

**Magyar Tudományos Akadémia**  
**Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet**

H-1111 Budapest, Kende u. 13-17, 1518 Budapest, Pf. 63.

Tel: 279-6184, Fax: 466-7503,

<http://www.sztaki.hu/>, e-mail: [monostori.laszlo@sztaki.mta.hu](mailto:monostori.laszlo@sztaki.mta.hu)

**Beszámoló az MTA SZTAKI**  
**2015. évi tudományos tevékenységéről**

Budapest, 2016. február 15.

## TARTALOM

- I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben
- II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények
  - a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények
  - b) Tudomány és társadalom
- III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben
- IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása
- V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

## **I. A kutatóhely fő feladatai 2015-ben**

Az intézet fő iránya a *kiber-fizikai rendszerek (Cyber-Physical Systems, CPS)* kutatása, mely összefogja és a nemzetközi kutatás egyik kiemelt áramlatába emeli az itt folyó munkát. Ezeknek megfelelően alakítják ki laboratóriumaikat (i4D intelligens tér, irányítástechnikai, SmartFactory, felhő-számítás, kooperatív kiber-fizika kutatási laboratóriumok), melyekben az elméleti kutatás és gyakorlati mérnöki munka új kölcsönhatásai kelnek életre.

A kiber-fizikai rendszerek olyan számítási struktúrák, melyek intenzív kapcsolatban állnak a környező fizikai világgal, a fizikai folyamatokkal, egyúttal kiszolgálják és hasznosítják az interneten elérhető adatelérési és adatfeldolgozási szolgáltatásokat. A felhasználási területek már most széleskörűek és rohamosan gyarapodnak: autonóm földi és légi járművek, robot által végzett műtétek, intelligens épületek, intelligens energiahálózatok, intelligens gyártás, beültetett orvosi eszközök, de a sor folytatható lenne még tovább. A kiber-fizikai megközelítések „okos” városokhoz, gyártási, közlekedési, logisztikai, energetikai rendszerekhez vezethetnek és hozzájárulhatnak egy újabb életminőség megteremtéséhez. Ez utóbbi vonatkozásban már kiber-fizikai társadalomról (cyber-physical society-ről) is beszélhetünk, ami már nemcsak a fizikai és kibernetikai tereket, hanem az emberi, társadalmi, kulturális szférákat is magában foglalja. A kiber-fizikai gyártórendszerek (*Cyber-Physical Production Systems, CPPS*) a német Szövetségi Oktatási és Kutatási Minisztérium (BMBF) szerint megalapozhatják a 4. Ipari Forradalmat, melyet gyakran Industry 4.0-ként is említeneek.

Az új érzékelő és ember-gép interfésztechnológiák alapján alakul ki egy emberközpontú számítási és érzékelési környezet, amelyben az emberek eszközökhöz való alkalmazkodását felváltja az eszközök emberi tevékenységhez történő automatikus adaptálódása. Ebben az új technológiai környezetben az emberi érzékelés és emlékezés korlátai kitolódnak, és beágyazódnak a digitális tér új lehetőségeibe.

A kiber-fizikai rendszerekkel szembeni támasztott elvárások már most hatalmasak, és az újonnan megjelenő technológiákkal gyors ütemben bővülnek: robusztusság, önszerveződés, adaptív helyzetfelismerés, transzparencia, előreláthatóság, hatékonyság, inter-operabilitás, globális nyomon követhetőség, csak a legfontosabbakat említve. A kooperatív irányítás, a multi-ágens rendszerek, a komplex adaptív rendszerek, az emergens (kibontakozó) rendszerek, a szenzorhálózatok, az adatbányászat stb. területén elért kiemelkedő eredmények további jelentős előrelépések elvárását hozzák a képbe, ezzel folyamatossá téve a kutatás iránti igényt.

## **II. A 2015-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények**

### **a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények**

A következőkben az intézet négy alapkutatási főirányának (számítástudomány, rendszer- és irányításelmélet, mérnöki és üzleti intelligencia, gépi érzékelés és interakció) bemutatása mellett öt alfejezet foglalja össze, hogy alapkutatási eredményeik miképpen támogatják az EU Horizon 2020-ban kiemelt jelentőségűnek tartott szakterületeket, melyek egyben illeszkednek hazánk S3 szakosodási tervezetéhez és a Széchenyi 2020 célkitűzéseivel. Így külön alfejezet taglalja a járműipar és közlekedés, a termelésinformatika és logisztika, az energia és fenntartható fejlődés, a biztonság és felügyelet, valamint a hálózatok, az elosztott számítások és a jövő internete témakörökben elért alkalmazásorientált eredményeiket.

## ALAPKUTATÁSI FŐIRÁNYOK

### Számítástudomány

A kutatás célja az üzleti intelligencia, a multimédiás tartalmak keresése és rendszerezése, a Web adatbányászata és más tudományterületeken jelentkező extrém méretű információfeldolgozási problémák absztrakt megfogalmazása és megoldása, az adatokban rejlő mintázatok, szabályszerűségek felismerése, kinyerése. Jellemző a matematikusi és mérnöki munka együttélése: a kutatások alapvetően kísérleteken alapulnak, ugyanakkor az adatok óriási mérete miatt az eljárások mély algoritmuselméleti és valószínűségszámítási ismereteken, matematikailag bizonyítható alapokon kell, hogy álljanak. Kutatásaik során több, egymással összefüggő terület szinergiáit aknázzák ki: az algoritmusok elmélete, a párhuzamosítás, az új hardver-architektúrák kihasználása céljából; az adatbányászat és információ-visszakeresés; a gépi tanulás, az adatbázisok elmélete, illetve a nagyméretű (extremális) gráfok.

2015-ben elért főbb eredményeik:

- A *paraméteres algoritmusok* területén kutatásaik egyik fő iránya az úgynevezett négyzetgyök-jelenség síkgráfokon, vagyis az a jelenség, hogy síkgráfok esetén a legtöbb kombinatorikus problémára az optimális algoritmus a paraméter négyzetgyökében exponenciális. Korábbi eredményeket jelentős mértékben általánosítva és kiterjesztve megmutatták, hogy ez a jelenség fennáll számos olyan algoritmikus probléma esetén, amely kiszolgáló központok elhelyezését modellezi.
- Szisztematikusan feltérképezték, hogy a *részgráfkeresés-probléma* algoritmikus bonyolultsága hogyan függ a különböző megengedett részgráfoktól. Dichotómia-tételt bizonyítottak, amely pontosan karakterizálja a (randomizált) polinom időben megoldható és az NP-nehéz eseteket. Hasonlóan szisztematikusan vizsgálták a részgráfkeresés kernelizálhatóságát és a szorosan kapcsolódó részgráfpakolás-problémát.
- A Chevalley-Warning-tétel fontos elégséges feltételt ad véges testek feletti polinom-egyenletrendszerek megoldhatóságára. Sikertelen polinom idejű algoritmikus relaxációt kidolgozniuk arra az esetre, amikor a változók száma elegendően nagy, de polinomiális az egyenletek számához képest. A módszert zérusösszeg-típusú relaxált additív feladatok megoldására, és új kvantumalgoritmusok tervezésére is tudták alkalmazni.
- A szimbolikus számítások területének egyik alapfeladata, hogy találjunk közös invariáns alteret mátrixok egy adott halmazához. A megoldás során felmerülő nehéz, építő jellegű feladat az *explicit izomorfizmus feladat*: ebben adott egy algebra, amiről tudjuk, hogy izomorf egy teljes mátrixalgebrával; a cél az, hogy adjunk meg egy ilyen izomorfizmust. Itt – korábbi eredményeik sorára építve – abban az esetben sikerült előrelépniük, amikor az alaptest véges test feletti függvények teste. A megoldás alkalmazható ferde polinomok (skew polynomials) felbontására.
- A *kombinatorikus csoporttesztelés* alapvető módszer a hibakeresés gyakorlatában. A módszer lényege, hogy egyszerre elemek egy nagyobb halmazát teszteljük, és a teszt akkor ad pozitív eredményt, ha a halmazban van hibás elem. Sikertelen kiterjeszteniük az Eppstein-Goodrich-Hirschberg-módszert arra az esetre, amikor a teszt a halmazbeli hibás elemek számának paritását adja meg.

- *Operációkutatás és döntési rendszerek* területén optimalizálási feladatokban kimutatták, hogy egy több szempontú döntési feladatban szereplő páros összehasonlítás mátrix, inkonzisztencia index és elfogadási szint esetén mi a mátrix azon elemeinek minimális száma, amelyek megfelelő megváltoztatásával az inkonzisztencia az elfogadási szint alá vihető. Kifejlesztettek egy, a Newton-módszeren alapuló optimalizálási módszert a nem teljesen kitöltött páros összehasonlítás mátrixok sajátérték minimalizálási feladatára.
- *DNS és fehérje szekvencia illesztő algoritmusok gyorsítására* új FPGA-s architektúrát dolgoztak ki, mely adatlokalitást is figyelembe vesz és jól skálázható akár több száz feldolgozóegységig is, miközben az adatfüggőség is kiküszöbölhető. Lehetővé vált az egységek pipeline architektúrájának kihasználása, ami nagy sebességet biztosít.

A fenti kutatásokat ERC Starting Grant és MTA Lendület támogatással is végezték. Alapkutatási eredményeikre támaszkodó kutatás-fejlesztési tevékenységük legjelentősebb ipari partnerei az Ericsson Magyarország, az OTP Bank, és a Bosch.

### Rendszer- és irányításelmélet

A kutatás fő tématerületei a rendszermodellezés és -identifikáció, az adaptív és robusztus irányítási, jelfeldolgozási és szűrési módszerek, az elosztott és hálózatba kapcsolt rendszerek irányítása, valamint a folyamatrendszerek. A lineáris és nemlineáris rendszerek, mind folytonos, mind diszkrét idejű megközelítésben, valamint a determinisztikus és sztochasztikus szemléletmód egyaránt figyelmet kapnak.

- *A nemlineáris rendszerek irányításelméleti* problémáihoz kapcsolódva LPV (Linear Parameter Varying) és qLPV (quasi Linear Parameter Varying) modelleket alkalmazó robusztus tervezés során felmerülő kérdésekben értek el új eredményeket. Mivel a konvencionális konvex LMI/LTI (Linear Matrix Inequality / Linear Time Invariant) tervezési eljárások LPV és qLPV feladatok megoldására csak igen konzervatív módon alkalmazhatók, újra vizsgálat tárgyává tették a lineáris rendszerek robusztus irányításának – szeparációs elven és IQC (Integral Quadratic Constraints) technikán alapuló – megoldási módszereit. A robusztus irányítástervezési eljárások olyan közös geometriai hátterére világítottak rá, amelyek megadják azt az elméleti alapot, amire további tervezési és szabályozó kiértékelési eljárások épülhetnek. A Klein-féle megközelítés geometriai szemléletét előnyösen alkalmazták a robusztus kontroll világában, pl. a geometria értelmezésében vett pontok a stabilizálható rendszerekkel azonosíthatók, míg a Möbius transzformációk a geometriát meghatározó mozgásokat adják. Megmutatták, hogy bizonyos hiperbolikus terek transzformációi közös hátteret adnak a robusztus feladatok kezelésére, rávilágítva a különböző megközelítések kapcsolatára, elvezetve új típusú feladatok megoldásaihoz is. Ennek keretében feltárták a stabilizáló halmazon, illetve az adott performancia szinthez tartozó összes stabilizáló szabályozót leíró halmazon értelmezhető, az adott tulajdonságot invariánsan hagyó művelet, illetve annak csoportjainak rendszerelméleti tulajdonságait.
- *A hibadetektálás és a nulltér alapú strukturális rekonfiguráció* módszereit alkalmazó hibatűrő irányítórendszerek szintézisére és analízisére új megoldásokat vezettek be. Bemutatták, hogy az átkapcsolást végző, valamint a qLPV modellezési technikákon alapuló rekonfigurációs irányítástervezési eljárások hogyan alkalmazhatók a rendszerek minőségi tulajdonságainak garantált kielégítésére. A bevezetett geometriai technikákkal módszert adtak stabilitásörző szenzor-rekombinációs algoritmusok tervezésére. Az eredményeket földi és légi járművek irányítási feladatainak megoldásában alkalmazták.
- *A flexibilis repülőgépszárnyak* és az ilyen jellegű mérnöki objektumokat leíró igen nagydimenziós matematikai modellek szisztematikus redukciós eljárásai terén jelentős kutatási erőfeszítések történtek. A több száz dimenziós LPV rendszerek Youla-parametrizáción alapuló redukciós eljárásaiban sikerült új eredményeket elérni.

- A jelfeldolgozás és rendszer-identifikáció területén, a racionális ortogonális bázisokon alapuló identifikációs módszerek alapján egy új, hiperbolikus wavelet konstrukciókon alapuló nem parametrikus rendszer-identifikációs módszert dolgoztak ki, amely mind idő-, mind frekvenciatartománybeli mérésekből kiindulva iteratív módon képes a rendszerek pólusainak meghatározására.

A rendszer- és irányításméleti eredmények primer felhasználója az energia, jármű és közlekedésipar. Az ipari partnerek (Airbus, Bosch, Knorr-Bremse) bevonásával végzett európai és nemzeti kutatási projekteken az elméleti eredmények gyakorlati alkalmazhatóságát szem előtt tartva folytattak kutatási tevékenységet. Ipari felhasználásra előkészített eredmények születtek korszerű járműfedélzeti irányítórendszerek hibátűrő kialakításának tervezésére, a járműflották koordinált irányítására, az intelligens vezető nélküli járműirányítási megoldásokra, szenzorfüziós módszerek alkalmazására és az elektronikus fék és kormány alkalmazásának integrált irányítási módszereire.

### Mérnöki és üzleti intelligencia

A kiber-fizikai gyártó- és logisztikai rendszerek tervezésének, irányításának, illetve működésük változó viszonyokhoz való adaptálásának problémái több tudományterület – jellemzően a számítástudomány, az operációkutatás, a gyártástudomány és a tudásalapú módszerek – együttes művelését igénylik. A 2015-ben elért alapkutatási eredményeik közül elsősorban a következők emelendők ki:

- A gyártás- és informatikai tudományok egymással kölcsönhatásban álló, mindinkább összefonódó fejlődésében minőségileg új szakaszként határozták meg a kiber-fizikai gyártórendszereket, és történeti kontextusból kiindulva mutattak rá az új kihívásokra és lehetőségekre.
- *Visszacsatolt* (dinamikus, sztochasztikus) *rendszerekre* továbbfejlesztették a nem-aszimptotikus, eloszlás-független SPS (*Sign-Perturbed Sums*) identifikációs módszert. Ez számos ipari, mérnöki, biológiai, közgazdasági és társadalmi rendszerben fontos, ahol erős visszacsatolások vannak, melyek nagymértékben befolyásolják az adatgyűjtést.
- *Az instrumentális változók becslési módszeréhez* kidolgoztak egy, a fent említett SPS módszeren alapuló – de annál kisebb számítási bonyolultságú – algoritmust, amely képes a becslés köré egzakt valószínűségű konfidencia-halmazokat építeni, még akkor is, ha a rendszer bemenetei korrelálnak a zajjal (pl. visszacsatolások). A halmazokhoz polinomiális időben számolható ellipszoidális külső közelítést is javasoltak.
- *Ütemezési problémák* megoldása terén olyan egygépes ütemezési problémákat vizsgáltak, ahol a gépen túl az ütemezendő feladatok nem megújuló erőforrásokat is igényelhetnek. A probléma különböző változataira approximációs algoritmusokat és nem-approximálhatósági eredményeket adtak. Az approximációs algoritmusokhoz elsősorban az ún. hátizsák pakolási probléma változataival fennálló kapcsolatot használták ki, amelyek feltárása szintén a kutatás része volt.
- *Jármű- és vezető ütemezési probléma* megoldására kidolgoztak egy új egzakt módszert, melynek alapja egy új MIP modell, amit egy korlátozás-és-árazás (*branch-and-price*) alapú algoritmusban használtak. Erre a problémára bár több heurisztikus megközelítés is létezik, ez az első egzakt optimumot megtaláló módszer.
- *Aggregált vevői modell kidolgozása*: Játékelméleti alapon, aszimmetrikus vevő-eladó információs viszonyt feltételezve olyan mechanizmust dolgoztak ki, mely biztosítja hatékony aggregált igények előállítását abban az esetben is, ha az egyéni, racionális vevők a rövid távú, ám bizonytalan előrejelzéseket saját költségükön generálják. A módszer, melyben közvetítőre nincs szükség, alkalmazható akár beszállítói, akár energetikai hálózatok hatékony működtetésében.

- Elkészült az az összetett modelleket mesterséges neurális hálózattal, szupport vektor gépekkel, avagy neuro-fuzzy modellek alkalmazásával felépíteni képes algoritmus, amely a korábbi, heurisztikus modell kiértékelési mérőszámok helyett az általánosabb és hatékonyabb információelméleti mértékek felhasználásával működik.
- *Integrált kísérlettervezési* és technológiai paraméteroptimalizálási algoritmust dolgoztak ki, amely túllépve a klasszikus (pl. Taguchi-elveken alapuló) lineáris kísérlettervezésen lehetővé teszi a technológiai paraméterek meghatározását nemlineáris, sokdimenziós változó térben, akár egyes összefüggések ismeretének hiányában is. A módszert nem-konvencionális megmunkálások esetén verifikálták.

A kutatások részben az OTKA, részben az EU által támogatott projektek keretében folynak, melyekben néhány esetben konzorciumvezetői szerepet is ellátnak. Elméleti eredményeik alkalmazott, iparban is hasznosuló kutatásokat alapoztak meg (lásd a Termelésinformatika és logisztika, illetve az Energia és fenntartható fejlődés pontokat).

### Gépi érzékelés és interakció

*3D rekonstrukció és megjelenítés:* Az újonnan megjelenő eszközök alkalmazásával, mint a térszkennerek (LIDAR) és a mobil érzékelő platformok, a nagytömegű és részben elosztott felvételű pontfelhők kezelésében értek el jelentős eredményeket:

- *Nagyméretű pontfelhők kezelése:* Kifejlesztettek egy új rendszert, ami valós idejű megjelenítést biztosít nagyméretű (milliárdnyi pontból álló) pontfelhők számára. Ezek a pontfelhők méretükből adódóan már nem férnek el egyben a memóriában. Az adatokat speciális formában tárolva és mindig csak a megjelenítéshez szükséges részt beolvasva a folyamatos és gyors megjelenítés biztosítható.
- *Grafikai megjelenítés:* Egy új, kötegelt behangolásra (bundle adjustment) épülő numerikus algoritmust készítettek, amely foltok (patch-ek) térbeli rekonstrukcióját végzi. A módszer a felületdarabkák térbeli helyzetét és a kamera külső paramétereit a felületi normálvektorral együtt finomítja a foltok közötti affin transzformáció felhasználásával. Az új módszer pontosabb és látványosabb rekonstrukciót eredményez, mint az egyszerűbb pontalapú módszerek.

*Fluoreszcens és digitális holografikus mikroszkópia* kombinálásával hatékony módszert dolgoztak ki ritka minták elemzésére. A fluoreszcensen detektált objektumok nagyfelbontású képét egy digitális holografikus mikroszkóp állítja elő. A kifejlesztett módszer alkalmazható az ivóvízbe került toxikus cianobaktériumok detektálására, illetve azok alfajainak pontos azonosítására. Az utóbbi fontosságát az adja, hogy nem minden cianobaktérium faj okoz mérgezést.

A *kamerák kiolvasási tulajdonságainak* alapos elemzése és speciális szenzortulajdonságok alkalmazása útján kidolgoztak egy új eljárást, amely egyetlen éles képből is képes kinyerni a fényes tárgyak sebességét rövid számítás segítségével: itt egyetlen képkockára vesznek fel különböző erősítésű, különböző expozíciós idejű képeket. Az elkészült kísérleti eszközzel egyetlen képkockáról lehet leolvasni például egy gépjármű rendszámát és sebességét.

## KUTATÁS-FEJLESZTÉSI TEVÉKENYSÉGEK

### Járműipar és közlekedés

A járműipart és közlekedést érintő technológia fejlesztéseket jellemzően a közúti és légi közlekedés eszközei és rendszerei strukturálták. Jelentős szerepet kap a kooperatív rendszerek elmélete, a járműirányító rendszerek tervezésének integrált módszerei, a korszerű hálózati kommunikációs eljárások, a járműfedélzeti szabályozó rendszerek hibatűrő kialakításai, valamint a vezetéstámogató rendszerek:

- *Kooperáló járműrendszerek:* A világméretű trendekhez igazodó módon a jármű- és közlekedés alkalmazási kutatások egyik fókuszja a kooperatív intelligens közlekedési rendszerekkel (Cooperative Intelligent Transportation Systems, C-ITS) kapcsolatos. Ezzel összefüggésben a kooperatív rendszerek elmélete, a járműirányító rendszerek tervezésének integrált módszerei, a korszerű hálózati kommunikációs eljárások, a járműfedélzeti szabályozó rendszerek hibatűrő kialakításai, valamint a vezetéstámogató rendszerek területén születtek eredmények.
- *Hybrid vezérlés:* A hibrid és elektromos közúti járművek irányítórendszereinek összehangolt működtetésére elosztott és hierarchikus járműarchitektúrákat dolgoztak ki. Megoldások születtek a szenzorfüziora és kommunikációs hálózatokra épülő integrált és kooperatív robusztus járműirányításokra, melyekkel a biztonságos, hatékony és gazdaságos üzem biztosítható. Az integrált járműirányítási feladatok megoldására a konvex LTI tervezési módszereket kiterjesztették qLPV alapú robusztus irányítástervezési módszerekre. A kooperatív autonóm járműirányítások stabilitásának elemzésére, a bizonytalanságok, továbbá a kommunikáció által okozott késleltetések kezelésére Lyapunov-Krasovski-funkcionálon, illetve IQC-ken alapuló módszereket dolgoztak ki. Egy gépjárművezetőt támogató kamera alapú közlekedési jelzéseket és úttípust/környezetet érzékelő rendszer kifejlesztése a Robert Bosch Tudásközpontban folyó munkákhoz kapcsolódott. Haszongépjárművek hatékony és gazdaságos működtetésére részlegesen automatizált járműplatform került kidolgozásra az üzemeltető és a gyártó igényeinek figyelembevételével a Knorr Bremse Fékrendszerek Kft-vel folytatott kooperáció során.
- *A kooperatív autonóm járművek irányítási rendszerének analízise területén* elért eredmények módszert adnak a formáció stabilitásának és szabályozási pontosságának vizsgálatára. A kidolgozott módszerek lehetővé teszik a gyakorlatban mindig előforduló modellezési bizonytalanságok számos osztályának kezelését és a járműközi kommunikációs hálózat tulajdonságainak figyelembevételét.
- *Adaptív aktuátorok:* A repülésben alkalmazott elektromechanikus beavatkozók (aktuátorok) kutatása során kifejlesztettek egy kisméretű, robotrepülőgépeken alkalmazható, szabályozásra és hibadiagnosztikára képes elektromechanikus aktuátort. Az ACTUATION2015 FP7 projekt keretében az UTC Aerospace céggel közösen polgári repülőgépeken alkalmazott egységekre adtak korszerű szabályozási algoritmusokat és az ezek alapjául szolgáló matematikai modelleket. A modell bizonytalansági halmazából szisztematikus úton, "worst-case" analízis segítségével tudták meghatározni a legrosszabb szabályozási stabilitás paraméterkombinációit, kiküszöbölve a Monte-Carlo szimulációs vizsgálatok bizonytalanságait.
- *Hibatűrő szabályozási módszerek* kutatásával segítik a polgári repülés jelenleg is magas biztonsági szintjének fenntartását a RECONFIGURE FP7 projekt keretében. Az *Airbussal* közösen módszereket dolgoztak ki, melyek a fedélzeti aktuátorok, vagy szenzorok meghibásodása ellenére is fenntartani képesek a repülőgép biztonságos üzemét, csökkentve a pilótára jutó munkaterhelést.
- *Vezető nélküli légi járművekben (UAV) alkalmazható hibatűrő szabályozási algoritmusokat* fejlesztettek ki, melyek egyszeres meghibásodási kritériumok esetén garantálni tudják a repülési feladat biztonságos folytatását és befejezését. Ezt támogatja az általuk kifejlesztett kamera alapú légi érzékelő és elkerülő rendszer: "látni és elkerülni". Az elkerülő repülőgép vizuális alapon detektálja a célgépet a fedélzeti többkamerás látó rendszere, a GPU-s képfeldolgozó egysége és a navigációs berendezése segítségével. Megtörténtek az első kísérleti repülések a fenti célkitűzéseket teljesítő, a világon egyedülinek számító, kisméretű, redundáns, nagy megbízhatóságú avionikai rendszerrel. A kifejlesztett technológia megoldást nyújt az autonóm repülő eszközök



biztonságos térbeli szeparációjára, és hozzájárul a GPS vezérelte kijelölt útvonalon haladás biztonságossá tételéhez. Az USA Haditengerészetének Kutatási Hivatala (ONR) által finanszírozott kutatás során korszerű útvonalbecslő és az ütközési valószínűséget meghatározó módszerek kutatása zajlott, szimulációs és valós méréseken alapuló adatok feldolgozása és elemzése alapján.

- *A szárny flexibilitásból adódó rezonancia (flutter) jelenség* kutatását a FLEXOP H2020-as projekt kapcsán végezték a repülőgépek aerodinamikai, strukturális és repülésdinamikai vizsgálatai alapján, hatékony mérési és irányítási módszerek alkalmazásával. Ennek során több, különböző absztrakciós szintű modellt fejlesztettek ki, melyek az egyszerű, két szabadságfokú szárny rugalmas viselkedésétől kiindulva egészen a teljes repülőgép dinamikus viselkedéséig lefedik az alkalmazások igényeit.

### Termelésinformatika és logisztika

A termelésinformatikai és logisztikai K+F+I tevékenység termelő, szolgáltató és logisztikai rendszerek tervezésére és modellezésére, valamint azok működésének irányítására, optimalizálásra, monitorozására és valós viszonyokhoz való adaptálására irányul, üzemi, vállalati és hálózati szinten egyaránt. A legfontosabb, 2015-ben elért eredmények a következők:

- *A moduláris szerelőrendszerek* számára kidolgozott termelés-tervező módszert robotizált, autóiipari szerelőcellák kombinált termelés- és kapacitás-tervezéséhez alkalmazták. Létrehozták a rendszer szimulációs modelljét, amely alkalmas a számított tervek kiértékelésére a sztochasztikus paraméterek és véletlenszerű zavarok figyelembevételével.
- Olyan *statisztikai tanulási módszereket* dolgoztak ki, amelyekkel az előtekintő módban futatott szimuláció tanulóalgoritmusok által becsült határértékek figyelembevételével végez elemzéseket. A módszer hatékonyságát ún. *flow-shop* teszt gyártó környezetben vizsgálták, ahol a gyártási rendelések átfutási idejének becslését a kifejlesztett tanulóalgoritmusok szolgáltatták.
- *Diszkrét, eseményorientált szimulációs elemzések* hatékony támogatására, SISO *Core Manufacturing Simulation Data* (SISO CMSD) szabványon alapuló adatstruktúrát fejlesztettek, amelyet különböző gyártási feladatokra és szimulációs eszközökre is alkalmaztak.
- *Az Audi Hungária Motor Kft. részére* fejlesztett termelés-tervező rendszer tesztelését és finomhangolását végezték hat gyártósoron, továbbá implementálták a vizsgálatok során felmerült módosításokat, új igényeket.
- Kifejlesztettek és ipari felhasználónál telepítettek egy fejlett grafikus felülettel rendelkező, kis- és nagyszériás gyártásban egyaránt alkalmazható termelésütemező és döntéstámogató rendszert.
- *Európai K+F projekt keretében kifejlesztett lézeres robotos távhegesztő* cellák automatizált konfigurációját és offline programozását támogató rendszerüket alkalmassá tették az új technológia „elsőre helyes” bevezetésére és sorozatos autóiipari tesztek végrehajtására.
- *Kiber-fizikai kísérleti gyártórendszer*: Létrehoztak egy olyan integrált, korszerű szenzorhálózattal és beavatkozókval ellátott mintarendszert, amiben lehetőség van gyártási, logisztikai és robotikai problémák vizsgálatára, mind virtuális, mind fizikai térben, beleértve az elosztott vezérlés és az ember-robot együttműködés új lehetőségeit is.
- A *Hitachi Manufacturing Technology Research Center*-rel együttműködve olyan általános célú módszereket dolgoztak ki, amelyek segítségével egy összetett műszaki objektum jellegzetes komponensei és ezek topológiai kapcsolatai rekonstruálhatók az

objektum síkbeli, jellemzően lineáris kapcsolatokat tartalmazó műszaki rajzának pixel alapú reprezentációjából.

A termelésinformatikai és logisztikai témakörökkel kapcsolatos alkalmazott kutatás-fejlesztés és ipari bevezetés jó része az Intézetben 2010-óta működő Fraunhofer-SZTAKI Termelésmenedzsment és –informatika Projektközpont keretében folyt. Számos kis- és közepméretű vállalattal (KKV) folytatott együttműködés mellett fő nagyvállalati partnereik a Hitachi, Audi Motor Hungaria, GE Hungary, Jaguar LandRover, Opel, Volvo, Festo, BPW, Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft, Aventics Hungary, Denso.

### Energia és fenntartható fejlődés

A fenntartható fejlődés egyik alapvető feltétele az energiatermelő, -szállító, és -átalakító rendszerek adaptálása a változó igényekhez és lehetőségekhez. E rendszerek irányítása és felügyelete területén a megújulás egyik kulcsa az informatikai eszköztár megnövelt adatfeldolgozási, -tárolási és -továbbítási kapacitása, ami az automatizálás és a hatékonyság növelése terén is új lehetőségeket nyit, valamint új problémákat vet fel. Kiemelten foglalkoztak az alábbi témákkal:

- *Energiatermelő rendszerek irányítása és felügyelete* területén az intézet egyik legrégebbi múltra visszatekintő ipari tevékenysége az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-vel történő stratégiai együttműködésen alapul. Az erőmű üzemidő hosszabbítási projektjéhez kapcsolódóan továbbra is kiemelt szakértői feladatuk volt a meglévő irányítástechnikai rendszerek (pl. Atomerőmű Reaktorvédelmi Rendszerének, Szabályozó és Biztonságvédelmi rendszer) felújításában és az ilyen jellegű projektek előkészítésében. Az intézet folytatta az erőmű kapacitás-fenntartási munkáiban való együttműködést, valamint közreműködött a felépítendő új blokkok előkészítésével kapcsolatos irányítástechnikai szakértői feladataiban. A nemzetközi nukleáris szakmai élet szereplőjeként részt vettek a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) készülő új biztonsági útmutatójának írásában, melynek előzetes címe "Dependability Assessment of Software for Safety Instrumentation and Control Systems at NPPs".
- *Közvilágítás*: Továbbfejlesztették és a SZTAKI számítási felhőjében futó vezérléssel működtették az *E+grid* intelligens energia-pozitív közvilágítási rendszert. A folyamatosan gyűjtött adatok további sztochasztikus modellillesztési módszerek kidolgozására adtak lehetőséget.
- *Energiagazdálkodás*: Az EC Joint Research Centre (JRC) megbízásából fejlesztettek ki egy speciális, hatékony energiagazdálkodás célját szolgáló matematikai megoldó csomagot.

### Biztonság és felügyelet

- *Földmegfigyelés műholdról*: A DUSIREF projekt (Dinamikus városmodellezés távérzékelt adatok fúziójával) az Airbus Defense & Space Magyarország közös vállalkozása az Európai Űrügynökség (ESA) finanszírozásával a PECS-HU pályázati keretprogramon belül. A projekt idén zárult szakaszának fő célja városi környezetek magas szintű automatikus analízise különböző típusú távérzékelt adatok (főleg optikai és TerraSAR műholdképek és Lidar mérések) felhasználásával. Új környezetelemző és rekonstrukciós eljárások kerültek kifejlesztésre az érzékelt adatok négydimenziós (három térbeli és egy időbeni dimenzió) reprezentációjának a figyelembevételével: városi objektumok felismerése, változás-felismerés, objektumpopulációk több szintű hierarchikus analízise, 3D épületek közelítése textúrázott poligonmodellekkel.
- *Ad-hoc mobil kamerák hálózatán*: A PROACTIVE FP7 projekt eredményei alapján kidolgozták a multispektrális szenzorfüziós és alakzat-lokalizációs eljárást, mely már nem igényli a sík talajfelszínt. Ennek további felhasználási területe a bel téren (pl.

bankfiók) részleges takarásban levő alakzatok pontos térképes elhelyezése és követése. Az alkalmazott mintafelismerő algoritmus új módozatában a "deep learning" teória alkalmazásával jobb felismerési arányt értek el. Az optimalizált algoritmus-variáns akár 100 fps sebességre is képes, és akár rossz látási viszonyok között is hatékony.

- *Automatikus táblafelismerő eljárások* hoztak létre a Budapest Közút Zrt. számára, amely az utakon található különböző objektumokról geodatbázist készít földi MLS (Mobil Laser Scanner) LIDAR adatok és a kapcsolódó felvételek alapján. A kidolgozott algoritmust a Budapest Közút Zrt. Geodatbázis rendszerébe integrálták.

#### Hálózatok, hálózati rendszerek és szolgáltatások, a jövő internete

- *Occopus alapú munkafolyam szervezés*: új munkafolyam koncepciót dolgoztak ki infrastruktúra-tudatos munkafolyam (infrastructure-aware workflow) néven. Ezen új típusú munkafolyamok csomópontjai nemcsak számításokat és adatfeldolgozásokat definiálhatnak, hanem az ilyen típusú csomópontok számára szükséges infrastruktúrák definiálására is lehetőséget adnak. A koncepció megvalósítása forradalmasíthatja a munkafolyam alapú komplex megoldások hosszú távú hasznosíthatóságát.
- *Mezőgazdasági adatkezelés*: Kidolgoztak és megvalósítottak egy, a régióban egyedülálló és kivételesen nagyszabású kutatási infrastruktúrát a precíziós mezőgazdaság elterjedésének támogatására. A Big Data és felhő technológiai alapokra helyezett elemző, előrejelző és döntéstámogató keretrendszer mezőgazdasági célú adaptálásával az újonnan kialakított platform lehetővé teszi egy folyamatosan bővülő és egyre szélesebb körű tudásbázis létrehozását az agrárszféra számára. A rendszer támogatja a partnerek által a szántóföldi kultúrákhoz telepített nagyszámú komplex szenzoroszlopból származó strukturált idősoros, képi és más adatok megbízható és hatékony gyűjtését, valamint az azokban rejlő információk mezőgazdasági szakember segítségével történő későbbi hatékony kiaknázását.
- *Ipari adattudomány*: Az Ericsson budapesti kutatóintézetével együttműködve mobil session vesztés előrejelzésére végeztek kutatást több rádióparaméter idősorának vizsgálatával. A módszer kiterjeszti a dinamikus programozás alapú ún. „time warping” módszert több idősorra, amelyek felett a Fisher információs mátrix által adott természetes távolságmetrikát használja. 2015-ben a már korábban elindult Ericsson és AEGON alkalmazott kutatási feladatok mellett két további ipari adattudományi projektet indítottak. Az OTP Bank számára új, gépi tanuláson alapuló előrejelző módszereket nyújtanak, többek között hitelkártya nemfizetési feladatokra. A Bosch részére pedig a gyártósori fizikai paraméterek idősorai alapján adnak előrejelzést a gyártási selejtek elkerülése céljából.
- *Ajánló rendszerek*: Az online felhasználók viselkedésének előrejelzésével kapcsolatos RecSys Challenge 2015 versenyén a részt vevő több mint 500 csapat között ötödik helyet értek el. Jelenlegi és korábbi sikereik alapján felkérték az MTA SZTAKI-t a 2016. évi verseny szakmai szervezésére, amely a Xing szakmai közösségi hálózat álláshirdetésekkel kapcsolatos előrejelzéseit célozza meg.
- *Ember-gép interfész*: Gesztusfelismerésre képes kesztyűt fejlesztettek, mely szenzorhálózat segítségével a kéz ujjainak térbeli helyzetét és az egyedi ujjmozgások dinamikájának (kézgesztusok) felismerését valósítja meg. A kesztyű segítségével megvalósul ipari környezetben az ember-robot párbeszéd, lehetővé válik az egy térben történő munkavégzés és valós ember-robot kooperáció; a prototípust nemzetközi szinten mutatták be.

#### **b) Tudomány és a társadalom**

*MTMT (Magyar Tudományos Művek Tára)*: készítik az országos tudományos publikáció nyilvántartási rendszer új digitális archívumi szoftverrendszerét. Az MTMT rendszer országos

hatáskörű állami regiszter, mely speciális biztonsági és használati követelményeket támaszt.

Az intézet kommunikációs tevékenységét korszerű csatornák, transzparencia, társadalmi felelősségvállalás, illetve a kutatói és marketing szemlélet dinamikus összeegyeztetése jellemzi. 2015-ben körülbelül 50 kiadott sajtóközleménnyel és csaknem 200 média-megjelenéssel a korábbi éveket is sikerült felülmúlni külső kommunikációban: az MTA SZTAKI az online média mellett tovább erősítette televíziós és rádiós kapcsolatait. A partnerek hírfolyamai mellett számos eredményük jelent meg a legnagyobb szakmai portálokon, szakújságok hasábjain, de szakértőik több ízben nyilatkoztak a fontosabb médiákban is. Az intézet naponta frissülő tartalommal volt jelen a közösségi médiában (Facebook, LinkedIn), de a videómegosztókon is (YouTube, Videotorium) magas a látogatottsága.

Legfontosabb innovációikat a Magyar Tudomány Ünnepe, számos tudománynépszerűsítő rendezvényen, valamint a Kutatók Éjszakáján is bemutatták, ahol 5 részlegük, 6 helyszínen, 25 fős stábbal, 7 programmal 250 fős vendégseregnek tette láthatóvá a kulturális örökségvédelemmel, a vezető nélküli légi járművekkel, az okos gyárral, a 3D-technológiával, a digitális holografikus mikroszkóppal és a lézerszkennelrel kapcsolatos leglátványosabb érdekességeiket.

Kidolgozásra került az intézetet újrapozicionáló kommunikációs kampánytervezet is, melynek legfőbb célja a hatékonyságnövelés és az egységesség, így egyaránt kitér a szervezetfejlesztési és kommunikációs aspektusokra is. Megújították logójukat és teljes offline, online arculati elemeiket, elkezdték fejleszteni az új weblapukat és kidolgozták a használatukat szabályozó kézikönyvet.

Néhány jellemző, szélesebb közönségnek szánt 2015-ös eredmény és esemény:

- GUIDE@HAND nevű újgenerációs mobil alkalmazáscsalád széleskörű terjesztése. Az elmúlt időszak fejlesztéseinek eredményeként az intézet immáron több mint félszáz, az alkalmazásboltokból túlnyomórészt ingyen letölthető mobilalkalmazással rendelkezik, többek között a kulturális örökség védelme, a turizmus, a kulturális és tudományos rendezvények területén. Példaként a Magyar Hidrológiai Társaságot, az Esztergomi Vármúzeumot, a busójárást vagy a bolgár ikonográfiai gyűjteményt bemutató alkalmazások említhetők meg.
- A MOL Bubi adatelemző verseny az Európai Mobilitási Hét keretében, a BKK és az MTA SZTAKI Big Data – Lendület kutatócsoportja szervezésében jött létre. A verseny során matematikus, fizikus, informatikus, közgazdász hallgatókat vagy volt hallgatókat, érdeklődőket vontak be az adatok elemzésébe. A hatalmas érdeklődés mellett zajló versenyre több mint 60 csapat regisztrált és a három feladatra együttesen közel 30 csapattól érkezett megoldás.
- Kiállítóként és előadóként vettek részt a tokiói *Science Agora* rendezvényen, ahol a robotos lézerhegesztéshez kapcsolódó eredményeket mutatták be. A *Science Agora* évente megrendezett tudományos-ismeretterjesztő kiállítás, kb. 10.000 látogatóval.
- A Fény Éve jegyében Tokióban rendezett *Akari Park* kiállításon (kb. 100.000 látogató) került bemutatásra (a GE Hungary által képviselve) a közreműködésükkel fejlesztett *E+grid* intelligens energia-pozitív közvilágítási rendszer.
- A hatodik IEEE Nemzetközi CogInfoCom konferencia külön kiadványát az intézet szerkesztette a *J. Multimodal User Interfaces* folyóiratban *Special Issue: multimodal biases in CogInfoCom networks* címmel.

### III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2015-ben

## Nemzetközi és kiemelkedő országos rendezvények szervezése

Az Intézet munkatársai aktívan közreműködnek témakörük legjelentősebb nemzetközi tudományos szervezeteinek (IEEE, CIRP, IFAC, IMEKO, IAPR) vezetésében, munkabizottságaiban és ezek egyes konferenciáinak, ill. műhelytalálkozóinak előkészítésében.

Az Intézet ad otthont a World Wide Web Consortium (W3C) Magyar Irodájának. Az Iroda részt vesz a munkacsoportok tevékenységében, közvetlenül hozzájárul a web fejlesztéséhez és segíti a vonatkozó szabványok magyar elterjesztését.

A Német-Magyar Ipari és Kereskedelmi Kamarával (DUIHK) és több Fraunhofer társintézettel együttműködve nemzetközi műhelytalálkozót szerveztek a hazai ipar képviselői számára az Ipar 4.0 (*Industrie 4.0*) kihívásairól és lehetőségeiről.

## Nemzetközi kapcsolatok

Folytatva sikeres szereplésüket az EU kutatási programjaiban – a VII. Keretprogramban 44 támogatást nyert projektben voltak résztvevők, 8 esetben konzorciumvezetői szerepet is elláttak – a Horizon 2020 program keretében eddig 9 elnyert projektről tudnak beszámolni, melyek közül kettőben konzorciumvezetők.

Az intézet jelentős gyakorlattal és projekttapasztalattal rendelkezik a kereskedelmi célú repülés és a gépjárműipart érintő kutatások és technológia fejlesztések területén. Az avionikai kutatások tekintetében a Minnesotai Egyetem repüléstechnikai tanszékével, az USA Haditengerészetének Kutatási Hivatalával (ONR), a Bordeaux-i Egyetem rendszerelméleti laboratóriumával, valamint a német (DLR) és európai űrügynökséggel (ESA) ápoltt kapcsolatok említendők.

Folytatódott a Hitachi Ltd., *Manufacturing Technology Research Center*-rel a többéves együttműködés, ami ebben az évben is közös publikációhoz, két nemzetközi szabadalom benyújtásához és egy Hitachi-Fraunhofer-SZTAKI közös kutatási projekt indításához vezetett.

## Vállalati kutatás-fejlesztési kapcsolatok

A 2015. június 25-én Budapesten szignált dokumentum alapján az MTA a felfedező kutatások eredményeivel járul hozzá a Győrben folyó, kiemelkedő színvonalú járműipari kutatásokhoz, jelenlétével egyidejűleg támogatva a régió műszaki és természettudományos kutatásait. Az együttműködés bázisaként az MTA új kutatóközpontot alapított Győrben. A *Járműtechnológiai Kutatások Kiválósági Központja (J3K)* a győri Széchenyi István Egyetemen jön létre, az MTA SZTAKI és a győri egyetem közreműködésével. Az új kutatóközpont működését az MTA, az Audi Hungaria, az egyetem és Győr városa együtt biztosítja. A győri és Győr környéki vállalatokkal folytatott együttműködés további elmélyítése céljából az Intézet 2015-ben győri telephelyet hozott létre.

Energetikai területen a meglévő blokkok hosszú távú biztonságos üzemeltetésének irányítástechnikai feladataiban az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-vel, míg a későbbi kapacitás-fenntartási feladatok irányítástechnikai vonatkozásaiban a MVM Paks II. Atomerőmű Fejlesztő Zrt.-vel és az MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zrt.-vel működött együtt.

A termelésinformatika és logisztika témakörrel kapcsolatos alkalmazott K+F és ipari bevezetés jó része az Intézetben 2010-óta működő Fraunhofer-SZTAKI Termelésmenedzsment és -informatika Projektközpont keretében folyt. 2015-ben a következő jelentős nagyvállalatokkal tartottak fenn K+F kapcsolatot: Audi Motor Hungaria (termelésrevező rendszer fejlesztése, belső logisztika szimulációja), GE Hungary (intelligens közvilágítási rendszer, *smart city*), Jaguar LandRover és Comau (robotos lézeres

távhegesztés), Opel (vizuális felismerés), Volvo (ember-robot szimbiózis a szerelésben), Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft (gyártórendszer konfiguráció), Aventics Hungary, Festo, Denso (digitális gyártás).

Az Intézet és a Fraunhofer Társaság – együttműködve a BME Gépészmérnöki, illetve Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Karaival – egy 2015-ben indult Teaming EU projekt keretében folytatott a hosszú távú európai kooperáció intézményes alapjának megerősítése érdekében elsősorban tudományszervezési tevékenységet. A munka arra irányul, hogy a Fraunhofer-SZTAKI Projektközpont alapján az intézetben a kiber-fizikai rendszerek nemzetközileg elismert kiválósági központja jöjjön létre. Együttműködés keretében biztosítják a SIEMENS PLM szoftver Tecnomatix termékvonalaának egyik hazai kompetenciaközpontját.

#### Hazai kapcsolatok, részvétel a felsőoktatásban

Az egyetemi graduális és posztgraduális oktatást az intézet továbbra is a kutatási tevékenység fontos velejárójaként és a jövőépítés elengedhetetlen feltételeként kezeli. Rendszeres oktatási tevékenységet folytatnak a következő hazai felsőoktatási intézményekben: BME, ELTE, Corvinus, Pannon Egyetem, PTE, ME, PPKE, CEU. Átlagosan mintegy 20 PhD hallgató végzi kutatómunkáját az intézetben, vezető kutatók témavezetése mellett. A hazai doktori iskolákban munkatársaik 25 esetben szerepelnek külső, és 5 ízben belső alapító tagként.

#### **IV. A 2015-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása**

**FLEXOP** Flutter Free FLight Envelope eXpansion for ecOnomical Performance improvement

*(Vanek Bálint, EU H2020, 894750 €, 2015-2018)*

Az intézet által koordinált konzorcium tagja az Airbus-on kívül a Német Űrkutatási Központ, egyetemek (Bristol, München, Delft, Aachen), valamint a repülőipar fontosabb beszállító cégei (FACC, INASCO). A projekt során elemzik a repülőgépszárnyak rugalmas viselkedését és kidolgozásra kerül az azt kezelni képes fedélzeti szabályozó rendszer.

**EPIC** Center of Excellence in Production Informatics and Control

*(Monostori László, EU H2020, 138750 €, 2015-2016)*

A projekt célja az „Ipar 4.0 kutatási és innovációs kiválósági központ” középtávú üzleti tervének kidolgozása. A SZTAKI az NKFIH koordinációja mellett, több Fraunhofer Intézettel és a BME két karával közösen dolgozza ki a kiválósági központ terveit.

**Streamline** Improving Competitiveness of European Enterprises through Streamlined Analysis of Data at Rest and Data in Motion

*(Benzúr András, EU H2020, 250063 €, 2016-2019)*

A projekt célja az európai Big Data technológia megteremtése és az európai Data Science megerősítése. A SZTAKI kiemelt feladata az adatfolyamok, azaz a nagy sebességgel érkező és azonnali feldolgozást igénylő adatok feletti gépi tanulás megoldása.

**EXCELL** Actions for Excellence in Smart Cyber-Physical Systems applications through exploitation of Big Data in the context of Production Control and Logistics

*(Ilie Zudor Angyalka, EU H2020, 317875 €, 2016-2019)*

A kiber-fizikai rendszerek, valamint termelési és logisztikai hálózatok területét kiszolgáló "big data" alkalmazások területén irányozza elő négy európai ország kutatói együttműködését.

**COURAGE** Understanding the Cultural Heritage of Dissent in the Former Socialist Countries

*(Kovács László, EU H2020, 198100 €, 2016-2019)*

A projektben a volt szocialista országok ellenállási mozgalmainak nemzetközi archívumát

teremtik meg. Az intézet a projekt alapját nyújtó információs infrastruktúrát fejleszti ki.

SEPPAC Részlegesen automatizált járműplatform biztonsági és gazdaságossági funkciókkal  
(*Gáspár Péter, VKSZ, 310260 eFt, 2015-2017*)

Az MTA SZTAKI, Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft. és a MABI-BUS Kft. alkotta konzorcium olyan automatizált haszongépjármű-specifikus járműirányítási koncepciókat tervez kidolgozni.

SCOPIA Endoszkópos diagnosztikán alapuló, szoftverrel támogatott klinikai eszközök fejlesztése  
(*Zarándy Ákos / Szirányi Tamás, VKSZ, 73382 eFt, 2015-2018*)

A projekt célja új diagnosztikai eszközök és módszerek kidolgozása a gyógyászatban. A SZTAKI a hiperspektrális endoszkóp kidolgozása során a megvilágító és a képalkotó eszközöket tervezi meg, valamint kiértékeli a hiperspektrális képeket.

OTKA Nemlineáris dinamikus rendszerek fizika-inspirálta irányítása és diagnosztizálása  
(*Hangos Katalin, OTKA, 32232 eFt, 2015-2019*)

A kutatás fő célja olyan hatékony kiber-fizikai módszerek kifejlesztése, melyek alkalmasak nemlineáris rendszerek dinamikus analízisére, szabályozóinak tervezésére és diagnosztikájára.

VISION Validation of Integrated safety-enhanced intelligent flight control  
(*Vanek Bálint, EU H2020 (EU-Japan), 250063 €, 2016-2018*)

A projekt a légi közlekedés biztonságának javítását célozza, okosabb technológiákat használva a légi jármű Navigációs és Irányítási rendszerének támogatására beépített látásalapú rendszerekkel, fejlett előrejelzési és újrakonfigurálható irányítási módszerekkel.

## V. A 2015-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

### Könyvek

1. Baranyi P, Csapó Á, Sallai Gy:  
Cognitive Infocommunications (CogInfoCom).  
Springer, 219 (2015) <http://real.mtak.hu/33478/>
2. Cygan M, Fomin F V, Kowalik L, Lokshtanov D, Marx D, Pilipczuk M, Pilipczuk M, Saurabh S:  
Parameterized Algorithms.  
Springer, 613 (2015)
3. Keviczky L, Bányász Cs:  
Two-degree-of-freedom control systems: The Youla parameterization approach.  
Elsevier Academic Press, 514 (2015)
4. Tapolcai J, Pin-Han Ho, Babarczi P, Rónyai L:  
Neighborhood Failure Localization in All-Optical Networks via Monitoring Trails.  
IEEE-ACM TRANSACTIONS ON NETWORKING, 23 (6): 1719-1728. (2015)  
<http://eprints.sztaki.hu/8561/>

### Folyóirat-publikációk

5. Becsi T, Aradi S, Gáspár P:  
Educational Frameworks for Vehicle Mechatronics.  
IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, 16 (6): 3534-3542. 9 (2015)  
<http://eprints.sztaki.hu/8502/>
6. Bozóki S, Lee T-L, Rónyai L:  
Seven mutually touching infinite cylinders.

- COMPUTATIONAL GEOMETRY-THEORY AND APPLICATIONS, 48 (2): 87-93. (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8156/>
7. Börcs A, Benedek Cs:  
Extraction of Vehicle Groups in Airborne Lidar Point Clouds with Two-Level Point Processes.  
IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, 53 (3): 1475-1489. (2015)  
<http://eprints.sztaki.hu/7835/>
  8. Csáji B Cs, Campi M, Weyer E:  
Sign-perturbed sums: A new system identification approach for constructing exact non-asymptotic confidence regions in linear regression models.  
IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING, 63 (1): 169-181. (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8416/>
  9. Csikós A, Varga I, Hangos K M:  
Modeling of the dispersion of motorway traffic emission for control purposes.  
TRANSPORTATION RESEARCH PART C-EMERGING TECHNOLOGIES, 58 (Part C): 598-616. (2015)  
<http://real.mtak.hu/33476/>
  10. Erdős G, Nakano T, Horváth G, Nonaka Y, Váncza J:  
Recognition of complex engineering objects from large-scale point clouds.  
CIRP ANNALS-MANUFACTURING TECHNOLOGY, 64 (1): 165-168. (2015) <http://real.mtak.hu/30243/>
  11. Farkas K, Fehér G, Benczúr A, Sidló Cs:  
Crowdsensing Based Public Transport Information Service in Smart Cities.  
IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, 53 (8): 158-165. 8 (2015) <http://real.mtak.hu/26081/>
  12. Galambos P, Csapó Á, Zentay P, Fülöp IM, Haidegger T, Baranyi P, Rudas IJ:  
Design, programming and orchestration of heterogeneous manufacturing systems through VR-powered remote collaboration.  
ROBOTICS AND COMPUTER-INTEGRATED MANUFACTURING, 33: 68-77. (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8164/>
  13. Györgyi P, Kis T:  
Approximability of scheduling problems with resource consuming jobs.  
ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH, 235: 319-336. (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8421/>
  14. Ilie-Zudor E, Ekárt A, Kemény Zs, Buckingham C D, Welch P G, Monostori L:  
Advanced predictive-analysis-based decision support for collaborative logistics networks.  
SUPPLY CHAIN MANAGEMENT-AN INTERNATIONAL JOURNAL, 20 (4): 369-388. (2015)  
<http://eprints.sztaki.hu/8401/>
  15. Kovács J, Marosi AC, Visegrádi Á, Farkas Z, Kacsuk P, Lovas R:  
Boosting gLite with cloud augmented volunteer computing.  
FUTURE GENERATION COMPUTER SYSTEMS-THE INTERNATIONAL JOURNAL OF GRID COMPUT, 43-44: 12-23. (2015)  
<http://eprints.sztaki.hu/8107/>
  16. Lipták G, Szederkényi G, Hangos KM:  
Computing zero deficiency realizations of kinetic systems.  
SYSTEMS & CONTROL LETTERS, 81: 24-30. (2015) <http://real.mtak.hu/33477/>
  17. Manno-Kovacs A, Sziranyi T:  
Orientation-selective building detection in aerial images.  
ISPRS JOURNAL OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, 108: 94-112. (2015)  
<http://eprints.sztaki.hu/8580/>
  18. Marx D, Végh LA:  
Fixed-parameter algorithms for minimum-cost edge-connectivity augmentation.  
ACM TRANSACTIONS ON ALGORITHMS, 11 (4): Paper a27. 24 (2015) <http://real.mtak.hu/31198/>
  19. Monostori L, Valckenaers P, Dolgui A, Panetto H, Brdys M, Csáji B Cs:  
Cooperative control in production and logistics.  
ANNUAL REVIEWS IN CONTROL, 39: 12-29. (2015) <http://real.mtak.hu/24088/>
  20. Németh B, Varga B, Gáspár P:



Hierarchical design of an electro-hydraulic actuator based on robust LPV methods.

INTERNATIONAL JOURNAL OF CONTROL, 88 (8): 1429-1440. (2015) <http://real.mtak.hu/27956/>

21. Orzó L:

High speed phase retrieval of in-line holograms by the assistance of corresponding off-axis holograms.

OPTICS EXPRESS, 23 (13): 16638-16649. (2015) <http://real.mtak.hu/24840/>

22. Péni T, Vanek B, Szabó Z, Bokor J:

Supervisory fault tolerant control of the GTM UAV using LPV methods.

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE, 25 (1): 117-131. (2015)

<http://real.mtak.hu/24116/>

23. Tapolcai J, Pin-Han Ho, Babarczi P, Rónyai L:

Neighborhood Failure Localization in All-Optical Networks via Monitoring Trails.

IEEE-ACM TRANSACTIONS ON NETWORKING, 23 (6): 1719-1728. (2015) <http://eprints.sztaki.hu/8561/>