

ALKALMAZÁSITERÜLET-SPECIFIKUS NAGY MEGBÍZHATÓSÁGÚ  
INFORMATIKAI MEGOLDÁSOK

TÉMATERÜLETI KIVÁLÓSÁGI PROGRAM 2020



**ELTE**  
EÖTVÖS LORÁND  
TUDOMÁNYEGYETEM



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROGRAM

# ELŐSZÓ

## ALKALMAZÁSITERÜLET-SPECIFIKUS NAGY MEGBÍZHATÓSÁGÚ INFORMATIKAI MEGOLDÁSOK



Dr. Horváth Zoltán  
egyetemi tanár, dékán  
a tématerület szakmai vezetője

A társadalmi és gazdasági folyamatok digitalizálásának sikere attól függ, hogy képesek vagyunk-e nagy megbízhatóságú, biztonság-kritikus és szigorúan valós idejű, elosztott informatikai megoldások

kat beépíteni az egyre nagyobb szerephez jutó szoftverintenzív szolgáltatásokba és termékekbe. Az innovatív megoldások középpontjában álló szoftverek komplexitása drámai módon megnövekedett, mind a funkcionalitás bővülésével, mind fenntarthatósági szempontok megjelenésével (például energiefelhasználás), mind a végrehajtási környezet heterogénné és térben elosztottá válásával. Teljes társadalmunk egyre inkább függ a mindenhol jelen lévő informatikai megoldások helyes működésétől. A rendszerhibák kihatnak mindennapi életünkre, kockázatot jelentenek egészségünkre, adatvédelmi, biztonsági problémákat hordoznak, hatalmas gazdasági hátrányokat okozhatnak, sőt, biztonságkritikus rendszerek esetén még az életünket is veszélyeztetik.

Projektünk a digitalizáció fenti kihívásainak leginkább kitett alkalmazási területeken (egészségügy, kiberbiztonság, digitális pénzügyi megoldások, agrárinformatika, autonóm járművek, kommunikációs hálózatok, telekommunikáció) aktuális ipari

igényekre válaszolva kínál az ipari és az akadémiai oldal versenyképességét egyaránt növelő informatikai megoldásokat. Az eredményeket a kutatóegyetemi tudományos műhelyek magas színvonalú diszciplináris informatikai, számítástudományi és matematikai kutatási bázisa alapozza meg és teszi az együttműködések hosszú távon fenntarthatóvá.

A projekt kulcsfontosságú eredménye a stratégiai ipari együttműködések megszilárdítása, és kiszélesítése.

A projekt keretében az ELTE Informatikai Karán elértük azt a kritikus kutatói tömeget, melynek munkája lehetővé teszi a kutatóegyetemi diszciplináris informatikai kutatások alkalmazási területek szerint strukturált becsatornázását a hasznosító vállalkozások irányában.

Az Alkalmazásiterület-specifikus nagy megbízhatóságú informatikai megoldások tématerületi projekt az ELTE Informatikai Kar vezetésével, a Természettudományi Kar együttműködésével valósul meg.

## KUTATÓCSOPORTJAINK



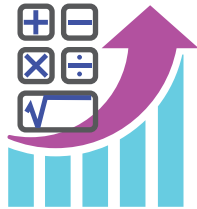
Agrárinformatika



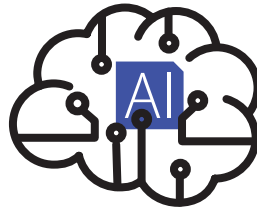
Autonóm rendszerek



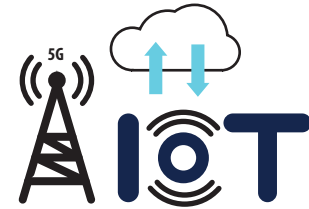
Digitális pénzügyi és egészségügyi  
szolgáltatások



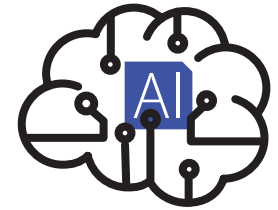
Matematika és optimalizáció



Mesterséges intelligencia



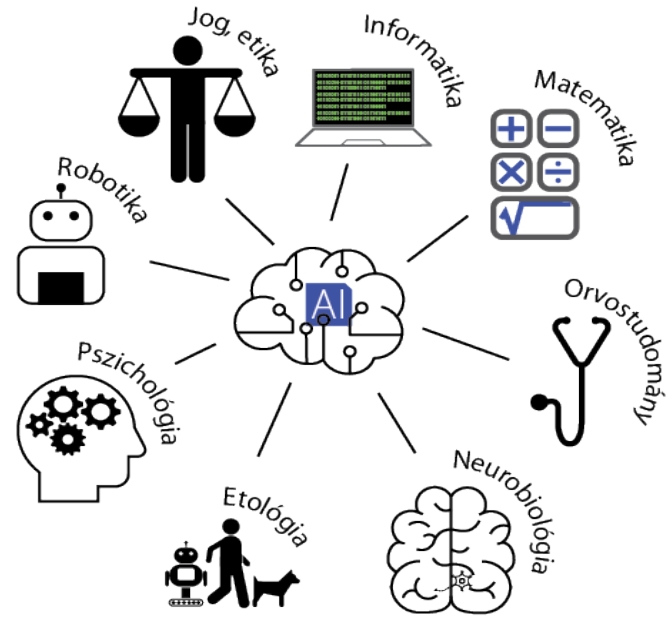
Szoftveripar és telekommunikációs  
hálózatok

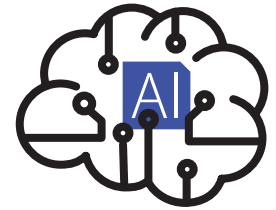


**A kutatócsoport vezetője:** Lőrincz András

**Tagjai:** Csató Lehel, Fenech Kristian, Milacski Zoltán, Somfai Ellák

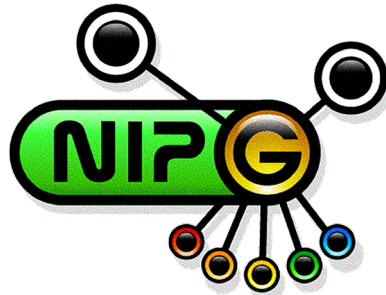
A tématerületi kutatások jelentősen hozzájárulnak sikeres részvételünkhöz a Mesterséges Intelligencia Nemzeti Laboratóriumában. A területen végzett alap- és alkalmazott kutatási, valamint innovációs tevékenységünk egysége, az interdiszciplináris megközelítés magas hozzáadott értéke tette lehetővé sikeres pályázatunkat a Humane-AI.NET európai MI zászlóshajó kezdeményezésben, valamint az EIT Digital SkinCare projektjében <https://myskincompanion.com>. Csatlakozni tudtunk továbbá a mesterséges intelligencia etikai és jogi kérdéseivel foglalkozó ETAMI hálózathoz is.





## Eredmények:

- Robusztus algoritmus implementálása makró bőrelváltozás-felvételek osztályozására, melanoma felismerésére, adathalmaz függőség dokumentálása, 29 mélyhálóból álló architektúra felépítése a nagyobb teljesítmény érdekében.
- A Layered Group Basis Pursuit támadásokkal szembeni stabilitásának vizsgálata, ipari szabvány szintű szoftvercsomag PyTorch-ban.
- Autizmus diagnosztikai megfigyelési ütemterv (ADOS) kiértékelési munkamenet során automatizált elemzési módszerek gesztusbecslés és hangfelismerés területén.
- Mély hálós algoritmuscsaládot tartalmazó NIPGBoard interfész alkalmazása anomáliakeresésben autonóm járművezetési megoldásokban.





A kutatócsoport vezetője: Jordán Tibor

Tagjai: Bérczi Kristóf, Fekete Imre, Havasi Ágnes, Király Tamás, Lukács András, Somlai Gábor, Szeghy Dávid, Sziklai Péter, Szőnyi Tamás, Tarcsay Zsigmond, Valkó Éva, Zábrádi Gergely

Interdiszciplináris kutatómunka és együttműködés, informatikai és matematikai megoldások ötvözése, alkalmazásorientált matematikai módszerek, eljárások és azok elméleti háttere.

Algoritmusok  
Hálózatok Algebra  
Optimalizálás  
Numerikus módszerek  
Differenciálegyenletek  
Kriptográfia

Eredmények:

- Különféle struktúrák merevségének és flexibilitásának vizsgálata kombinatorikus optimalizálási módszerekkel. A terület eredményei alkalmazhatók többek között a statikában, molekuláris biológiában, drótnélküli szenzor hálózatokra,

CAD feladatokban, irányítás elméletben.

- Utazóügynök probléma általánosításai, inverz optimalizálási feladatok, dinamikus árazások.
- Többszereplős döntési feladatok népszerű megoldásai (delegáló szavazási mechanizmus, népszerű hozzárendelés).
- Légáramlási, folyadékdinamikai, légszennyeződés-terjedési, valamint opcióárazási modellekben alkalmazható numerikus módszerek.
- Kódelméleti kérdések által motivált véges geometriai problémákra kombinatorikus és algebrai módszerek fejlesztése.
- Véges testek fölötti geometria konstrukciók titokmegosztó rendszerek számára.
- Módszerek operátor- és mátrixegyenletek megoldására; magfüggvények a gépi tanulásban.
- Kriptográfiai kulcscsere protokollban alkalmazható algebrai számelméleti eredmények: centrális egyszerű algebrák explicit izomorfizmusproblémája
- Geometriai algoritmusok fedési és pakolási problémákra, képfeldolgozási és klaszterezési alkalmazásokkal.
- Orvosi képelemzésben, transfer learning módszerekben tanító adathalmazok optimalizálása.



**A kutatócsoport vezetője:** Csetverikov Dmitrij

**Tagjai:** Hajder Levente, Lóczi Lajos, Szalai-Gindl János, Varga László Zsolt

A csoport célkitűzése önvezető autók érzékelésével és irányításával kapcsolatos algoritmusok kidolgozása. A kutatási feladatokhoz a csoport saját fejlesztésű, kamerákkal és LiDAR szenzorokkal felszerelt tesztautót használ. A kifejlesztett algoritmusok a LiDAR és az RGB szenzorok adatait fuzionálják, azaz mindkét adatfajtát felhasználják a gépi látáshoz.

A kutatásokba bekapcsolódhatnak az EIT Digital európai kettős diplomás mesterképzésével összhangban kidolgozott Autonóm-rendszer-informatikus mesterképzés, valamint a külföldi partnerintézményekkel közösen oktatott Terepi robotika mesterképzés (IFROS) hallgatói is.

Akadémiai partnereink révén dolgoztunk a METRO Kft-nél és a holland HERE Technologies-nál felmerült feladatokon is.

## Eredmények:

- Síkfelületek szegmentálására, 3D látás minőségének javítására új algoritmusok fejlesztése affin transzformációk alkalmazásával.
- LiDAR pontfelhők feldolgozása, illesztése adatbázis segítségével.
- Önvezető autók útvonalválasztási modelljei multi-ágens rendszerekben, szimulációs platform fejlesztése az algoritmusok értékelésére.
- Logisztikai szoftver fejlesztése adott alaprajzú raktárban szerdési útvonalak ütemezésére.
- Differenciálegyenletek diszkretizációinak alkalmazása, amelyek megőrzik az eredeti egyenlet bizonyos kvalitatív, időben változó folyamatok modellezése szempontjából releváns tulajdonságait.

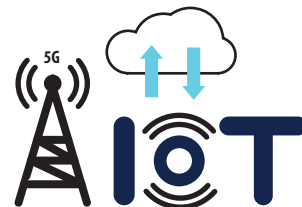


# SZOFTVERIPAR ÉS TELEKOMMUNIKÁCIÓS HÁLÓZATOK | SOFTWARE INDUSTRY AND TELECOMMUNICATIONS NETWORKS

**A kutatócsoport vezetője:** Csuhaj-Varjú Erzsébet

**Tagjai:** Bozó István, Gombos Gergő, Horpácsi Dániel, Kaposi Ambrus, Laki Sándor, Tejfel Máté, Tóth Melinda, Vörös Péter

Az alprojekt fő szakmai partnere az Ericsson Magyarország. 2011-ben jött létre az ELTE-Ericsson Szoftvertechnológia Labor, mely azóta számos ipari K+F projektnek, valamint kapcsolódó hazai és nemzetközi pályázatoknak adott otthont több száz hallgatót bevonva a kutatás-fejlesztési tevékenységekbe, köztük a tématerületi kutatásokba is. A laborban elért eredmények között számos nyílt forráskódú szoftver szerepel. P4IN5G (P4 képes virtuális hálózati funkciók) projektünkkel részt vettünk az 5GInFire H2020 európai konzorciumban, <https://5ginfire.eu/p4in5g/>, 2021 szeptemberében pedig újabb nyertes HE pályázatunk indul P4EDGE: Accessible P4 programmable switches for the edge címmel. Ericsson IPR alatt 5 szellemi jogvédelmi eljárásunk indult telekommunikációs hálózatok terén (3 regular, 2 provisional filing).



**ERICSSON**







Eredmények:

- Programozási és logikai nyelvek algebrai és kategóriaelméleti módszerekkel, absztrakt módon való leírásához setoid típuselmélet felhasználása, bővítése.
- Jelentésmegőrző kódtranszformációk helyességének bizonyítása a Core Erlang programozási nyelvhez.
- Erlang programok statikus elemzési módszereinek kidolgozása különböző tulajdonságok (megbízhatóság, sérülékenység, bonyolultság, futási idő) ellenőrzésére és a programfejlesztés támogatására (lekérdező nyelv, függőségek felderítése, hibakeresés).
- Programozható hálózatok erőforráskezelési hatékonyságának javítása új módszerek kidolgozásával (szenzoradatok feldolgozása, forgalomtorlódás kezelése, hierarchikus szolgáltatási minőség, robot vezérlési architektúra).
- Általános elemző keretrendszer prototípusa P4 nyelvű programok statikus elemzésére. <https://github.com/P4ELTE/P4Query>
- Nagy hatékonyságú, programozási nyelvtől és konstrukciótól független szoftvertesztelési módszer.





A kutatócsoport vezetője: Weisz Ferenc

Tagjai: Kovács Attila, Ligeti Péter, Orosz Tamás, Molnár Bálint

A CONCORDIA egy EU által finanszírozott kompetencia-hálózat, amely vezető kutatási, technológiai, ipari és állami kompetenciákkal támogatja az EU kiberbiztonsági célkitűzéseit. Az ELTE a projekthez annak második évében csatlakozott Magyarországról egyedüliként.

Az ELTE Informatikai Karán már hosszú ideje sikeresen működnek olyan típusú együttműködési modellek, melyek alapul szolgáltak a Szoftver-és Adatintenzív Szolgáltatások Kompetencia Központ létrehozásának. A központ célja, hogy az ELTE Informatikai Kar tudásbázisán alapulva különféle iparágakban, a pénzügyi szektorban, illetve az egészségügyben alkalmazható, a vállalati versenyképességet növelő informatikai megoldásokat fejlesszen.



**E-GROUP**  
SOFTWARE & BEYOND

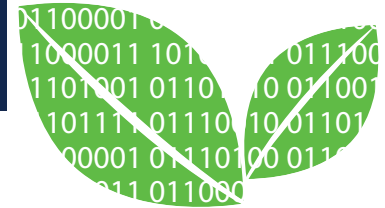


**Mediso**  
Medical Imaging Systems



## Eredmények:

- Nagy megbízhatósági információs rendszer szolgáltatások kialakítása formális és félig formális megközelítésben, algoritmusok kidolgozása: Modelltől programkészítés, megörökölt és új rendszerek közötti adatmigrációra átalakító algoritmus és ellenőrzés kidolgozása, kognitív információs rendszerek a vezetői döntés támogatására, korszerű pénzügyi szolgáltatások és információs rendszereik folyamatainak támogatása.
- Biztonságkritikus nagy, elosztott hálózatokban, tárolási oldalról titokmegosztási mechanizmusok, kombinatorikus és geometriai megoldások kidolgozása, elosztott számítási oldalról IoT hálózati alkalmazások, helymeghatározó elosztott protokollok, attribútumalapú kommunikációs protokollok kidolgozása.
- Posztkvantum kriptográfiai programcsomag kidolgozása amely rácson értelmezett általánosított számrendszerekkel történő számítások elvégzésére képes: karakterizálás, eldöntési, osztályozási feladatok megoldása, szimultán konstrukciók megvalósítása.



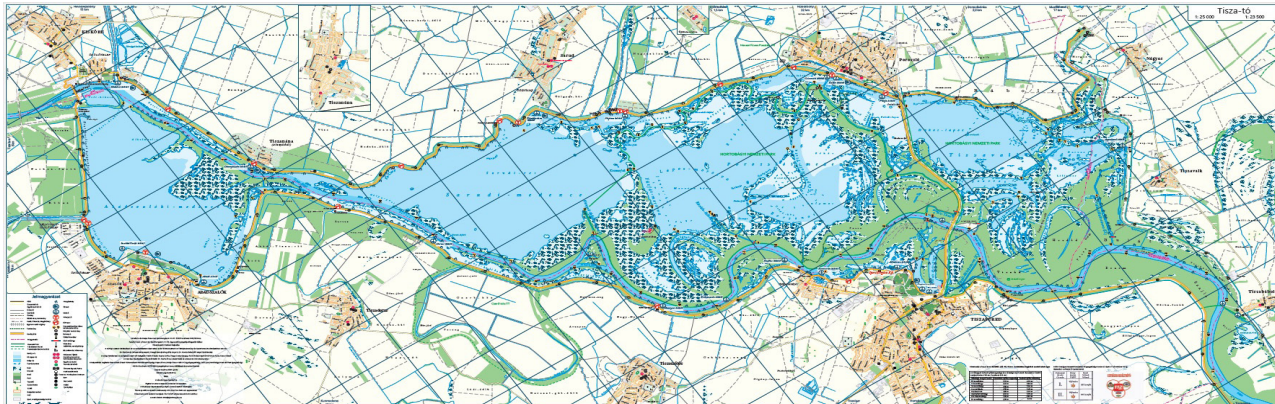
**A kutatócsoport vezetője:** Zentai László

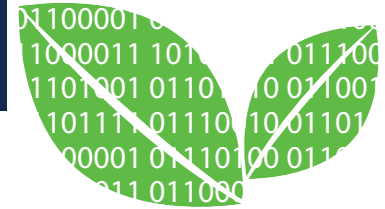
**Tagjai:** Albert Gáspár, Alexy Márta, Cserép Máté, Elek István, Horváth Tamás, Kovács Béla

Valós gyakorlati problémákra fejlesztünk megoldásokat ipari partnereinkkel, gazdálkodókkal és mezőgazdasági szakértőkkel közösen.

A tématerületi kutatásokhoz kapcsolódóan az ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet közreműködésével 2021-ben megjelent a Tisza-tó valaha készült legrészletesebb térképe

<https://www.inf.elte.hu/content/baratunk-a-tisza-to.t.3301>





## Eredmények:

- Terepi adatgyűjtés, mélyhálós algoritmusok és adattudományi modellek a szőlő fajtájának automatizált felismerésére képfeldolgozással, méhcsalád egészségi állapotának felmérésére hangelemzéssel, szabadban tartott mangalica tenyészállomány viselkedésének elemzésére.
- Természetes és mesterséges eredetű földtani veszélyforrások felszíni nyomainak detektálása távérzékelte adatokból gépi tanulási és automatizációs módszerekkel a Dorogi-medencében és a Hátszegi-medencében.
- Bakony-Balaton Geopark területén a geodiverzitás mértékének modellezése.
- Giwer: GeoImage Workflow Editing Resources programcsomag <http://mapw.elte.hu/giwer>
- Autonóm repülések tervezése és kivitelezése UAV eszközökkel. Multispektrális, LIDAR és egyéb szenzorok vizsgálata a légitérképezés/adatgyűjtés területén. Légi és földi fotogrammetriai mérések tervezése és kivitelezése. Légi RGB felvételek készítése, 3D modellalkotás.

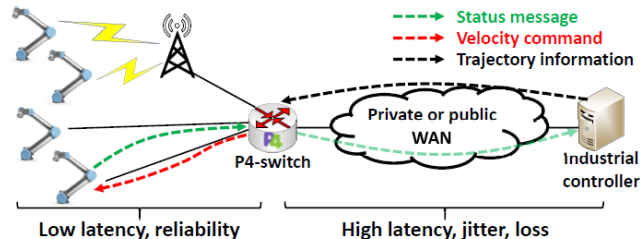
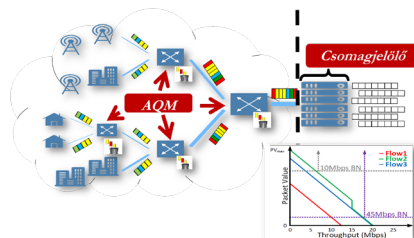
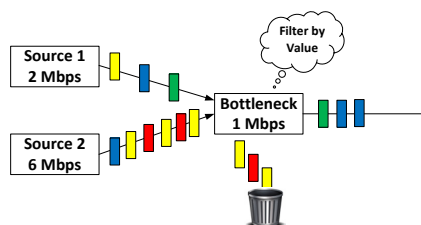
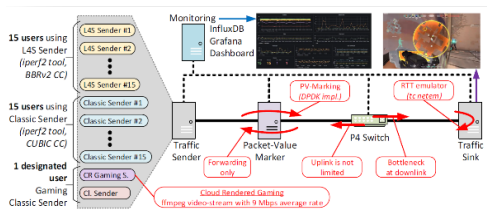






# SZAKMAI PROGRAMBAN MEGADOTT SZAKMAI EREDMÉNYEK MEGVALÓSULÁSA 2

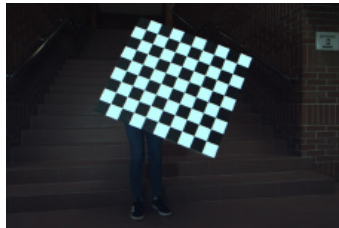
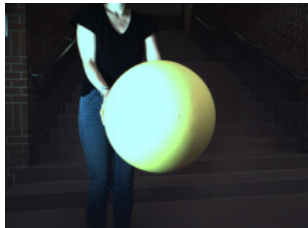
A PPV módszer hálózati szintű alkalmazásának vizsgálata matematikai és szimulációs módszerekkel. Hálózati erőforrás megosztási algoritmusok és alkalmazásuk adattovábbításra. A PPV módszer alkalmazása routing, terhelés elosztási és eltérő átviteli költségek kezelésére. Programozható adatsíkok robotvezérlési és komplex telekommunikációs feladatokra. Prototípusok: PPV módszer P4-támogatással rendelkező hardveren, robot vezérlés P4-képes hardveren.



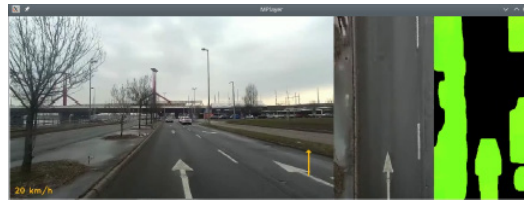
A PPV hálózati erőforráskezelési módszer alkalmazási tulajdonságainak bizonyítása matematikai módszerekkel. Alacsony késleltetést biztosító hálózati csomagütemező módszer szenzor adatok valós idejű feldolgozására és események detektálására programozható csomagtovábbító eszközökben. Hierarchikus szolgáltatás-minőséget biztosító módszer. Hálózati funkciók megosztása 5G rádiós hálózatokban. Robot vezérlési architektúra valós idejű felhő szolgáltatások megvalósítására. Különböző elemzések eredményeinek integrált tárolásán alapuló elemző ketrendszer a P4 nyelvű programok hatékonyabb statikus elemzéséhez.

# SZAKMAI PROGRAMBAN MEGADOTT SZAKMAI EREDMÉNYEK MEGVALÓSULÁSA 3

Affin megfeleltetések alkalmazása síkfelületek szegmentációjában, különös tekintettel a párhuzamos, egymáshoz közel lévő síkok megkülönböztetésére. A pontosság meghatározása a zaj függvényében.



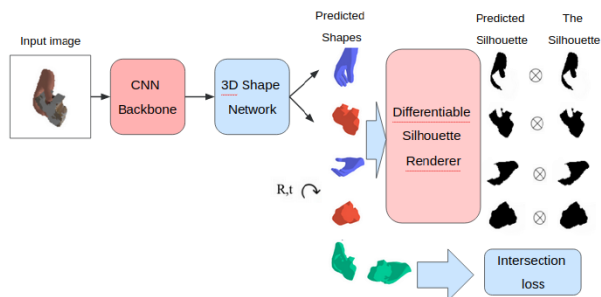
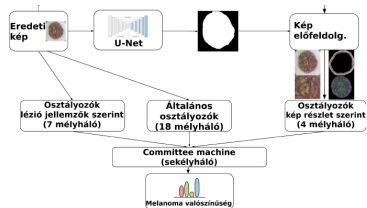
Kamera-LiDAR rendszerek kalibrálása, sokkamerás rendszerek együttes használata különböző optikák alkalmazásával, affin transzformációk felhasználása kamera alapú sztereó látásban, speciális síkok használata vizuális odometria megoldásokban. <http://cg.elte.hu/~hajder/ELTECar/> Futószalag-feldolgozási módszer pontfelhő alapú mintaillesztésre.





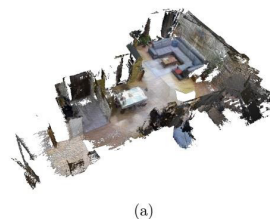
# SZAKMAI PROGRAMBAN MEGADOTT SZAKMAI EREDMÉNYEK MEGVALÓSULÁSA 4

A mesterséges általános intelligencia vizsgálata a humán-gép interakcióban. Intelligens felhasználói interfész a belső és titkos adatok elemzésére (NIPGBoard). Strukturált mély hálók vizsgálata, melyekben a költségfüggvény lehetővé teszi konkurens epizódok szegmentálását és mély hálózatokba történő illesztését automatikus video-captioning feladatban. A gépi tanulás, mély hálók, self-supervised learning új módszereinek tesztelése, továbbfejlesztése. Laplace mátrixokra vonatkozó elméleti eredmények vizsgálata. Figyelem (attention)-, és Átalakító (transformer) módszerek fúziója egyéb pontosságot növelő (pl. superpixel-alapú utófeldolgozási lépések) módszerekkel bőrléziók detektálásában.

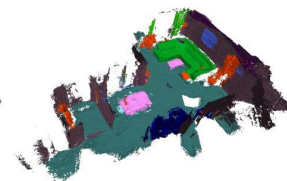


Ipari együttműködés keretében 29 mélyhálóból álló robusztus architektúra makró bőrléziók felvételek osztályozására. Stratégia az adathalmaz-függőség csökkentésére. Zaj hangolása, kalibrált valószínűség alkalmazása. Autizmus diagnosztikai megfigyelési ütemtervben (ADOS) gesztusbecsülés és hangfelismerés. NIPGBoard interfész fejlesztése, alkalmazása ipari projektben anomália detektálásra.

Orvosi képelemzésben, transfer learning módszerekben tanító adathalmazok optimalizálása.



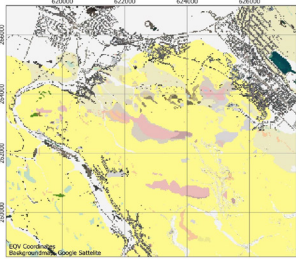
(a)



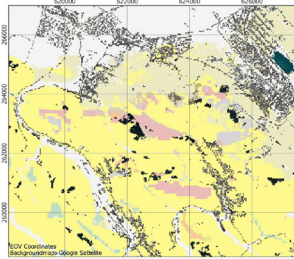
(b)

# SZAKMAI PROGRAMBAN MEGADOTT SZAKMAI EREDMÉNYEK MEGVALÓSULÁSA 5

Távérzékelési adatok alapján nagyfelbontású domborzat és felszínmodellek előállítás, hasznosítása eróziódetektálásban és lejtőmozgás veszélyességi előrejelzésben, valamint felszínborítottsági modellek kidolgozása. Gépi tanulóval segített nagyobb pontosságú előrejelzési módszerek kidolgozása.

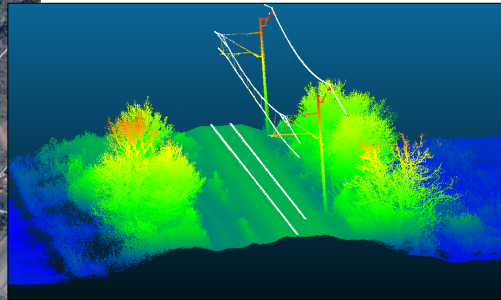


Digitized version of the geological map of the Dorogi Basin




Predicted by the Random Forest model  
(Mode of the 1-100 set of random points)

- |  |   |  |
|--|---|--|
| ■ Dump   | ■ Pebble  | ■ Nummulite-discocyclina limestone and sandstone   |
| ■ Valley fill (debris, pebble, silt, and clay) | ■ Sandstone   | ■ Unfossiliferous sand, sandstone                  |
| ■ Debris                                       | ■ Travertine  | ■ Clay, variegated clay, marl, travertine          |
| ■ Sand   | ■ Fossiliferous clay marl                               | ■ Striatopoda-spiriferoid, crinoid limestone       |
| ■ Sani-sandstone-pebble beds with Glycymeris   | ■ Perforated sandy clay marl                            | ■ Dachstein limestone                              |
| ■ Sani-sandstone-pebble beds with Glycymeris   | ■ Brown coal deposits                                   | ■ Alternation of light gray limestone and dolomite |
| ■ Loess  | ■ Terrrestrial and marine strata/variegated clay, brown |  |
|  | ■ Subplanular operculin clay marl                       |  |




×


Giver components




Data stock




Catalog




Workflow builder



Config

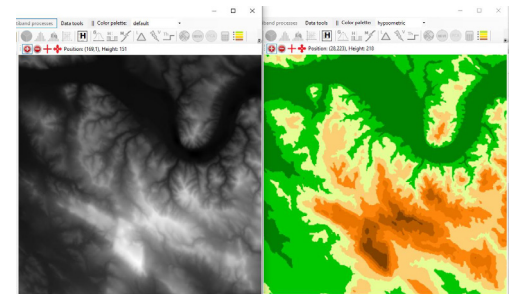


Help



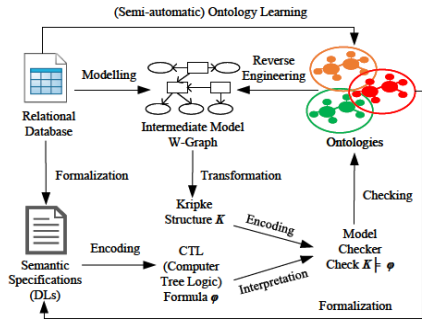
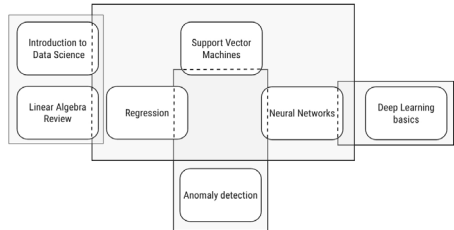
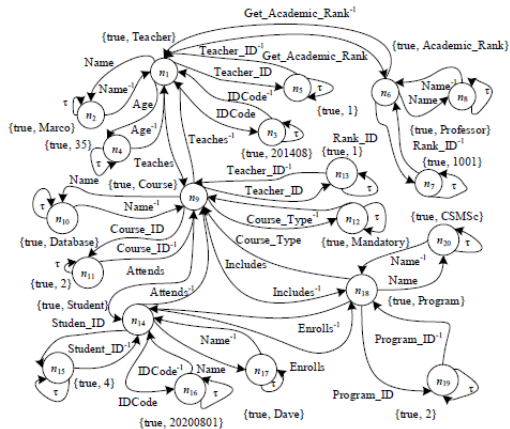
Info

A Dorogi-medencében földtani veszélyforrás területek lehatárolása gépi tanulási és automatizációs módszerekkel. Útvonal optimalizálás úthálózat nélküli terepen. A Hátszegi-medencében részletes geológiai térkép készítése, kőzetek osztályozása. Űrből, levegőből készült felvételek feldolgozására alkalmas szoftvercsomag új modulokkal való kiegészítése Adattudományi módszerek alkalmazása (kép- és hangfeldolgozás: mintázatkeresés, diszkretizációs módszerek, újszerű klaszterezési eljárás, zaj- és hibaszűrés) az agráriumban (méhészet, szőlészet, állattartás).

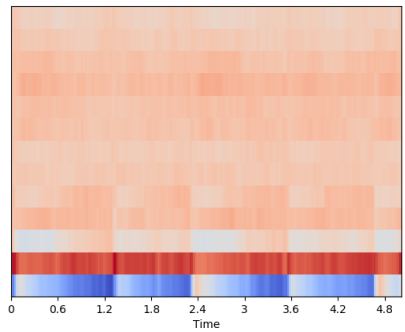


# SZAKMAI PROGRAMBAN MEGADOTT SZAKMAI EREDMÉNYEK MEGVALÓSULÁSA 6

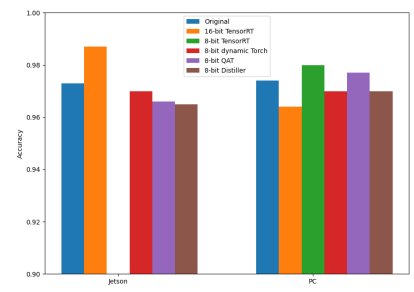
Dinamikus (valós időben változó) szervezeti, igazgatási folyamatmodellek, amelyek a biztonsági szempontok figyelembe vételével megőrzik a rendszer megbízhatóságát, integritását, konzisztenciáját. Algoritmusok  $IR^2$  modellek ellenőrzésére, hipergráf reprezentációk, formális matematikai biztonsági modellek. Teszttervezési minták.



Church bells



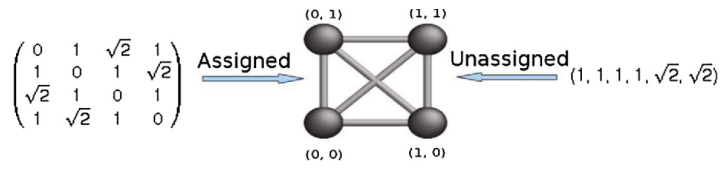
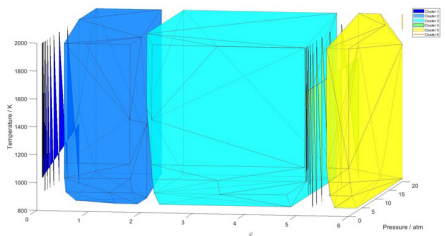
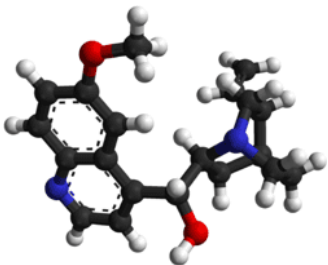
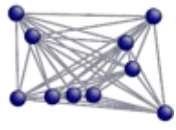
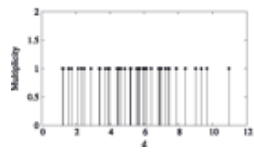
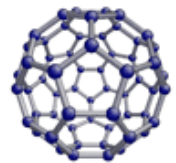
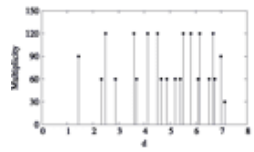
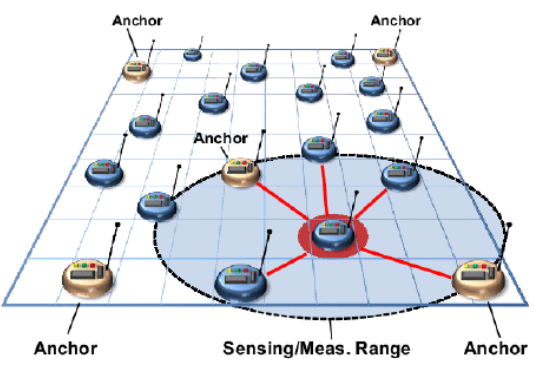
Szemantikus helyesség ellenőrzés ontológia transzformációnál egészségügyi információs rendszerekben. Pénzügyi informatikában modelltől program és a blokklánc megközelítések használhatósága, transzformációs algoritmusok, modellellenőrök fejlesztése. Adattudományi algoritmusok a vállalati/intézményi folyamatok klaszterezésére. Nyílt forráskódú mintázat észlelő, problémaérzékelő és feltáró algoritmus készlet prototípusa. Tesztkörnyezet a kognitív rezonancia vállalati információs rendszerekben történő alkalmazhatóságának vizsgálatára.



# SZAKMAI PROGRAMBAN MEGADOTT SZAKMAI EREDMÉNYEK MEGVALÓSULÁSA 7

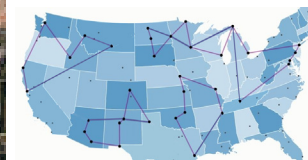
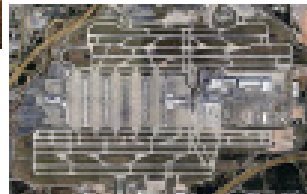
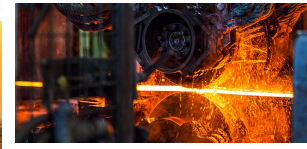
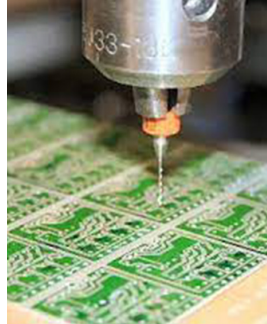
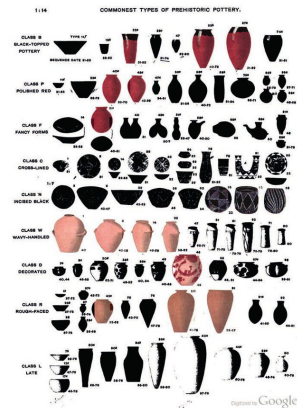
Elosztott adaptív rendszerek előrejelzési pontosságának javítása. Kombinatorikus optimalizálási módszerek és új strukturális eredmények kidolgozása hálózatok és autonóm rendszerek által motivált gráfelméleti és diszkrét geometriai feladatokban. Matematikai eszközök kidolgozása autonóm rendszerek stabilitásának és lokalizálhatóságának vizsgálatára. A környezetből származó impulzusok hatásának vizsgálata egyszerű, reaktív ágensekből álló közösségek viselkedésére.

Molekulák térbeli szerkezetének meghatározása páronkénti távolság adatokból és szenzorhálózatok lokalizációja kombinatorikus optimalizálási módszerekkel. Multiágens rendszerek városi /autonóm közlekedési tesztkörnyezetben útvonalválasztási feladatokra. Javaslatcsomag és szimulációs szoftver áruraktárban bérköltség minimalizálásra, emberi erőforrás optimalizálásra, útvonalválasztásra. Kvalitatív tulajdonságokat megőrző módszerek alkalmazása differenciálegyenletekben.



# SZAKMAI PROGRAMBAN MEGADOTT SZAKMAI EREDMÉNYEK MEGVALÓSULÁSA 8

Ütemezésméleti algoritmusok kifejlesztése erőforrás korlátos feladatokra, job shop modellekre. Differenciálegyenletek újszerű alkalmazása numerikus módszerek algoritmusainak hatékonyabbá és pontosabbá tételére, mátrix egyenletek megoldhatóságának jellemzése. Matroid optimalizálási feladatokra új algoritmusok kidolgozása. Igazságos kiosztások vizsgálata, az algoritmikus játékelmélet új eszközeinek felhasználásával. Mechanizmus tervezés csoportos párosítási feladatokra.



Többszereplős döntési mechanizmusok döntéshozatali és tervezési automatizációs megoldásokban.

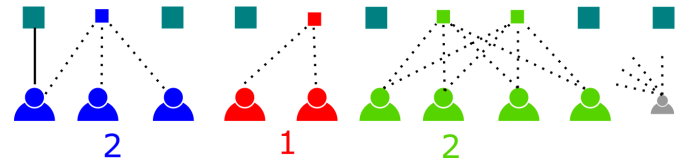
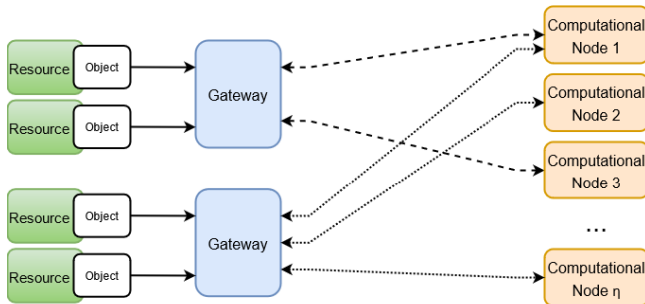
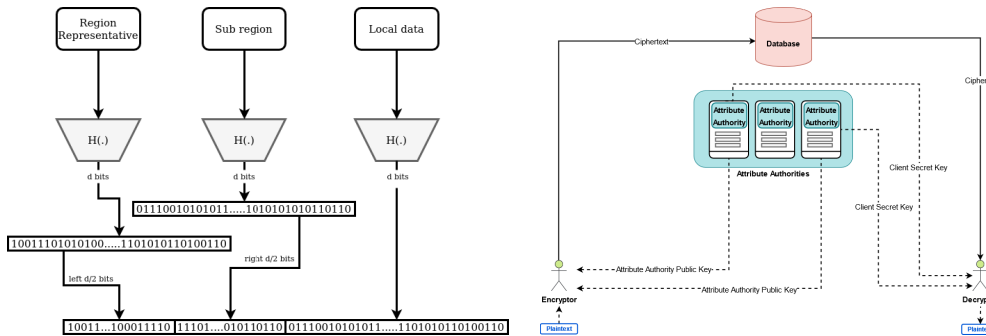
Ipari partnerrel logisztikai szoftver fejlesztése adott alaprajzú raktárban szedési útvonalak ütemezésére. Numerikus módszerek, adaptív időbeli diszkrétizációs technikák alkalmazása légáramlási, folyadékdinamikai, légszennyeződés-terjedési, valamint opcióárázási modellekben.

Kombinatorikus optimalizálási (TSP) inverz optimalizálási feladatok: dinamikus árazások.



# SZAKMAI PROGRAMBAN MEGADOTT SZAKMAI EREDMÉNYEK MEGVALÓSULÁSA 9

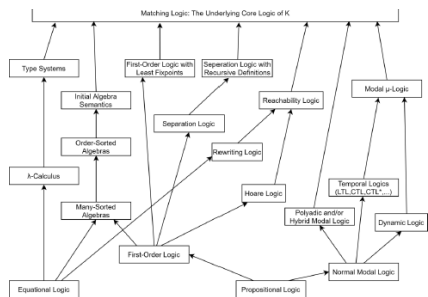
Optimális titokmegosztási sémák, összetett hozzáférési struktúrákat megvalósító konstrukciók (tárolási és számítási megközelítésben). Az adott rendszer bonyolultságára vonatkozó becslés gráf-fedésekre, illetve súlyozott felbontásokra épülő módszerek. Véges geometriai eredmények továbbfejlesztése és alkalmazása. Szám-ábrázolási elemzések.



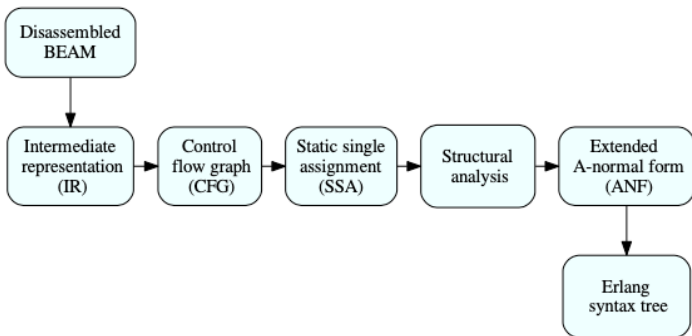
Biztonságkritikus nagy hálózatokban titokmegosztási sémák esetén tárhely és számítási módszerek optimalizálása, véges geometriai konstrukciókon alapuló összetett hozzáférési struktúrák kidolgozása. Orvosi és IoT környezetben elosztott hálózati biztonsági attribútum alapú eljárások. Hibamentes kódolási eljárások területén geometriai és algebrai kombinatorikai bizonyítások véges testekre épített síkokon. Posztkvantum kriptográfia területén rácsalapú rejtjelezésen alapuló programcsomag kidolgozása.

# SZAKMAI PROGRAMBAN MEGADOTT SZAKMAI EREDMÉNYEK MEGVALÓSULÁSA 10

A RefactorErl infrastruktúrájának alkalmazása automatizált forráskód ellenőrző („Erlang CodeChecker”) eszköz kidolgozásához. A webes, hálózati és rendszer-szintű sérülékenység-vizsgálatok és penetrációs tesztek. Programok jelentését bizonyítottan megőrző transzformációk leírásával, általános transzformációs minták helyességének vizsgálata, séma alapú refaktorálás módszerének továbbfejlesztése.

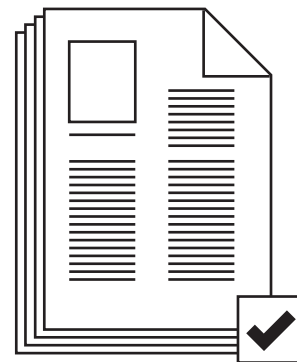


Az Ericsson Magyarországgal több éve folyó együttműködés keretében RefactorErl statikus elemző eszköz fejlesztése. Új forráskód ellenőrzők definiálása, biztonsági sérülékenységek azonosítása, és azokra optimális, nagy biztonságú számítási módszerek kidolgozása. Automatizált ellenőrzési módszerhez leíró struktúra megadása. Algoritmus fejlesztése a program rejtett külső függőségeinek feltárásához. Futási idejű hibák esetén a hiba forrásának feltárására irányított szimbolikus végrehajtást definiáló komponens kidolgozása. Erlang programozási nyelvre transzformációs sémák és kapcsolódó logika formalizálása kódtranszformációk helyességbizonyítására. Új szoftvertesztelési módszer komplex logikát tartalmazó követelmények tesztelésére, amelynek hibafelfedési hatékonysága 99.6% feletti.



```
drc_client:main(["-p PATH
                -j PATH/out.json
                -r \"style guidelines\"
                PATH/config.json"]]).
```

Megjelent / közlésre elfogadott publikációk száma: 92



D1: 4  
Q1: 12  
Q2: 6  
A: 4