

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

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

tel: 279-6159, e-mail: [monostori.laszlo@sztaki.mta.hu](mailto:monostori.laszlo@sztaki.mta.hu)

<http://www.sztaki.hu/>

**Beszámoló az MTA SZTAKI**  
**2017. évi tudományos tevékenységéről**

Budapest, 2018. február 15.

## TARTALOM

- I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben
- II. A 2017-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 K+F kapcsolatai 2017-ben
- IV. A 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása
- V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

## **I. A kutatóhely fő feladatai 2017-ben**

Az intézet 2016-ban megfogalmazott küldetése szerint „erős – és jellemzően célzott – alapkutatási tevékenységre támaszkodva, széleskörű hazai és nemzetközi együttműködések keretében hoz létre új eredményeket, és támogatja azok alkalmazását a gazdaság és a társadalom fenntartható fejlődésének érdekében, ugyanakkor működési területén segít megőrizni és lehetőség szerint magasabb szintre emelni a hazai tudományos-műszaki kultúrát”.

Jelenlegi tevékenységük fő iránya a *kiber-fizikai rendszerek (Cyber-Physical Systems, CPS)* kutatása, mely összefogja és a nemzetközi kutatás egyik kiemelt áramlatába emeli munkájukat. E szellemben alakítják ki és üzemeltetik laboratóriumaikat (i4D intelligens tér, irányítástechnikai, SmartFactory, felhő-számítás, kooperatív kiber-fizika kutatási laboratóriumok), az elméleti kutatás és a mérnöki megközelítés új kölcsönhatásait létrehozva.

A kiber-fizikai rendszerek olyan számítási struktúrák, melyek intenzív kapcsolatban állnak a környező fizikai világgal, annak folyamataival, egyúttal támogatják és hasznosítják az internet adatelérési és adatfeldolgozási szolgáltatásait. A kiber-fizikai megközelítések „okos” városokhoz, gyártási, közlekedési, logisztikai, energetikai rendszerekhez vezethetnek és hozzájárulhatnak egy újabb életminőség megteremtéséhez. A kiber-fizikai gyártórendszerek (*Cyber-Physical Production Systems, CPPS*) egyre inkább elfogadott nézet szerint megalapozhatják a 4. Ipari Forradalmat, melyet gyakran Industry 4.0-ként is említene.

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, interoperabilitás, 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 iránti várakozást generálnak, folyamatossá téve így a kutatás iránti igényt.

## **II. A 2017-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 kapcsolódnak a nemzetközi tendenciákhoz, hazánk S3 szakosodási tervezetéhez, a Széchenyi 2020 célkitűzéseire és az Irinyi Tervhez. Így külön alfejezet taglalja a járműipar és közlekedés; a termelésinformatika és logisztika; az energia, fenntartható fejlődés, precíziós mezőgazdaság; a biztonság, felügyelet, orvosi alkalmazások; valamint a hálózatok, az elosztott számítások és a jövő internete témakörökben elért alkalmazásorientált eredményeiket.

### ALAPKUTATÁSI FŐIRÁNYOK

#### Számítástudomány

Számítástudományi kutatásaik során több, egymással összefüggő terület szinergiáit aknázzák ki: algoritmusok elmélete, kiemelten a párhuzamosítás, az új hardverarchitektúrák kihasználása céljából; adatbányászat és információvisszakeresés; gépi tanulás, adatbázisok elmélete, illetve nagyméretű gráfok. Adattudománnyal kapcsolatos alap- és alkalmazott kutatásuk jellemzője a matematikusi és mérnöki munka együttélése: a kutatás alapvetően kísérleti jellegű, ugyanakkor az adatok óriási mérete miatt az eljárások mély

algoritmuselméleti és valószínűségszámítási ismereteken, matematikailag bizonyítható alapokon kell, hogy álljanak. 2017-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. Megmutatták például, hogy síkbeli egységsugarú körök (és sok más hasonló objektum) színezésére nincs további gyorsítási lehetőség: a lehetséges legjobb algoritmus is exponenciális a körök számában.
- Gráfokban *részgráfok* és egyéb minták leszámmlálása egy klasszikus, sokat vizsgált algoritmikus probléma, amelynek elméleti érdekességét az adja, hogy számos esetben egy adott minta megtalálása könnyű feladat, de az összes előfordulás számának meghatározása algoritmikusan nehéz. Jelentős áttörést értek el a paraméteres mintaleszámmlálási problémák bonyolultsága terén: egy általános eredményük kimondja, hogy az összes ilyen probléma átfogalmazható homomorfizmusok leszámmlálására, melyek algoritmikus bonyolultsága sokkal jobban ismert.
- Alon híres *kombinatorikus nullahelytételével* kapcsolatban megmutatták, hogy a kételemű test feletti speciális eset konstruktív változata teljes feladat a Papadimitriou által bevezetett nevezetes PPA problémaosztályban. Itt az Alon-feltételnek eleget tevő polinom speciális Boole-formulával adott.
- Eredményeket értek el egy fontos algebrai gráfkonstrukció, a *projektív normagráf* vizsgálatában. Egyebek között sikerült meghatározniuk a gráfok automorfizmuscsoportját és kimutatniuk a gráfok álvéletlen jellegét egy érdekes gráfparaméter (a benne található 3-lebontható részgráfok száma) szempontjából.
- Online kapcsolatok vizsgálatokor felismerték, hogy az információ birtokosai (pl. egy adott előadót meghallgatott vagy egy adott üzenetet továbbított felhasználók) a hálózatban a véletlenhez képest sűrűbb részgráfban helyezkednek el. Megfigyelésük alapján módosították a Leskovec et al. modellt úgy, hogy az valójában nem a közösségek sűrűsödésére, hanem éppen egy sűrű magból való információterjedésre vonatkozzanak. A jelenséghez megfelelő információ-terjedési modellt adtak.
- Az *ajánló rendszerek* célja a felhasználók preferenciáinak, ízlésének megtanulása és a legrelevánsabb termékek személyre szabott kiválasztása. Az online ajánló módszerek a szokásos, logrotálás utáni batch modellezéshez viszonyítva képesek azonnal módosítani modelljüket minden egyes tranzakció után. Új online algoritmusokat hoztak létre, amelyek a batch elemzés eredményeit ki tudják használni a minőség javítására.
- Felső korlátot mutattak ki síkgörbék között előforduló érintési pontok számáról, amennyiben bármely két síkgörbe pontosan egyszer találkozik egymással, akár érintési pontban, akár metszéspontban.
- A *páros összehasonlítások* terén megmutatták, hogy a legfeljebb két elemtől eltekintve konzisztens páros összehasonlítás mátrixok esetén a sajátvektor módszer Pareto-optimális súlyvektort adja. Kimutatták, hogy a nem teljesen kitöltött páros összehasonlítás mátrixra felírt logaritmusos legkisebb négyzetes feladat ekvivalens a kettő hosszú utak átlagolásával kapott módszerrel. Végül bizonyították egy páros összehasonlítás mátrixokra használt inkonzisztenciaindex axiomatikus karakterizációját.
- Konszenzus agygráf számoló algoritmust adtak (a "Budapest Reference Connectome" webszerver alapja), amely több száz egészséges fiatal egyénhez tartozó MRI felvételekből generált agygráfhoz számolja ki a konszenzus (vagy referencia) agygráfokat, soha nem látott részletességben feltárva az egészséges emberi agy fizikai összeköttetéseit.

Számítástudományi kutatásaikat jórészt *ERC Starting Grant* és *MTA Lendület* támogatással 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. Kimutatták, hogy az unimoduláris mátrixok által meghatározott Möbius-transzformációk megőrzik a zárt hurok belső stabilitását és egy explicit képletet is adtak a transzformált hurok elemeire. Az eredmény olyan általános kontextusban került megfogalmazásra, amely magában foglalja az LTV illetve az LPV rendszereket is.
- *A robusztus irányítástervezési eljárások* közös geometriai hátterére világítottak rá. 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, és feltárták a stabilizáló halmazon, illetve az adott performanciaszinthez tartozó összes stabilizáló szabályozót leíró halmazon értelmezhető, az adott tulajdonságot invariánsan hagyó művelet, illetve annak csoportjainak rendszerelméleti tulajdonságait.
- *A visszacsatoláson alapuló stabilizáló szabályozások* Youla-paraméterezése a korszerű irányításelmélet egyik alapvető eredménye. A korábbi munkáikban leírt geometriai technikákra alapozva egy alternatív, geometria alapú paraméterezést mutattak be csoportelméleti megközelítésben, ami a Youla-parametrizálással ellentétben koordinátáktól független, azaz generálásához csak a rendszer és egyetlen stabilizáló szabályozó ismerete szükséges.
- *A hibadetektálás és a nulltér alapú strukturális rekonfiguráció* terén bemutatták, hogy az átkapcsolást végző, rekonfigurációs irányítástervezési eljárások hogyan alkalmazhatók a rendszerek minőségi követelményeinek garantált kielégítésére. A bevezetett geometriai technikákkal módszert fejlesztettek ki stabilitásőrző szenzor-rekombinációs algoritmusok tervezésére.
- *A flexibilis repülőgépszárnyak* és az ilyen jellegű mérnöki objektumokat leíró igen nagydimenziós matematikai modellek szisztematikus redukciós eljárásai terén további jelentős kutatási erőfeszítéseket tettek. Az erősen nagydimenziós LPV és qLPV rendszerek modális dekompozíció alapuló és az állapotok konzisztenciáját megőrző modellredukciós eljárásaiban sikerült új eredményeket elérniük a pólusok hiperbolikus metrikában való osztályozása és követése segítségével.
- *A jelfeldolgozás és rendszeridentifikáció* területén új eredményeket értek el a modellredukció területén. A Kolmogorov  $n$ -width elméletének eredményeire alapozva hasznos paramétereket (hibakorlátokat) adtak mind a  $H_2$ , mind pedig a  $H$ -végtelen esetekben a bizonytalan pólusok hiperbolikus távolságának függvényében. Ennek révén egy olyan modellredukciós stratégiát javasoltak, amely csak ezt az *a priori* pólus információt használja.

A rendszer- és irányításelméleti eredmények elsődleges felhasználói az energia-, jármű- és közlekedéssipar. 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.

### Mérnöki és üzleti intelligencia

E téren súlypontilag az ún. *kiber-fizikai gyártó- és logisztikai rendszerek* tervezésének, működtetésének, és működésük változó viszonyokhoz való adaptálásának problémáival foglalkoznak. A munka jellemzően több tudományterület – a számítástudomány, az operációkutatás, a mesterséges intelligencia és a gyártástudomány – együttes művelését igényeli. A 2017-ben elért eredményeik közül a következők emelendők ki:

- Az erőforráskorlátos legrövidebb út problémára többcélú approximációs sémát adtak, feltételezve, hogy a korlátok száma konstans. Megmutatták, hogy amennyiben a feltétel nem teljesül, ilyen séma nem létezik. Ezt az eredményt kiterjesztették a hátzísák feladat, valamint az erőforráskorlátos matroid bázis problémákra is.
- Approximációs sémákat adtak párhuzamos gépes, nem megújuló erőforrásos ütemezési problémákra különféle célfüggvények mellett, valamint azt is vizsgálták, hogy mikor nem létezik ilyen séma.
- A több depós, integrált jármű-, és vezető ütemezési problémára egy új elválasztás-és-árazás típusú egzakt eljárást fejlesztettek, aminek hatékonyságát ismert feladathalmazokon demonstrálták.
- Új, korlátozás-és-vágás alapú egzakt módszert dolgoztak ki az egygépes ütemezési probléma egzakt megoldására nem megújuló erőforráskorlátok mellett, a feladatok maximális késésének minimalizálására.
- Formális bizonyítást adtak az energiahálózatokban végzett tarifaoptimalizálás NP-teljes ségére. A bizonyítás számos, a szakirodalomban tanulmányozott, korábban ismeretlen számítási komplexitású modellre alkalmazható.
- A nagyméretű lineáris másodfokú kúp programozási feladatok hatékony megoldására szolgáló optimalizálási motorjukra alapozva kifejlesztettek egy új optimalizálási motort, amely nagyméretű robusztus lineáris optimalizálási feladatok megoldására szolgál.
- Kidolgoztak egy eloszlásfüggetlen becslési módszert sztochasztikus lineáris (dinamikus) rendszerek alulmodellezettségének felismerésére, amely – a korábban bevezetett SPS (*Sign-Perturbed Sums*) algoritmusra építve – egzakt, nem-aszimptotikus garanciákkal rendelkező konfidenciahalmazokat szolgáltat megfelelően modellezett rendszer esetén, ugyanakkor hosszútávon egy-valószínűséggel detektálja, ha a rendszer alulmodellezett.
- Bebizonyították, hogy az SPS algoritmus gyenge statisztikai feltételek mellett erősen konzisztens, azaz a mintaszám növekedésével szűkül az igazi paraméter körül; valamint az SPS által épített konfidenciatartományok egyvalószínűséggel tartanak a klasszikus – a becslési hiba aszimptotikus normál eloszlásán alapuló – konfidencia ellipszoidokhoz.
- Egy új korrelációs módszert javasoltak – SPCR (*Sign-Perturbed Correlation Regions*) elnevezéssel – két korábbi végesmintás becslési módszer kombinációjaként. Az SPCR ötvözi az LSCR (*Leave-out Sign-dominant Correlation Regions*) becslési algoritmus flexibilitását és számítási előnyeit a korábban említett SPS algoritmus egzaktosságával.
- Szerelés-tervezési feladatok makro- és mikro szintű problémáinak iteratív és hierarchikus rendszerben történő integrált megoldását dolgozták ki ún. Benders-dekompozíció alkalmazásával. Generikus geometriai következtetési módszereket fejlesztettek ki, melyek közelítő, poligonhálós termékmodelleken is képesek a szerelési feladatok paramétereinek meghatározására és az ütközésvizsgálat elvégzésére.

A célzott alapkutatások, melyek jórészt hazai támogatású projektek (OTKA, GINOP) keretében folytak, további alkalmazott, több esetben ipari partnerek által kezdeményezett kutatásokat és fejlesztéseket készítettek elő. Az alkalmazott, kísérletező kutatások támogatása

érdekében továbbfejlesztették a budapesti *Smart Factory* mintarendszerüket, és jelentős beruházással, az intézet győri telephelyén létrehoztak egy kísérleti *Ipar 4.0 minta gyártórendszert*, elsősorban ember-robot szerelési és autonóm logisztikai feladatok megoldására.

### Gépi érzékelés és interakció

- *Nagyfelbontású képek* többszintű hierarchikus analíziséhez kidolgoztak egy általános háromrétegű jelölt pontfolyamat (MPP) alapú keretrendszert, amely képes a képen előforduló objektumok, objektumrészek és objektumcsoportok együttes kinyerésére.
- *Projektív geometria elméleti és alkalmazási kutatásai*: Megmutatták, hogy a térbeli információk perspektív képeken történő előállításánál a teljes háromdimenziós rekonstrukciós folyamat elkészíthető affin transzformációk segítségével, ráadásul a pont-alapú módszerekkel ellentétben a felületi normál vektorok közvetlen úton kinyerhetőek. Az eredmények minősége lehetővé teszi többek közt azt, hogy a mérnöki visszafejtés algoritmusai a rekonstruált alakzatokat felismerjék.
- Eljárást hoztak létre 3 irányú normalizált szeletek automatikus kimentésére adatbázisokból. A szeleteket felhasználva automatikus szegmentáló algoritmust fejlesztettek ki tumor régiók lokalizálására agyi felvételeken.
- A digitálisan rögzített *hologramok rekonstrukciója* során eddig a rekonstruált objektumok képi leíróit alkalmazták a pontos rekonstrukciós mélység meghatározására. Kidolgoztak egy új módszert, amely több megvilágító lézernyaláb alkalmazásával nagyobb pontossággal méri a fókuszt, így a rekonstrukciós mélység precízebben meghatározható.
- Növények leveleinek többrétegű optikai modelljét dolgozták ki, amelynek segítségével a klorofiltartalom, illetve a színes levelekben a festékanyag-tartalom becsülhető. A módszer transzmisszív és reflektív méréseket igényel spektrométerrel vagy hiperspektrális kamerával.
- Pontfelhőalapú kalibrálási algoritmust dolgoztak ki általános grafikus processzor (ún. GPGPU) architektúrára. A módszert, amely pontfelhőket lokálisan összefüggő ponthalmazokra bontja, majd azokban kiemeli a lineáris komponensekre jellemző részhalmozokat, robotikai környezetben validálták.
- A gyártási folyamat során keletkező szenzoradatok idősorait elemezték a minőségi, karbantartási feladatok előrejelzése céljából. A gyártósori selejtarány előrejelzésével foglalkoztak, amelynek érdekességét az adja, hogy az egyes termékek gyártása során is nyomás és hőmérséklet idősorokat figyelhetünk meg, amelyek ezután a gyártás folyamatának idősorává (leadframe, műszak, tisztítási ciklusok) állnak össze, így valójában idősorok idősorával kell dolgozni, amelyre megadták az első módszereket is.

## 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 kapnak a kooperatív rendszerek elmélete, a járműirányító rendszerek tervezésének integrált módszerei, a korszerű hálózati kommunikációs eljárások, a járműfedélzeti szabályozó rendszerek hibátűrő kialakításai, valamint a vezetéstámogató rendszerek:

- *Kooperáló járműrendszerek*: A világméretű trendekhez igazodó módon a jármű- és közlekedésalkalmazási 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.

- *Autonóm közlekedési rendszerek:* A közúti járművek autonóm funkcióihoz és az intelligens közúti infrastruktúrához kapcsolódó kutatások és fejlesztések a gépjárművek sebességprofiljának energiaoptimalizáló tervezésére irányultak. Az optimalizáció során az útvonal, a környezet és a forgalom körülményeket veszik figyelembe, úgy, mint a kiválasztott útvonal magasságprofilját, az útvonalon ténylegesen megjelenő járműforgalmat, az útvonal egyes szakaszaira vonatkozó forgalmi és biztonsági előírásokat, az útszakaszokra érvényes sebességkorlátozásokat, továbbá a látótávolságot és a kerékabroncsok tapadását befolyásoló időjárás viszonyokat
- *Járműirányítás és dinamika:* A kutatások az irányíthatósági invariáns halmazok kiszámíthatóságára irányultak, amely halmazokon belül a jármű stabilizálása véges nagyságú beavatkozó jel mellett biztosítható. Fontos hangsúlyt kapott az oldalirányú dinamika és menetstabilitás vizsgálata a kormányrendszer és fék/hajtásrendszer koordinálásával.
- *Vezető nélküli légi járművekben (UAV) alkalmazható* kamera alapú légi érzékelő és elkerülő rendszer kutatása zajlott a "látni és elkerülni" funkciók megvalósítására. Az elkerülő repülőgép vizuális alapon detektálja a célgépet a fedélzeti többkamerás látó rendszere, a GPU-s képfeldolgozó egysége és a navigációs berendezése segítségével. Az előző években végrehajtott kísérleti repülések alapján a fenti célkitűzéseket teljesítő, a világon egyedülének számító, kisméretű, redundáns, nagy megbízhatóságú avionikai rendszer továbbfejlesztése zajlott az algoritmusok adatbányászati, Big-Data alapú finomhangolásával. Olyan mély neurális hálók kifejlesztése zajlott, mely az ütközésdetektálást egy nagyságrenddel megbízhatóbban végzi. A kifejlesztett technológia megoldást nyújthat az autonóm repülő eszközök biztonságos térbeli szeparációjára, és hozzájárulhat a GPS vezérelte kijelölt útvonalon haladás biztonságossá tételéhez. Az USA Haditengerészetének Kutatási Hivatala (ONR) által finanszírozott kutatás során korszerű útvonalbecslő és 4 dimenziós (3D pozíció, valamint összehangolt idő) trajektóriatervező módszerek kutatása zajlott, szimulációs és valós méréseken alapuló adatok feldolgozása és elemzése alapján.
- Vizuális információ felhasználására *repülőgépek irányítása* témakörben automatikus leszállást segítő rendszerek adatfeldolgozási, képpalkotási és szenzorfüziós módszereinek kutatása zajlott az adott időszakban a VISION H2020 projekt keretében. Olyan új, képfeldolgozási és szenzorfüziós módszereket dolgoztak ki, melyek által az adott geometriával rendelkező leszállóhely detektálása nemcsak megtörténik, de a gép és a pálya küszöbének távolsága tekintetében a becslés konfidenciáját is monitorozzák. A kutatáshoz kapcsolódóan a pilótanélküli légi járművek automatikus leszállító algoritmusait is adaptálták a különböző (ILS, GPS) szenzorok kiesését figyelembe vevő újrakonfigurálható irányításokhoz, valamint tesztelték ezeket az algoritmusokat a célra kialakított szimulációs környezetben.
- *A szárny flexibilitásból adódó rezonancia (flutter) jelenség* kutatását a FLEXOP H2020-as projekt kapcsán végezték a repülőgépek aerodinamikai, strukturális és repülésdinamikai vizsgálatainak 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. Az elméleti eredményeken felül a repülőgép hardveres megoldásainak fejlesztése is zajlott, amelynek keretében az intézet műszerezte fel a demonstrátor repülőgép szárnyait.



- Újszerű *drónhasznosítási módszerek* területén magas iontartalmú folyadékban (tengervíz) oldódni képes, 3D nyomtatásra alkalmas, DNS kódrendszerrel ellátott polimer és az erre alapozott üzletileg hasznosítható UAV-UUV drón hibrid prototípus fejlesztése folyt. Az általuk javasolt adaptív járművezérlési algoritmusok újrakonfigurálható jellege képes lesz a jármű légi üzemmódból vízi üzemmódba való átalakulásának követésére, valamint képes lesz támogatni az UAV-UUV dinamikus modelljén végbemenő átalakulást, és a szenzorok újrakonfigurációját is.

### 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, 2017-ben elért eredmények a következők:

- Ún. *crowdsourcing* elvre építve, elosztott gyártási struktúrákban működő, olyan erőforrásmegosztási módszert dolgoztak ki, amely lehetővé teszi a párhuzamosan működő gyártási kapacitások kijánlását és felhasználását. Az együttműködésben résztvevő erőforrásgazdák lokális adatok és tudás birtokában, diszkrét eseményvezérelt szimulációs elemzésekkel döntenek a rendelkezésre bocsájtható, illetve igényelt kapacitásokról. A munka eredményét a *Hitachi Manufacturing Technology Research Center*-rel, illetve a Fraunhofer Társaság stuttgarti intézetével közösen, valós gyártási hálózatban tesztelték. A tesztelés modelljeinek párhuzamos futtatását az MTA *cloud* számítási felhőjében működő, új fejlesztésű keretrendszer biztosította.
- Elemezték a *kiber-fizikai gyártórendszerek* egységes modellezését, interakcióját, illetve szabványosítását lehetővé tevő Ipar 4.0 orientált architektúrák (IIRA és RAMI 4.0) fő fogalmi alapjait, kimutatták azok funkcionális kompatibilitását és kidolgozták a megvalósítás kereteit egy számítási *cloud* környezetben.
- A *hálózatos termelés* folyamatainak nyitottsága és átláthatósága jelentős kiberbiztonsági veszélyekkel jár. Az Ipar 4.0 koncepció keretén belül kifejlesztésre és validálásra került a felhasználók, szenzorok, beavatkozó szervek, átjárók és felhőalapú szolgáltatások identitásának és viszonyainak olyan kezelése, mely támogatja a vállalatok bizalmi határain átívelő folyamatokat, míg védelmet nyújt a rendszerekhez, szolgáltatásokhoz és adatokhoz történő jogosulatlan hozzáférésekkel szemben.
- Nagyméretű, több forrásból származó termelési adatok feldolgozására képes módszert dolgoztak ki, mellyel hatékonyan becsülhető a gyártási rendelések átfutási ideje, kimutathatók az adott gyártórendszerre jellemző, az átfutási időt jelentősen befolyásoló tényezők és azok hatásai.
- Új, *gépi tanuláson* alapuló módszert fejlesztettek ki, amely lehetővé teszi a gyártott termékek funkcionális hibáinak felismerését már a gyártás korai szakaszában. A predikciós modell a gyártás során keletkező technológiai adatok alapján valósidejű becslést ad a termék minőségére vonatkozóan, ezáltal csökkentve a hibás termékek gyártásából eredő költségeket.
- Tömeggyártás esetén, a minőségirányítási kártyák számára módszert dolgoztak ki termelési trendek automatikus definiálására, azonosítására, felismerésére és előrejelzésére, amelynek alkalmazásával már a trend kialakulásakor, de még az előírt tolerancián belül be lehet avatkozni a gyártási folyamatba.
- Olyan új, matematikai optimalizáláson és szimuláción alapuló módszert dolgoztak ki, amely lehetővé teszi a robotizált, újrakonfigurálható szerelőcellák hosszú távú kapacitástervezését, a rövidtávon jelentkező üzemeltetési költségek becslése által.
- A Hitachi céggel közösen olyan módszert dolgoztak ki, amely a hosszú távú, stratégiai

termelés- és kapacitástervezést kombinálja a termék gyártásával és szerelésével kapcsolatos technológiai tervezéssel. Az kidolgozott optimalizálási modellek hosszútávon jelentős költségmegtakarítást eredményeznek.

- Termelési környezetben megvalósuló *ember-robot együttműködést* támogató, kétirányú, multimodális interakciót biztosító kommunikációs rendszert terveztek és implementáltak.
- Az AQ Anton cég számára *technológiai paraméteroptimalizálást* végeztek, amely szignifikáns termelékenységi előrelépést eredményezett, továbbá optimális útbejárási megoldást dolgoztak ki a megmunkálások költséghatékony elvégzése érdekében.

### Energia, fenntartható fejlődés, precíziós mezőgazdaság

- *Energiatermelő rendszerek irányítása és felügyelete* területén az egyik legrégebbi múltra visszatekintő ipari tevékenységük az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.-vel történő stratégiai együttműködésen alapul. Közreműködtek az irányítástechnikai rendszerek műszaki specifikációs és tervezési folyamatának megalapozásában, a releváns szabványok és előírások alapján. Segítették a modernizált irányítástechnikai rendszerek tesztelési koncepciójának kidolgozását és a mérőkörök pontossági követelményeinek megalapozását. Támogatták a modernizált turbinaszabályozás irányítástechnikai architektúrájának kialakítását. A Szabályozó és Biztonságvédelmi rendszer (SZBVR) és a Reaktor Teljesítményszabályozó rendszer (RTSZ) rekonstrukciója kapcsán a fejlesztőkörnyezetek független felülvizsgálatában vállaltak szerepet. Az intézet folytatta a szakértői együttműködést mind az Erőmű kapacitásfenntartási munkái, mind az új blokkok építésének előkészítésével kapcsolatos irányítástechnikai feladatok területén.
- *Kis kiterjedésű vizes élőhelyek feltérképezése és monitorozása; multimodális légi adatok (műholdról és drónról készült ortofotók) fúziója*: Olyan fúziós Markov Random Field (MRF) alapú modell került publikálásra, mely képes a különböző modalitásokat (2D műholdkép, 3D légi LIDAR pontfelhő) fuzionálni és klasszifikálni a távérzékelt területeket. A modell hatékonyan alkalmazható vizes élőhelyek becslésére és változásaik követésére. A módszer kiterjesztéseként eltérő műholdak (Sentinel-2A, SPOT 6/7), különböző felbontású adatai, illetve drónról készített nagyfelbontású képadatok is fuzionálhatóak a hatékonyabb térképezéshez.
- Befejezték egy, a régióban egyedülálló és kivételesen nagyszabású kutatási infrastruktúra kidolgozását a *precíziós mezőgazdaság* elterjedésének támogatására. A projekt 2017. év végi befejezésekor a Big Data és felhő alapú infrastruktúra közel 1000 kihelyezett komplex szenzoroszlop, több mint 50 gazdálkodó, összesen 110 mezőgazdasági területének mintegy 8000 hektárt felölelő megműveléséhez adott háttértámogatást a döntéstámogatás hatékony előkészítésével.
- Törpe légi járművek által hordozott *multispektrális kamerák* alkalmazásával vizsgálták haszonnövények fejlődését, és az ebben bekövetkezett változásokat. A rendszeres mérések eredményeit összevetették az Európai Űrügynökség (ESA) által üzemeltetett Sentinel-műhold felvételeivel. Ezáltal a kutatásuk kiterjedt a különböző eszközök és munkafolyamatok mezőgazdasági célú alkalmazására.
- Alkalmazásként először mutatták ki *óriás vírusok* valószínűsíthető jelenlétét forró és hideg sivatagi talajmintákban. Hazai mikrobiológusokkal együttműködve elemezték magyar alföldi szikes tavakból származó metagenomikai szekvenciákat. A legújabb eljárásaik és a számítási kapacitásuk kihasználásával betekintés nyílt a magyar szikes tavak baktériumközösségeinek taxonómiai és funkcionális összetételébe.

### Biztonság, felügyelet, orvosi alkalmazások

- A korábbi években kifejlesztett *3D biometrikus járásfelismerő* eljárásukat új kompakt lézer- és infraszenzorok méréseihez igazították a valós felhasználási igényeket szem

előtt tartva. Fejlesztésük eredménye 2017. szeptemberében két héten át valósidejű demonstrációként futott a Frankfurti Autószalonon (iaa.de).

- Dinamikus környezet átfogó elemzésére teradatokat gyűjtő korszerű szenzorok felhasználásával eljárásokat dolgoztak ki, melyek objektumok, például járművek és gyalogosok valós idejű észlelését és felismerését teszik lehetővé mozgó autóra szerelhető *Lidar lézershennerek* méréseire támaszkodva, részlegesen detektált alakzatok esetén is. Az észlelt alakzatokat térben lokalizálva képesek az eseményeket a részletes háromdimenziós várostérképeken elhelyezni és megjeleníteni, valamint az aktuális méréseket összevetve az eltárolt, részletgazdag városmodellekkel, a különböző környezeti változásokat jelezni és osztályozni.
- A *légiközlekedés biztonságának* további növelése céljából vizuális navigációs algoritmusokat dolgoztak ki, amelyek a leszállópálya szabványos mintázatának ismert pozíciójából meghatározzák a repülőgép saját pozícióját, valamint annak pontosságát.
- Vizuális alapon működő, nagy pontosságú, objektumdetektáló és -követő algoritmusokat fejlesztettek ki és implementáltak kisméretű manőverező tárgyak monitorozására kvázistatikus kamerák alkalmazásával. Az algoritmusok a követés alapján jóslott pozíciókat használják a felismerési pontosság növelésére. Korrelációalapú módszert alkalmazva sikerült a követés pontosságát jelentősen növelni.
- Folyamatosan fenntartják a hazai internet szolgáltatók számára a *kiberbiztonsági incidensek* kezelését biztosító HunCERT csoportot, amely 2017-es tevékenysége során több, mint 6500 incidensbejelentés kezelése mellett 10 rendkívüli biztonsági tájékoztatást adott ki, valamint országos kiterjedésű biztonsági érzékelő rendszert épített ki. A tevékenység során szorosan együttműködnek a Nemzeti Kibervédelmi Intézettel (GovCERT) és az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatósággal (LRLIBEK).
- Az intézet az NIIF programot fenntartó Kormányzati Informatikai Fejlesztési Ügynökség megbízásából 2017-től biztosítja a hazai kutatóintézeti és felsőoktatási körben több mint 100 intézményt kiszolgáló, több ezer szolgáltatást tömörítő EduID föderatív *azonosítási infrastruktúra* fenntartását.
- A *felhőalapú számítástechnikai platformok* felügyelete összetett gyakorlati feladat: meg kell érteni az elosztott adatfeldolgozó rendszerek működését, hibáinak elhárítását és a lehetséges teljesítményromlás okát. Javaslatot tettek az elosztott rendszerek egy optimalizálási és nyomkövetési keretrendszerére.
- Non-kontakt *testmonitorozó algoritmusokat* dolgoztak ki vizuális eszközökre a pulzus, a véroxigén szint és a légzés mérésére, melyek a látható, illetve az infravörös tartományban gyűjtött videók alapján származtatják a fiziológiai adatokat. A pulzust, illetve a véroxigén tartalmat photoplethysmográfias módszerekkel, míg a légzést mozgás alapon számolják. Az algoritmusokat mind koraszülött csecsemőkön, mind felnőtteken tesztelték.
- Új, teljesen automatikus, az orvosi protokollba illeszthető döntéstámogató szofverrendszert hoztak létre. A mély konvolúciós neurális hálózat alapú orvosdiagnosztikai szakértői szofverrendszer segítséget nyújt a vizsgáló endoszkópos orvosnak a vizsgálatot követően megítélni a talált vastagbél polyp szövettani természetét.

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

- A *hálózati kódolás* igen erőteljes lineáris algebrai alapokon nyugvó proaktív üzenetküldési módszer, amely bizonyos hálózati hibák jelenlétében is lehetővé teszi a pontos, megbízható kommunikációt. Az általuk kidolgozott új GDC (Generalised Diversity Coding) módszer gyengébb követelményeket támaszt a hálózattal szemben, mint a három teljesen diszjunkt s-t adatfolyam lehetőségének az előírása a

hagyományos DC séma szerint. Az új módszer gráfelméleti érveken alapul, csak a kommunikáció kezdő és végpontjában van szükség adatfolyamok XOR-kombinációjára. Hatékony algoritmust adtak a felmerülő hálózatfelbontási feladat megoldására.

- A H2020 COLA projekt keretében *konténer alapú infrastruktúrák* automatikus skálázását megvalósító keretrendszert valósítottak meg MiCADO néven, ami felhő erőforrások segítségével dinamikus, terhelésre, költségre és teljesítményre optimalizálható módon nyújt kapacitást a konténer infrastruktúra számára. A kidolgozott megoldás jelentős előrelépés a felhőfüggetlen, terhelés hatására automatikusan felskálázódó konténer infrastruktúra orkesztráció témakörben.
- Az általuk kifejlesztett Occopus orkesztrációs eszköz elosztott alkalmazások, illetve infrastruktúrák számára nyújt koordinált konfigurációs és telepítési szolgáltatást hibrid felhő erőforrásokon. Új kiegészítéssel, funkcióval bővítették a rendszert a különböző felhőket kezelő plugin-ekben, mint pl. CloudSigma, CloudBroker, melyeknek eredményeképpen az Occopus egyedülállóan képes kezelni az említett felhő erőforrásokat más elterjedt felhőkkel összehangolt, koordinált módon.
- Több új módszert dolgoztak ki és valósítottak meg, amelyek lényegesen egyszerűbbé, gyorsabbá, és megbízhatóbbá teszik új virtuális diszkképek létrehozását, a kívánt szoftverek kompozícióját. A diszkképek méretének optimalizálása, egy adott funkcionalitást tekintve, 60%-ot meghaladó méretcsökkenést eredményez, amely egyrészt gyorsítja a virtuális gépek indítását, másrészt a kisebb tárhelyigény miatt olcsóbbá teszi a felhőrendszerek használatát. A kidolgozott diszkkép dekompozíciós technika támogatja továbbá a diszkképek inkrementális, részekben történő tárolását és indításkori összeállítását, amellyel a tárhelyigény jelentős (akár 80%-ot meghaladó) csökkentése érhető el.
- Egy konténer (docker) alapú, elosztott, ún. „mikroszolgáltatás” platformot hoztak létre. A hagyományos számítási felhő szolgáltatásokkal összehasonlítva a kifejlesztett platform hatékonyabb, a rajta igényelt elektronikus infrastruktúra, illetve a futtatott alkalmazások könnyebben menedzselhetők és skálázhatók, jelentősen csökkentve a szükséges szakértelmet mind a felhasználó, mind az infrastruktúraüzemeltető oldaláról.
- A kidolgozott új, nyílt forráskódú virtuális és kiterjesztett valóság programozói könyvtár, az ApertusVR segítségével a szoftverfejlesztők könnyen és gyorsan ipari és kutatási igényekre szabhatják a virtuális és kiterjesztett valóság technológiákat.

## **b) Tudomány és a társadalom**

Az intézet kommunikációs tevékenységét korszerű csatornák, transzparencia, társadalmi felelősségvállalás, illetve a kutatói és marketing szemlélet dinamikus összeegyeztetése jellemzi. 2017-ben körülbelül 70 kiadott sajtóközleménnyel és csaknem 300 médiamegjelenéssel a korábbi éveket is sikerült felülmúlni külső kommunikációban.

Az online média mellett tovább erősítették televíziós és rádiós, valamint print kapcsolataikat; 2017-ben cikksorozat jelent meg az intézet falai között zajló munkáról többek között a *Forbes*, *Autopro*, *Computerworld*, *GyártásTrend*, *Techstory*, *Techmonitor*, *Piac és Profit*, *Magyar Idők*, *Autopro*, *Magyar Nemzet*, valamint az *IT Business* hasábjain. A partnerek hírfolyamai mellett számos eredményünk jelent meg a legnagyobb szakmai portálokon, szakújságok hasábjain, de szakértőik több ízben nyilatkoztak a fontosabb kereskedelmi médiumokban – pl. *Kossuth Rádió*, *RTL Klub*, *hirado.hu*, *M5*, *Figyelő*, *InfoRádió*, *index.hu*, *origo.hu*, *hvg.hu*, *24.hu* – is. Az intézet naponta frissülő tartalommal volt jelen a közösségi médiában – *Facebook*, *LinkedIn*, *Wikipédia* –, de a videómegosztókon is – *YouTube*, *Videotorium* – magas a látogatottsággal.

*Kutatók Éjszakája* program keretein belül idén először budapesti helyszíneik mellett Győrben is fogadtak látogatókat; szám szerint összesen mintegy 400 főt, de több előadással

képviseltették magukat a *Magyar Tudomány Ünnepe*n is. Jellemzően saját standdal voltak jelen az év legjelentősebb szakkiállításain, az *Automotive Hungary*-n, az *Ipar Napjain*, a *Web Summit*-on, a *Járműipari Szakkiállítás*on, a *II. Opel Tudományos Konferencián*, a *frankfurti autószalonon*, valamint az *INDIGONAP*-on; ez utóbbinak az intézet a főszervezője volt.

Idén is számos ingyenesen letölthető mobiltelefonos alkalmazást fejlesztettek, ezek közül is kiemelkedik az ország első filmturisztikai applikációja, a *Film Destination Budapest*, valamint az egészségmegőrzést célzó *D+Sport* alkalmazás. 2017-ben több országos programsorozatot támogattak; okostelefonos alkalmazást fejlesztettek többek között a *Múzeumok Őszi Fesztiválja*, a *Múzeumok Éjszakája*, az *Ipolytarnóci Ősmaradványok Természetvédelmi Terület*, a *Közösségek Hete* programsorozat látogatói, valamint a *Dunaferr* szurkolói számára.

Szerepvállalásukkal alakult meg a magyarországi 5G koalíció.

Az intézet a Wigner Adatközponttal együttműködve folyamatosan biztosítja és fejleszti az MTA kutatóintézetek nagy számításigényű informatikai igényeit kiszolgáló MTA Cloud kutatási felhő infrastruktúrát.

Az intézet végzi a MTMT 2 (Magyar Tudományos Művek Tára) országos tudományos publikáció nyilvántartási rendszer új digitális archívumi szofverrendszerének kifejlesztésére irányuló projektet. A projekt keretében elkészült a rendszer végső verziójának szoftverfejlesztése és elkezdődött a rendszer következő évi bevezetésével végződő tesztelési és integrációs lépéssorozat.

### **III. A kutatóhely hazai és nemzetközi K+F kapcsolatai 2017-ben**

#### Nemzetközi és kiemelkedő országos rendezvények szervezése

„*INDIGO Ipari Digitalizációs Szakmai Nap*” címmel szakmai műhelytalálkozót szerveztek a téma aktuális kérdéseiről, a várható nemzetközi trendekről és az ipar digitális transzformációját lehetővé tévő kulcstechnológiákról. A fórum kétszáz résztvevője a hazai ökoszisztéma minden jellegzetes szegmensét képviselte: nagyvállalatok és kis- és középméretű vállalatok, informatikai és technológiai szolgáltatók, szakmai szervezetek és kormányzat, egyetemek és kutatóhelyek egyaránt jelen voltak.

Munkatársaik aktívan közreműködnek témakörük legjelentősebb nemzetközi tudományos szervezeteinek (CIRP, IFAC, IMEKO) vezetésében, munkabizottságaiban és ezek egyes konferenciáinak, illetve műhelytalálkozóinak előkészítésében. Június 5-7 közt rendezték meg Budapesten a „*15th IMEKO TC10 Workshop on Technical Diagnostics: Technical Diagnostics in Cyber-Physical Era*” nemzetközi műhelytalálkozót, és sokat tettek a szeptember 20-án Budapesten tartott, EU által kezdeményezett „*Central European Cooperation for Industry 4.0 Workshop*” megszervezésért.

#### Nemzetközi kapcsolatok

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

Folytatva sikeres szereplésüket az EU kutatási programjaiban – a VII. Keretprogramban 45 támogatást nyert projektben voltak résztvevők, 8 esetben konzorciumvezetői szerepet is elláttak – a Horizon 2020 program keretében eddig 14 elnyert projektről tudnak beszámolni, melyek közül háromban konzorciumvezetők.

Az intézet jelentős gyakorlattal és projekttapasztalattal rendelkezik a kereskedelmi célú

repülést 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.

Az EU *Horizon 2020 Widening* program legnagyobb presztízsű, ún. *Teaming* kutatási kiválósági program keretében az intézet vezetésével 2017-ben elindult a „Termelésinformatikai és Termelésirányítási Kiválósági Központ” (EPIC) projekt. Ezzel az Intézet, a német Fraunhofer Társaság, valamint a BME Közlekedés- és Járműmérnöki valamint Gépészmérnöki Karai közti hosszú távú európai kooperáció intézményes alapjait megteremtve létrejöhet a kiber-fizikai rendszerek nemzetközileg elismert kiválósági központja.

Otthont adnak a World Wide Web Consortium (W3C) Magyar Irodájának. A W3C Magyar Iroda részt vesz a munkacsoportok tevékenységében, ezáltal közvetlenül hozzájárul a web fejlesztéséhez, valamint korai információkkal rendelkezik a web fejlődésének várható irányáról. Segíti a W3C nemzetközi szabványainak magyar elterjesztését, a W3C technológiákkal kapcsolatban felvilágosítást nyújt, és összekapcsolja az érdeklődőket a nemzetközi szakemberekkel.

#### Vállalati kutatás-fejlesztési kapcsolatok

Az *ipari digitalizáció* terén egyes kis- és közepméretű vállalatokkal (KKV) folytatott együttműködés mellett a következő jelentős nagyvállalatokkal tartottak fenn kutatási-fejlesztési kapcsolatot: Audi Motor Hungaria (termelés-tervező rendszer fejlesztése), Opel (vizuális felismerés, üzleti intelligencia), Volvo (ember-robot szimbiózis a szerelésben), AQ Anton (üzemelés, folyamat optimalizálás), Aventics Hungary (ütemezés, papírmentes gyártás). Folytatódott a *Hitachi Ltd., Manufacturing Technology Research Center*-rel az immár több mint tízéves közös kutatás. Stratégiai együttműködés keretében az intézet biztosítja a *Siemens PLM* szoftver Tecnomatix és Preactor termékvonalaiknak egyik kiemelkedő hazai kompetencia központját a diszkrét, esemény-vezérelt szimuláció és a termelés-tervezés és –ütemezés területein.

Törekcsenek az ipari hasznosítás lehetőségével rendelkező eredmények nemzetközi szabadalmaztatására. Így az év során kerámia anyagok mikro-szakraforgácsolása, valamint – a Hitachi céggel közösen – a termelés-, kapacitás- és szerelés-tervezés integrációja témáiban nemzetközi szabadalmakat nyújtottak be. Megújították több, Hitachi-val közös szabadalmukat, köztük azt, melynek megalapozó kutatása elnyerte a *Japan Society for Precision Engineering (JSPE)* 2017. évi *Technical Award* díját.

A termelésinformatikai és logisztikai témakörökkel kapcsolatos technológiai transzfer egyre inkább áttevődik az EPIC Kiválósági Központ tevékenységi körébe.

2017. decemberében szövetséggé alakult a 2016 májusában vezetésükkel létrejött, az ipar digitális átalakításában érdekelt hazai kutatóintézeteket, oktatási intézményeket és magyarországi telephellyel rendelkező vállalkozásokat tömörítő *Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform (I4.0 NTP)*. Az alapítás óta a platform taglétszáma 40-ről mintegy 100-ra nőtt. Az I4.0 NTP működésében jelentős szerepet vállaltak, egyebek között országos felmérést készítettek az iparvállalatok Ipar 4.0 készülségi szintjéről és elvárásairól, valamint a Stratégia Munkacsoport vezetésükkel dolgozta ki a gazdasági kormányzat számára az Ipar 4.0 iparfejlesztési stratégiát.

Az intézet a felfedező kutatások eredményeivel járul hozzá a Győrben folyó, kiemelkedő színvonalú járműipari kutatásokhoz, jelenlétével egyidejűleg támogatva az alapvetően régiós

műszaki és természettudományos K+F+I tevékenységeket. Az együttműködés bázisa az MTA által alapított és a győri Széchenyi István Egyetemen létrejött *Járműtechnológiai Kutatások Kiválósági Központja (J3K)*. A kutatóközpont működését az MTA, az Audi Hungaria, az egyetem és Győr városa együtt biztosítja.

Munkatársaik részt vettek a Zalaegerszegen megépítendő és az önvezető járművek prototípusainak kötelező ellenőrzését és azok műszaki teljesítménytesztjeinek lebonyolítását lehetővé tevő autóiipari tesztpálya specifikációs munkáiban. Szakértői közreműködtek az önvezető járművek közúton történő ellenőrző méréseinek lebonyolítását és az automatizált járművek forgalomba bocsátását szabályozó jogszabály megfogalmazásában.

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 működnek együtt.

Az intézet Kecskeméten is telephelyet üzemeltet.

#### 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, Kecskeméti Egyetem. 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 2017-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása**

CloudiFacturing      Cloudification of Production Engineering for Predictive Digital Manufacturing  
(Kacsuk Péter, EU H2020-FOF, 441 000 €, 2017-2021)

A projekt célja, hogy a KKV-k gyártási folyamatainak digitalizálását támogassa a felhőszolgáltatásokra történő váltás segítségével.

EOSC-hu                Integrating and managing services for the European Open Science Cloud  
(Kacsuk Péter, EU H2020-EINFRA, 97 500 €, 2018-2020)

A projekt közös elérési pontot alakít ki a kutatóknak az Európai Nyílt Kutatási Felhő infrastruktúra használatához, amely az adatok által vezérelt fejlett kutatások számára nyújt szolgáltatásokat, összevonva a helyi, regionális és nemzeti e-infrastruktúrák szolgáltatásait.

HopsWorks            EIT DIGITAL HopsWorks  
(Benczúr András, EU H2020 EIT DIGITAL, 88 750 €, 2017-2017)

A projekt célja a HOPS (Hadoop Open Platform as a Service) funkcióinak bővítése. A Hops egy új generációs európai Hadoop disztribúció, amely elsőként biztosít több felhasználós, elasztikusan skálázható, dinamikus terheléssel rendelkező Big Data megoldást.

Reading in EU today    Reading and Writing Literary Texts in the Age of Digital Humanities  
(Kornai András, EU ERASMUS+, 32 381 €, 2017-2020)

A projekt célja az új olvasási stratégiák tanulmányozása és új innovatív módszerek kialakítása az olvasás népszerűsítése érdekében.

zMed                    Kiterjesztett valóság alapú, 3D Orvosi képek és a valóság egyesített vizualizációját megvalósító, innovatív egészségügyi segédeszköz

fejlesztése az orvos-beteg kapcsolat és az oktatás támogatására  
(*Szirányi Tamás, GINOP 2.2.1, 249 739 648 Ft, 2017-2020*)

A projekt során új, 3D orvosi adatok és a valóság egyesített vizualizációját megvalósító, innovatív rögzítési és megjelenítési technológiák kifejlesztésére kerül sor.

**PETFORM** Műanyag extrudálási, flakonfúvási és címkézési technológia fejlesztése, új, innovatív és környezetbarát csomagolóanyag kialakításához  
(*Zarándy Ákos, GINOP 2.2.1, 101 000 000 Ft, 2017-2019*)

A fejlesztés célja egy egyedi műanyag extrudálási, flakonfúvási és címkézési technológia kifejlesztése, egy új, innovatív és környezetbarát csomagolóanyag kialakításához.

**Nyitott inkubátor** Újszülött, koraszülött csecsemők halálozási arányát csökkentő, egészséges életük esélyeit növelő, intelligens digitális új neonatal reanimációs asztal (nyitott inkubátor) kifejlesztése  
(*Zarándy Ákos, VEKOP 2.2.1, 90 011 250 Ft, 2018-2019*)

A projekt során egy multi-spektrális képalkotáson alapuló monitorozó rendszer készül el, a szövetekben található vér paramétereinek mérésére, a csecsemő mozgásának, szemének, testhőmérséklet eloszlásának, légzésének, és aktivitási periódusainak a monitorozására.

**OTKA** Ritka minták off-axis hologramjának gyors, nagy felbontású fázis rekonstrukciója  
(*Orzó László, NKFIH\_K, 21 026 000 Ft, 2017-2019*)

A digitális holografikus mikroszkópia alkalmazása ritka minták elemzésére, mert akár százszor akkora térfogat vizsgálható vele, mint egy hagyományos mikroszkóppal.

**OTKA** Markov döntési folyamatok becslése és közelítő megoldása  
(*Csáji Balázs Csanád, NKFIH\_KH, 15 048 000 Ft, 2017-2019*)

A projekt célja (irányított) Markov reprezentációval rendelkező dinamikus rendszerek pontbecslései köré építhető konfidencia tartományok vizsgálata; valamint a véletlenül tett módszerek tanulmányozása, mind a szekvenciális döntési problémák, mind a fent említett konfidencia tartomány becslések szempontjából.

**OTKA** Változásdetekció és eseményfelismerés képi és Lidar mérések fúziójával  
(*Benedek Csaba, NKFIH\_KH, 19 628 000 Ft, 2017-2019*)

A gépi környezet-értelmezés központi feladatai közé tartozik a megfigyelt régióban található objektumok automatikus észrevétele és felismerése, navigáció vonatkozásában ezek elkerülése, bizonyos esetekben követése.

**OTKA** Multimodális jellemzők fúziója új 3D szaliencia modellek kidolgozásához  
(*Manno-Kovács Andrea, NKFIH\_KH, 19 252 000 Ft, 2017-2019*)

A projekt célja, hogy a publikált, 2D-s jellemzőkön alapuló képi tartalom kiemelése mellett kiterjessze a lényeges képi tartalom (szaliencia) modellezését 3D-s, multimodális adatokra is.

**OTKA** Robot tájékozódás képi információk alapján  
(*Majdik András László, NKFIH\_KH, 19 099 000 Ft, 2017-2019*)

A pályázat fő célkitűzése újabb, pontosabb (10 cm alatti), megbízhatóbb és szemantikailag értelmet nyerő vizuális hasonlóság alapú robot tájékozódási algoritmusok kutatása és kidolgozása.

## **V. A 2017-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk**

1. Babarcsi P, Tapolcai J, Pasic A, Ronyai L, Berczi-Kovacs ER, Medard M: Diversity Coding in Two-Connected Networks. IEEE-ACM TRANSACTIONS ON



- NETWORKING, 25:(4) 2308-2319. (2017) <http://real.mtak.hu/39104/>
2. Benedek Cs: An Embedded Marked Point Process Framework for Three-Level Object Population Analysis. IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, 26:(9) 4430-4445. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9145/>
  3. Bozóki S: Two short proofs regarding the logarithmic least squares optimality in Chen, K., Kou, G., Tarn, J. M., Song, Y. (2015): Bridging the gap between missing and inconsistent values in eliciting preference from pairwise comparison matrices. ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH, 253:(1) 707-708. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9337/>
  4. Börcs A, Nagy B, Benedek Cs: Instant Object Detection in Lidar Point Clouds. IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING LETTERS, 14:(7) 992-996. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9081/>
  5. Chitnis R, Egri L, Marx D: List H-Coloring a Graph by Removing Few Vertices. ALGORITHMICA, 78:(1) 110-146. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9231/>
  6. Csáji B Cs, Kemény Zs, Pedone G, Kuti A, Váncza J: Wireless Multi-Sensor Networks for Smart Cities: A Prototype System with Statistical Data Analysis. IEEE SENSORS JOURNAL, 17:(23) 7667-7676. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9274/>
  7. Csikós A, Kulcsár B: Variable speed limit design based on mode dependent Cell Transmission Model. TRANSPORTATION RESEARCH PART C-EMERGING TECHNOLOGIES, 85:(Supplement C) 429-450. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9277/>
  8. Eichhardt I, Chetverikov D, Jankó Zs: Image-guided ToF depth upsampling: a survey. MACHINE VISION AND APPLICATIONS, 28:(3) 267-282. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9116/>
  9. Gáspár P, Szabó Z, Bokor J, Németh B: Robust Control Design for Active Driver Assistance Systems. Cham (Svájc): Springer, 2017. 293 p. (Advanced in Industrial Control) (ISBN:978-3-319-46124-3) <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-46126-7>
  10. Gerencsér L, Hjalmarsson H, Huang L: Adaptive Input Design for LTI Systems. IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATIC CONTROL, 62:(5) 2390-2405. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9111/> Open Access
  11. Györgyi P, Kis T: Approximation schemes for parallel machine scheduling with non-renewable resources. EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH, 258:(1) 113-123. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9279/>
  12. Gyulai D, Pfeiffer A, Monostori L: Robust production planning and control for multi-stage systems with flexible final assembly lines. INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH, 55:(13) 3657-3673. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9119/> Open Access
  13. Horváth G, Erdős G: Point cloud based robot cell calibration. CIRP ANNALS-MANUFACTURING TECHNOLOGY, 66:(1) 145-148. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9283/>
  14. Kardos Cs, Kovács A, Váncza J: Decomposition approach to optimal feature-based assembly planning. CIRP ANNALS-MANUFACTURING TECHNOLOGY, 66:(1) 417-420. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9267/>
  15. Kerepesi Cs, Grolmusz V: The “Giant Virus Finder” discovers an abundance of giant viruses in the Antarctic dry valleys. ARCHIVES OF VIROLOGY, 162:(6) 1671-1676. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9110/>
  16. Majdik AL, Till C, Scaramuzza D: The Zurich urban micro aerial vehicle dataset. INTERNATIONAL JOURNAL OF ROBOTICS RESEARCH, 36:(3) 269-273. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9305/>
  17. Németh B, Gáspár P: The relationship between the traffic flow and the look-ahead cruise control. IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION

- SYSTEMS, 18:(5) 1154-1164. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9127/>
18. Németh B, Gáspár P: Nonlinear analysis and control of a variable-geometry suspension system. CONTROL ENGINEERING PRACTICE, 61: 279-291. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9121/>
  19. Pálovics R, Szalai P, Pap J, Frigó E, Kocsis L, Benczúr AA: Location-aware online learning for top-k recommendation. PERVASIVE AND MOBILE COMPUTING, 38:(2) 490-504. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9323/>
  20. Tihanyi N, Kovács A, Kovács J: Computing Extremely Large Values of the Riemann Zeta Function. JOURNAL OF GRID COMPUTING, 15:(4) 527-534. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9235/>
  21. Weyer E, Campi M C, Csáji B Cs: Asymptotic properties of SPS confidence regions. AUTOMATICA, 82: 287-294. (2017) <http://eprints.sztaki.hu/9265/>