Pi-okból álló szuperszámítógépen.

A dolgozat lépésről lépésre bemutatja egy skálázható rendszer felépítését Kubernetes orkesztrációs megoldások és Spring mikroszolgáltatások segítségével.

Első lépés a Rancherből felügyelhető klaszter fizikai komponenseinek összeállítása. A négy eszköz mindenike rendelkezik egy saját MicroSD kártyával és Raspberry Pi OS Lite operációs rendszerrel, valamint internethozzáféréssel. Az ezekből felépített Kubernetes klaszter konfigurálása során Ansible playbookok segítségével automatikusan a mester csomóponthoz kapcsolódik a másik három, egy egységes virtuális klasztert hozva létre.

A következőkben egy microservice architektúrájú alkalmazás fejlesztésére és kitelepítésére kerül sor, amivel demonstrálható a fent leírt infrastruktúra használhatósága. Az alkalmazás egy mozi jegyeladásainak kezelését teszi lehetővé. A funkcionalitások külön konténerekbe való leosztása a létrehozott környezet sajátosságait hivatott bemutatni. Az így kitelepített alkalmazás reziliens, látogatottság függvényében könnyen skálázható és több szempontból monitorizálható.

<b>MIHÁLY DÉNES</b> <i>mihaly.denes57@gmail.com</i> Informatika BA, 6. félév Babeş-Bolyai Tudományegyetem	<b>SZÉKELY SZILÁRD-LEHEL</b> <i>sz.szilard2000@gmail.com</i> Informatika BA, 6. félév Babeş-Bolyai Tudományegyetem
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*Témavezető:*

*Dr. Simon Károly  
egyetemi adjunktus, RO BBTE*

## **Helpline**

A kisebb vállalkozások és önkéntes szervezetek esetében jellemzően gondot jelent a központi telefonra beérkező hívások célba juttatása a megfelelő alkalmazottakhoz. Ezt a problémát sok esetben körülményes megoldásokkal kényszerülnek kezelni, mivel a szükséges költségvetés hiányában nincs lehetőségük a piacon található drágább rendszereket igénybe venni.

A Helpline projekt célja egy olyan költséghatékonyan üzembe helyezhető és fenntartható rendszer elkészítése, ami automatikusan átirányítja a beérkező hívásokat egy időbeosztás alapján.

Az alkalmazás két fő része közé tartozik egy webes felület, ahol a szervezetek vezetői és az alkalmazottak közösen szerkeszthetik órarendjüket egy interaktív naptáron. A szervezet központi telefonjára kitelepített Android alkalmazás, kizárólag a készülék alapfunkcionalitásait használva irányítja át a beérkező hívásokat az időbeosztás szerint éppen aktív alkalmazott telefonjára.

A dolgozat bemutatja a rendszer részletes működését, a használt technológiákat és részletezi a funkciókat.

## **TOLDI BALÁZS ÁDÁM**

*balazs.toldi@edu.bme.hu*

Mérnök-informatikus

BSc, 7. félév

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

*Témavezető:*

*Dr. Kocsis Imre*

*egyetemi adjunktus, BME VIK*

## **Blockchain-based, confidentiality-preserving orchestration of collaborative workflows**

This paper describes a novel, zero-knowledge proof-based approach for the smart-contract-based orchestration of business process-based collaborations. In contrast to existing approaches, the solution proposed by us is model-based and does not simultaneously store meaningful data on the blockchain.

Collaboration between independent parties can be challenging, especially if they do not have complete trust in each other. Approaches have been proposed for tracking collaboration actions and enforcing and authorizing parties in a collaboration to perform activities via blockchain-hosted smart contracts. Solutions also exist to automatically generate the orchestrating smart contract logic from models of collaboration and process execution importantly captured, e.g. in BPMN. At the same time, technology for applying zero-knowledge proof-based techniques in smart contracts to alleviate the need to store cryptographically not protected sensitive data on-chain has been maturing rapidly. However, protecting collaboration data in model-based smart contracts is a novel proposition and forms the topic of this work.

In the present work, we first define a subset of the BPMN modeling language elements chosen to be used. An extension to this set is also defined to capture properties necessary to be executable in a zero-knowledge environment.

On this basis, we define a transformation logic from BPMN to the input language of the ZoKrates toolkit. ZoKrates can generate zero-knowledge provers and verifiers for a broad family of computations. Our computational template captures permissible state transitions of a business process and updates to a publicly stored encrypted state and hash commitments.

It is also introduced a process manager smart contract that keeps track of the current state of business process executions. This smart contract verifies the zero-knowledge proofs before allowing changes on the blockchain. In addition to the ZoKrates-supported EVM contract generation, we have implemented facilities for generating these smart contracts for Hyperledger Fabric as an alternative blockchain platform.

We have implemented and fully integrated this approach into a tool. This tool includes a modeller, a participant-side SDK, a wallet manager, and a simple visual interface. Validation of the present approach is currently based on testing for which we have created a test suite. As a potential avenue for future work, we investigate the potential approaches for assuring conformance to BPMN operational semantics via other means.

**TÓTH BÁLINT**

pme4bq@student.uni-pannon.hu

Mérnök-informatikus

BSc, 7. félév

Pannon Egyetem

Műszaki Informatikai Kar

Témavezető:

Dr. Juhász Zoltán

egyetemi docens, PE MIK

## **Doménspecifikus programnyelvek beágyazása általános célú programnyelvekbe egy grafikonkészítő Java modul példáján keresztül**

Napjainkban szinte végtelen számú programnyelv áll rendelkezésre, amelyek bármely feladat megoldására alkalmasak. Természetüknél fogva azonban nem rendelkeznek nyelvi elemekkel, melyek lefednék a világon létező minden felhasználási terület (domén) jellemző koncepcióit és műveleteit. A valóság és a program közti absztrakció megértése, kialakítása és folyamatos kezelése a programozó feladata, ami komoly tudást és tapasztalatot igényel. Léteznek emellett speciális programnyelvek (DSL), melyek egy bizonyos domén problémakörére épülnek, így jelentősen leegyszerűsödik az absztrakció a valóság és a program között, azonban ebben az esetben felmerül a keretrendszerek hiánya és a programok többi komponenseivel való együttműködés nehézsége. E két eset közötti átmeneti állapot a beágyazott doménspecifikus programnyelv, amely valamely DSL alapján egy általános nyelven készített programozói interfész.

A fejlesztés során egy olyan Java modul készült el, amely képes alapvető grafikontípusok létrehozására és konfigurálható megjelenítésére, elemi komponenseként más alkalmazásokba egyszerűen beágyazható, valamint önállóan parancssori környezetből is használható. A grafikonokat konfiguráló interfész egy beágyazott doménspecifikus programnyelvként lett kialakítva a MATLAB programnyelv grafikon készítő alrendszerének programozói interfészéhez hasonló módon a gazdanyelv által biztosított lehetőségekkel, hogy annak használata minél intuitívabb és egyszerűbb legyen.

**VÁMOSI ZOLTÁN**

vamosizoltan94@gmail.com

Mérnökstanár

MA, 1. félév

Dunaújvárosi Egyetem

*Témavezetők:*

*Dr. Király Zoltán  
egyetemi docens, DUE*

*Burkus Ervin  
főiskolai tanársegéd, DUE*

**Virtuális Telekonferencia Robot – VR térhatás megvalósítása**

A dolgozat alkalmazott ipari kutatás keretében vizsgálja egy Virtuális telekonferencia robot VR szoftveres és hardveres megvalósíthatóságát. A Dunaújvárosi Egyetemen egy „POC” Proof of concept projekt keretében nyílt lehetőség a kutatás anyagi fedezetének megteremtésére. A projektben egyaránt vizsgáltuk a virtuális valóság hardveres és szoftveres elemeit, alkalmazhatóságuk lehetőségeit.

A dolgozatban kutatjuk a szükséges eszközök kiválasztásának lehetőségeit és a hozzájuk kapcsolódó tudományos, fejlesztési és tesztelési folyamatokat. Felhasználtuk a ma használatos képpalkotó és megjelenítő eszközök specifikációs adottságait, amit a kutatás során alap kiindulási értéknek tekintettünk. Továbbá fontosnak tartjuk az elkészülő termék működésén felül a módszertani felhasználás lehetőségeinek tanulmányozását, ezzel gyarapítva azokat az ismereteket, amelyek a termék fejlesztésénél és az értékesítésnél is segítségünkre lehetnek. Ezért a korábbi tapasztalatokat felhasználva megvizsgáltuk a virtuális valóság szemüvegek adottságait a telekonferencia robot szemszögéből. Várhatóan a POC pályázat sikeres lezárása után is sokféle területen használható lesz az eszközünk.

A kutatás eredményeit a jelenlegi tesztidőszak alatt számos szakkollégiumi és úrképzési projekt használja fel. Ennek köszönhetően el is kezdődhet a prototípus továbbfejlesztése célspecifikus felhasználásra.

## SZERVEZŐK



## GYÉMÁNT FOKOZATÚ TÁMOGATÓK



## FŐTÁMOGATÓK



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS  
MINISZTERIUM



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL



## PARTNEREK

CONSILIUL  
JUDEȚEAN  
MUREȘ



MAROS  
MEGYEI  
TANÁCS



Târgu Mureș  
Marosvásárhely



## TAGOZATI TÁMOGATÓ

## MÉDIAPARTNEREK



Marosvásárhelyi  
Rádió  
Románia

Maros megye függetlenített napilapja

NÉPÚJSÁG

krónika ONLINE



Székelyhon

SÓVIDEK  
regionális televízió

A TDK

**ÖRÖK!**

DIÁKKÖRI  
TANÁCS