

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: peter.inzelt@sztaki.mta.hu

Beszámoló az MTA SZTAKI
2011. évi tudományos tevékenységéről

Budapest, 2012. február 29.

TARTALOM

- I. A kutatóhely fő feladatai 2011-ben
- II. A 2011-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények
 - a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények
 - b) Párbeszéd a tudomány és a társadalom között
- III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2011-ben
- IV. A 2011-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása
- V. A 2011-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk
- VI. A kutatóhely főbb mutatói 2011-ben

I. A kutatóhely fő feladatai 2011-ben

Az *MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet (MTA SZTAKI)* nemzetközi mércével mérhető alapkutatási eredményekre építi az itthon és külföldön is hasznosítható informatikai fejlesztéseket és a magas szintű tanácsadási tevékenységet, egy olyan kiválósági központot célozva, mely vonzó témákat és körülményeket biztosít a tehetséges fiatalok Ph.D. tanulmányához, alkotó tevékenységük megkezdéséhez.

A magas szintű kutatási tevékenység elengedhetetlen velejárója a megfelelő *infrastruktúra*. Ennek szellemében folytatták egy *korszerű irányítástechnikai kísérleti laboratórium* felállítását robotjárművek és UAV-k (unmanned aerial vehicles) robusztus, hibátűrő irányítási algoritmusainak kutatására és demonstrálására. Jelentős lépéseket tettek egy *SmartFactory* laboratórium kialakítására, melyben újszerű termelésirányítási kutatásokat szándékoznak folytatni, beleértve az autonóm rendszereket, valamint a valós és virtuális gyártás integrálását.

Az *EU VII. keretprogramjában* jól megválasztott területeken, a lehetőleg legerősebb, nyereséssel rendelkező konzorciumokban szándékoztak részt venni, olyan témákban, melyek esetén a hazai felhasználói háttér is biztosítottnak látszik. Továbbra is kiemelkedő fontosságot tulajdonítottak legfontosabb ipari partnereiknek: GE Hungary ZRt, Paksi Atomerőmű Zrt, Hungary ZRt, AUDI Motor Hungaria Kft, Robert Bosch Kft, Knorr Bremse Fékrendszerek Kft.

A 2010 elején bevezetett belső ösztönzési rendszer szerves folytatásaként intézkedéseket kívántak tenni kutatási portfóliójuk további koncentrálására, ütőképes méretű szervezeti egységek kialakítására, melyek képesek az alapkutatási eredményekre támaszkodó kutatás-fejlesztési tevékenység legalább prototípus szintig történő végigvitelére. A nagyobb lélegzetű feladatoknak megfelelő kutatói közösségek létrehozásának ugyanakkor természetes módjának tartják a hazai és nemzetközi együttműködések, konzorciumok, virtuális laboratóriumok alapítását és működtetését.

II. A 2011-ben elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

a) Kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények

A következőkben négy alapkutatási főirányuk (számítástudomány, rendszer- és irányításelmélet, mérnöki és üzleti intelligencia, gépi érzékelés és interakció) bemutatása mellett öt alfejezet foglalja össze, hogy az alapkutatási eredményeik miképpen támogatják azokat a kutatás-fejlesztési tevékenységeket, melyek mind EU-szinten (Horizon 2020), mind Magyarországon (Új Széchenyi Terv) kiemelt jelentőségűnek kezelt területeket céloznak. 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 alkalmazás-orientált eredményeiket.

ALAPKUTATÁSI FŐIRÁNYOK

Számítástudomány

Számítástudományi kutatásaik során több, egymással összefüggő terület szinergiáit aknázzák ki: algoritmusok elmélete, kiemelten a párhuzamosítás, az új hardver-architektúrák kihasználása céljából; adatbányászat és információ-visszakeresés; gépi tanulás, adatbázisok elmélete, illetve nagyméretű (extremális) gráfok.

Céljuk az üzleti intelligencia, a Web adatbányászata és a tudomány területén jelentkező

extrém méretű információfeldolgozási problémák megoldása, az adatokban rejlő mintázatok, szabályszerűségek felismerése, kinyerése. Jellemző 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. Az ember-gép kommunikáció egyre inkább a természetes nyelven (magyar, angol) lefolytatott dialógus irányába tolódik. Kutatási-fejlesztési portfóliójukban a dialógushoz szükséges összes – szó-, mondat-, és párbeszéd-szintű – technológia szerepel.

2011-ben elért főbb eredményeik:

- Egyik fiatal kutatójuk 2011-ben elnyerte az European Research Council kiemelkedő presztízsű Starting Grantját. Ő az első magyar kutató a Számítástudomány területéről, aki ebben a támogatásban részesült. Az 1,15 MEuro összegű, 5 év időtartamú PARAMTIGHT projekt keretében 2012. január 1-vel új kutatócsoport alakul az intézetben, mely hatékony algoritmusok tervezésével, elemzésével foglalkozik, elsősorban a paraméteres bonyolultság eszközeit használva.
- Képek vizuális tartalmát dolgozták fel és fejlett gépi tanulási eszközökkel osztályozták (Gauss keverék felbontás grafikus ko-processorok, GPGPU segítségével, Fisher kernel módszerek). Gráfelméleti módszereken alapuló eljárást dolgoztak ki képek fókuszált területeinek kiválasztására. Publikáltak egy új eljárást képi leírók alapján épített gráfok analízisére, melynek célja a leírók osztályozása, hatékonyságuk elemzése.
- Az „IEEE Visual Analytics Science and Technology Challenge 2011” versenyen az „Outstanding Integration of Computational and Visual Methods” díjat nyerték el.
- Optimális elrendezéseket adtak meg elosztott adattárolásra és biztonságos visszanyerésre, a rendszert és a visszanyerési feltételeket leíró paraméterek több tartományban.
- Gráfokra és halmazrendszerekre pontos felső korlátokat bizonyítottak a megengedett felosztások részeinek maximális számára, különféle előírt feltételek mellett.
- Több kombinatorikus optimalizálási feladatra bebizonyították, hogy gyors algoritmussal nem approximálhatók tetszőleges pontossággal (nincs rájuk polinom idejű approximációs séma).
- A Regularitási Lemma új alkalmazásait fejlesztették ki a Ramsey elméletben. Erdős, Frankl és Rödl eredményeit javították a Behrend konstrukció segítségével.

Alapkutatási eredményeikre támaszkodó kutatás-fejlesztési tevékenységüket a T-Online, az Econet.hu, a Magyar Telekom NyRt., AEGON Magyarország Általános Biztosító ZRt., a FORNAX és hazai kis- és középvállalkozások (Schibsted Media Group, GVI, Universitas Press) együttműködésével végzik. A T-Online, Econet.hu és az AEGON a webes naplóállományok és a webes felhasználói szokások vizsgálatában partnerük. A Magyar Telekom, Vodafone és az AEGON az általuk fejlesztett magyar nyelvű keresőrendszer felhasználói, valamint a KKV-k mellett a szöveges adatbányászati K+F eredmények kísérleti terepe.

Rendszer- és irányításelmélet

Az irányítási rendszerek elméleti és módszertani hátterét a matematikai rendszer- és irányításelméleti kutatások adják. Ezek alapozzák meg az automatizált irányítási rendszerek alkalmazásával kapcsolatban az intézetben végzett egyéb kutatás-fejlesztési tevékenységet is.

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. Lineáris és nemlineáris rendszerek, folytonos és diszkrét idejű megközelítésben, valamint a determinisztikus és sztochasztikus szemléletmód egyaránt figyelmet kapnak.

Az időinvariáns geometriai rendszerelmélet módszerkészletének kiterjesztése az időben változó és/vagy állapotfüggő paraméterű lineáris modellstruktúrákra (LTV, LPV és qLPV modellek) a kutatási módszertan egyik stratégiai irányvonala. Az LPV és qLPV modellosztályokkal leírható irányítási feladatok dualizálásával fontos eredményeket várnak hasonló rendszerekre vonatkozó szűrési és detektálási feladatok megoldásában és a szűrési és irányítási algoritmusok robusztussági tulajdonságainak javításában. Az átkapcsolást végző (switching) rekonfigurálható irányítórendszerek különböző osztályainak vizsgálata, az adaptív szűrési és irányítási módszerek kutatása kiemelkedően fontos a környezetállóság és rendszer paraméter változásokkal szemben vett érzékenységének (robusztusság) javítása tekintetében.

Az elméleti kutatás lépést tart a gyorsan fejlődő irányítástechnikai technológia által felvetett új problémákkal, rendszerelméleti megalapozó válaszokat keresve pl. a földi, légi és űrjárművek, az elosztott és hálózatba kapcsolt rendszerek speciális irányítási és szűrési problémáira, a kommunikációs technológiákra épülő nagyméretű rendszerek által felvetett kérdésekre.

Hangsúlyos figyelem fordul a kidolgozott elméleti módszerek gyakorlati alkalmazhatóságára, így a módszerek robusztusságára és a rendszerek performancia tulajdonságainak valós környezeti feltételek melletti vizsgálatára. Ehhez igazodóan az irányításelméleti kutatási tevékenység egyenszilárdságú módon támaszkodik alapvetően elméleti kutatásokat támogató projektekre (OTKA, FP7), az eredmények gyakorlati hasznosítását előkészítő projektekre (FP7, NFÜ), valamint ipari partnerekkel végzett közös K+F tevékenységekre.

A kutatási célokban szereplő módszerek és megközelítések alkalmazásával 2011-ben fontos eredmények születtek földi és légi járművek különféle irányítási feladatainak megoldásában. Robotrepülőgépek kutatása terén a korszerű repülésben alkalmazható navigációs berendezések és az autonóm mozgást megvalósító irányítórendszerek kutatása hozott új eredményeket. Kiemelkedő sikereket értek el a nagy-megbízhatóságú (jármű) irányítórendszerek, a hibadetektálás és diagnosztika, valamint a repülési vészhelyzetek felismerésére kifejlesztett érzékelő rendszerek területén is. A racionális ortogonális bázisok továbbfejlesztéseként létrejövő hiperbolikus wavelet konstrukciók – a jel- és rendszermodellezési, valamint rendszer-identifikációs alkalmazási lehetőségek mellett – utat nyitottak az indefinit metrikájú rendszerek leírása, ezen keresztül egy hiperbolikus rendszerelmélet megalkotása felé. Ennek egyik első eredménye volt egy, a rendszerek pólusainak meghatározását újszerű módon lehetővé tevő identifikációs algoritmus kidolgozása.

A rendszer- és irányításelméleti eredmények primer felhasználói az energia, jármű és közlekedésipar. Az ipari partnerek (Airbus, Bosch, Knorr-Bremse) bevonásával végzett európai és nemzeti kutatási projektekben (ADDSAFE-FP7, TRUCKDAS-NFÜ) az elméleti eredmények gyakorlati alkalmazhatóságát szem előtt tartva folytattak kutatási tevékenységet. Ipari felhasználásra előkészített eredmények születtek korszerű járműfedélzeti irányítórendszerek hibatűrő kialakításának tervezésére, a jármű flották 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

Napjaink egész világot átfogó műszaki és gazdasági rendszereit rendkívüli komplexitás jellemzi. Tervezésük és irányításuk – ami gyorsan változó, bizonytalan környezetben magában is hatalmas kihívás – új keletű problémája az önálló döntési helyzetben lévő felek kooperációjának támogatása. A felmerülő problémák megoldásakor kiemelt jelentőségű a nagy tömegű, általában elosztottan keletkező és tárolt információ hatékony kezelése.

A mérnöki és üzleti intelligencia téren folytatott kutatások fő célja olyan modellek, módszerek és technikák kutatása és kifejlesztése, melyek alkalmasak a változó, bizonytalansággal terhelt környezetben működő, összetett műszaki és gazdasági rendszerek valósidejű működtetésére, egyensúlyt teremtve az optimalítás, autonómia és kooperáció terén. A kutatás több tudományterület – jellemzően a számítástudomány, az operációkutatás, a gyártástudomány és a tudásalapú módszerek – együttes művelését igényli.

A 2011-ben elért alapkutatói eredményeik közül elsősorban a következők emelendők ki:

- Hatékony algoritmusokat fejlesztettek ki nagyméretű termelésütemezési problémákra, véges kapacitású erőforrások (gépek, anyagok, munkaerő), alternatív folyamattervek és az átállások figyelembevételével, többcélú optimalizálási kritérium mellett.
- Az erőforrás-kiegyenlítő (resource levelling) problémára a korábbi módszereknél gyorsabb, bizonyítottan (közel) optimális eredményt nyújtó, egzakt algoritmust adtak.
- Olyan kétszereplős játékelméleti problémák terén értek el új eredményeket, ahol az egyik szereplő teljes információval rendelkezik a másik viselkedéséről, és saját cselekvését a másik fél várható racionális viselkedését feltételezve határozza meg. Az eredmények felhasználásától termelési láncok hatékonyságnövelése várható.
- Négy különböző számítási megközelítést (dekompozíció alapuló, integrált, koordinált, kétszintű programozás) hasonlítottak össze termelési láncokon belüli raktárkészletek meghatározására és kimutatták a koordinált és a kétszintű tervezés előnyeit.
- Szélerőmű-farmok karbantartás-ütemezésének optimalálására adtak új algoritmust, amely a termelésben szokásos feltételrendszerek mellett speciális körülményekre (pl. időjárás-előrejelzés) is tekintettel van.
- Új adatbányászati eljárásokat fejlesztettek ki nagyméretű termelésinformatikai, illetve ügyfél adatbázisokban tárolt, hibás és zajos adatokat is tartalmazó adattömeg tisztítására, termelésoptimalisasi, illetve marketing és csalásfelderítés céljával.
- Kvadratus feladatok kezelésére új, jelentős hatékonyságnövelő technikákat fejlesztettek ki konvex belső pontos algoritmusokhoz. A lineáris programozási feladatok megoldására kifejlesztett relaxációs technikát általánosítottak nemszeparábilis feladatokra, és bebizonyították az eljárás konvergenciáját.
- Egészértékű programok megoldásához új vágósík generáló eljárást hoztak létre, amely egyesíti a „lift-and-project” és a „reduce-and-split” módszer előnyeit.
- Egy, általuk koordinált, kiemelkedő külföldi társszerzőkkel jegyzett áttekintő cikkükben rámutattak, hogy a hatékony, de egyben fenntartható gyártás egyaránt megköveteli a cégek kooperációját és gyors válaszadási képességét, és lefektették a Cooperative and Responsive Manufacturing Enterprises (CRME) alapjait.

A kutatások részben EU által támogatott projektek keretében folynak, melyekben néhány esetben konzorciumvezetői szerepet is ellátnak. A 2011-ben több mint 10, impakt faktoros publikációban is megjelenített elméleti eredmények alkalmazott, iparban is hasznosuló kutatásokat alapoztak meg (lásd a Termelésinformatika és logisztika, illetve az Energia és fenntartható fejlődés pontokat).

Gépi érzékelés és interakció

Egyre nagyobb jelentőséggel bír a géppel érzékelt világ adatainak felismerése, a különböző források adatainak térbeli és tér-időbeli fúziója, a térben és időben különböző mérések közötti kapcsolatok felfedése, geometriai feldolgozása és modellezése; a mérési és felismerési/csoportosítási adatok adatbázisba szervezése, kezelése és megjelenítése; kül- és beltéri objektumok és szinterek statikus és dinamikus rekonstrukciója, szerkesztése, animációja.

Különleges hangsúlyt fektetnek gépi tanulási, multimodális adatbányászati, emberi érzékelési, geometriai, optikai, optimalizáló és variációs analízis módszerekre, olyan területeken, mint a kép- és videó-feldolgozás, biometrikai azonosítás, kapcsolatok szenzor-hálózatokkal és számítógépes grafikával. Szenzorokat és új érzékelési elveket is fejlesztenek, optikai, Lidar és infra felvételek fúzióját végzik, THz-es érzékelést és képalkotást valósítanak meg.

Leginkább kiemelésre érdemes 2011-es eredményeik:

- Elvileg új eljárást dolgoztak ki alakzatok körvonalának és textúrájának különválasztására, 98-99% hatékonyság mellett.
- Új energiafüggvényt definiáltak parametrikus aktív kontúr eljárásokhoz, mellyel 91%-os pontosságot értek el összetett körvonalú alakzatok kontúrjának felismerésében.
- Különböző típusú multimédiás adatot kezelő és visszakereső szoftverrendszert fejlesztettek ki új, hash kód alapú eljárások alkalmazásával, melyek a nagy multimédiás adatbázisokon történő nagy adat-dimenziójú kereséseket segítik.
- A nagy tömegű adatokat jól leíró tulajdonságok minősítéséhez új, geometriai gráfokon alapuló eljárást dolgoztak ki.
- Nagy érzékenyséű, erősítővel és jelkonverterrel integrált, multi-spektrális THz-es érzékelőtömböt készítettek 90nm-es szilícium technológiával.
- 4D Stúdiót hoztak létre és valósídejű 4D rekonstrukciót valósítottak meg grafikus kártyán.

KUTATÁS-FEJLESZTÉSI TEVÉKENYSÉGEK

Járműipar és közlekedés

Az *intelligens és kooperatív járműirányítási* kutatásaik keretében az elektronikus fék és kormány tervezésének integrált módszerei, a korszerű szenzorfüziós és hálózati kommunikációs eljárások, valamint a járműfedélzeti irányítórendszerek hibatűrő kialakítása emelendők ki mint fő eredmények (TRUCKDAS projekt). *Járműflották* hatékony és gazdaságos üzemeltetésére kidolgozott módszerük a járműoszlop menetstabilitásának biztosítása mellett jelentős mértékben csökkenti az üzemanyag felhasználást és a károsanyag kibocsátást.

Kutatják, hogy a *közúti közlekedés* nyilvánvaló előnyeinek (rövid eljutási idő) minél jobb kiaknázása mellett miként enyhíthetők a kapcsolódó lokális és globális károk. Az elmúlt évben sikerült kidolgozni olyan többkritériumú szabályozási algoritmusokat, amelyek az optimalizálás során egyaránt figyelembe veszik az említett szempontok gazdasági és társadalmi elvárásait.

Az *intelligens vezetők nélküli közúti és légi járművek* esetén is a legnagyobb kihívást az egyre növekvő autonómia iránti igény támasztja. A járművek esetében megfigyelhető, hogy az egymástól független funkciók ellátására kifejlesztett rendszerek, mint pl. a radaros távolságmérésen alapuló tempomat és a kamera-információkat felhasználó sávartó

asszisztens, egyre fokozottabban összekapcsolódnak, és a nagy mennyiségű információt felhasználva egyre intelligensebb feladatok elvégzésére válnak alkalmassá. Azonban a magas fokú autonómia megköveteli a nagy megbízhatóságot is, mely területen szintén jelentős kutatási eredményeket értek el. A robotrepülőgépek egyre sokoldalúbb és intelligensebb viselkedésének megvalósításán egy, az USA haditengerészetének kutatási hivatala által támogatott projekt keretében foglalkoztak, ahol autonóm ütközés elkerülő rendszer kifejlesztése folyik több független rendszer nagyfokú integrációja útján.

A *járművek* nagyobb fokú *megbízhatóságát* hibadiagnosztikai módszerekkel igyekeznek javítani az ADDSAFE EU FP7 projekt keretében, ahol az Airbus hathatós együttműködésével folyik a repülőgépipar számára felhasználható hibadiagnosztikai módszerek tesztelése. Intézeti belső pályázat kapcsán olyan hibatűrő robotrepülőgép architektúra kialakításán dolgoznak, mely kedvező ára mellett lehetővé teszi a kis méretű robotrepülőgépek tanúsítását, ezáltal alapot teremtve e repülőgépek közös légtérbe való integrációjára.

Kifejlesztettek egy autógumi-bordázatot mérő optikai rendszert, amit beépítésre került a német API (Automotive Process Institute) vállalat futómű-diagnosztikai rendszerébe, mely prototípusa a párizsi Equip Auto 2011 kiállításon a "Services - Service Stations" kategóriában innovációs fődíjat (Golden Trophy) nyerte el.

Termelésinformatika és logisztika

A termelési és kapcsolódó logisztikai rendszerek tervezését és hatékony működését támogató, ugyanakkor a versenyképesség mellett a fenntarthatósági követelményeket és társadalmi elvárásokat is figyelembe vevő megoldások kifejlesztése és alkalmazása napjaink egyik kulcskérdése. A terület kiemelt szerepet kap mind az Európai Unió (*Manufuture, Factory of the Future*), mind hazánk gazdaság- és tudománypolitikájában (Új Széchenyi Terv).

Ez irányú K+F tevékenység termelő, szolgáltató és logisztikai rendszerek tervezését és modellezését, valamint működésük digitalizálását, irányítását, és optimalizálását célozza, mégpedig üzemi, vállalati és hálózati szinten egyaránt. Olyan világszínvonalú megoldások kifejlesztésére törekszenek, melyek jól használhatók mind globalizált nagyvállalatokban, mind pedig a velük együttműködő kis- és középvállalatokban, akár szolgáltatások (*e-service*) formájában is. A témakörrel kapcsolatos alkalmazott kutatás-fejlesztés és ipari bevezetés jó része a 2010-ben, az intézetben megalakult *Fraunhofer-SZTAKI Termelésmenedzsment és –informatika Projektközpont* keretében folyik.

A legfontosabb, 2011-ben elért eredmények a következők:

- Saját alapkutatói eredményeken alapuló, általános célú, a kapcsolatos nemzetközi szabványoknak (ISA-95, ISA-88) megfelelő, a kis- és középvállalatok speciális igényeit is kielégítő termelésütemező rendszert fejlesztettek ki, melyet elsőként a Bosch-Rexroth magyarországi gyárában telepítettek.
- Szélerőmű-farmok karbantartás-ütemezésére kialakított rendszerük prototípusát átadták a szélerőmű ipar világszerte egyik legjelentősebb cégének (Gamesa). Az ipari bevezetést a cég és a SZTAKI szakemberei közösen készítik elő.
- Korábban létrehozott termékkövető eljárásukat kiterjesztették gyorsan romló élelmiszerek követésére. Tovább vizsgálják az IoT (Internet of Things) potenciális lehetőségét és hatását a termelési és logisztikai rendszerekre.
- Programozható logikai vezérlők (PLC-k) kódvisszafejtésére fejlesztettek ki eljárást gyártórendszer-topológiák automatikus feltárására.

- A Siemens Corporate Research számára továbbfejlesztették a belső pontos módszeren alapuló optimalizáló motorjukat.
- Robotikai kutatásaik során a prészsorszám nélküli, robotokkal végzett fém és műanyag lemezalakítási folyamatok irányításában értek el új eredményeket.

Az eredmények ipari felhasználása kiemelkedő vállalatoknál, úgymint az Audi Hungaria Motors, Knorr-Bremse Fékrendszerek Kft, Bosch Rexroth Pneumatics Ltd., Hitachi, Gamesa, CAMPDEN Kht. történik. Külön kiemelkedő a SZTAKI és a HITACHI cég több éve folyó, több, közösen benyújtott szabadalomhoz is vezető kutatás-fejlesztési együttműködése, mely most már a félvezetőiparon túl az energetikai gépek és berendezések gyártására is kiterjed.

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 foglalkoznak az alábbi témákkal:

- *Energiatermelő rendszerek irányítása és felügyelete:* A SZTAKI új megoldásokat fejlesztett az erőművi működés biztonságának és folyamatosságának garantálása és verifikációja terén, melyek közül kiemelkednek az alábbi, a Paksi Atomerőmű élettartam-hosszabbítását támogató munkák:
 - az erőmű szabályozási célú, a primer- és szekunderkörü dinamikákat leíró matematikai modelljének elkészítése;
 - az erőmű irányítástechnikai rekonstrukciójának egyik lépéseként a Szabályozó és Biztonságvédelmi Rendszer (SzBVR), illetve azon belül a Reaktorteljesítmény Szabályozó (RTSz) felújításához szükséges specifikációk összeállítása;
 - az erőmű tesztrendszereinek újratervezése és újrainplementálása;
 - a megtervezett védelmi logikák helyes működésének igazolására olyan formális modellek és algoritmusok fejlesztése, amelyek hatékonyan kezelik a védelmi rendszerek extrém nagy (pl. 10^{13} állapotot tartalmazó) állapotterét.
- *Energiahálózatok optimalizálása:* az elektromos hálózatok üzemeltetésének legnagyobb kihívása a termelő és fogyasztó csomópontok közötti optimális energetikai egyensúly megteremtése úgy, hogy azzal biztosítható legyen a folyamatos, megbízható, költséghatékony és a törvényi előírásoknak megfelelő működés. Ez matematikai értelemben egy nemlineáris diszkrét feladat megoldását követeli meg egy 10^3 - 10^5 csomóponttal rendelkező hálózaton. A feladat megoldására kidolgozott algoritmusuk beagyazásra került egy világcég szoftvertermékeibe.
- *Szélerőművek felügyelete és karbantartás-tervezése:* a SZTAKI által e feladatokra fejlesztett megoldások bevezetés alatt állnak egy nagy európai szélerőmű-gyártó vállalatnál.

Biztonság és felügyelet

A biztonság fontossága rendkívüli méretekben megnövekedett az elmúlt években. Az informatikai rendszerek jelentősen hozzá tudnak járulni a biztonság fokozásához. Az *informatikai rendszerek biztonsága* (cyber security) napjaink egyik kulcskérdésévé vált, mely a kritikus infrastruktúrák (pl. energiatermelés, közlekedés) területén is egyre nagyobb jelentőségre tesz szert.

A *távfelügyelet, távérzékelés* kutatómunka célja új tudományos módszertan bevezetése különböző forrásokból származó és különböző időléptékekkel készített 4D (tér- és időbeli) távérzékelte adatsorozatok automatikus értelmezésére, ami egyes területosztályok elkülönítésén és meghatározott objektumok és változásminták észlelésén túl lehetővé teszi a helyszínek komplex, többszintű leírását. Az elemzéshez légi fotókat, műhold felvételeket, infra és radar képeket, valamint földi és légi rögzítésű LiDAR pontfelhőket használnak fel. Feladatuk központi részét képezi több adatforrás regisztrációjának és intelligens fúziójának vizsgálata, 3D/4D minták reprezentációja és gépi tanulás alapú felismerésére.

2011-ben elért főbb eredményeik:

- *Automatizált felügyeleti rendszer a viselkedés vizsgálatával*: Az EU THIS projekt során olyan valószerű eljárásokat dolgoztak ki, melyek a közlekedési csomópontok megfigyelése során fellépő főbb események jelzéséhez biztosítanak automatikus eszközöket. Az elkészített algoritmusok alkalmazhatók egyrészt egy személy cselekvéseinek (pl. tárgy elhagyása, rendhagyó viselkedés, elesés), másrészt személyek közötti interakciók (pl. verekedés, üdvözlés, kézfogás) felismeréséhez.
- *Harcászati támogatás sokszoros hálózattal*: Az Európai Védelmi Ügynökség (EDA) támogatásával a MEDUSA projektben elkészült egy rugalmas, bővíthető és robusztus rendszer védelmi döntéstámogatáshoz városi harci környezetben, amiben számos multi-szenzoros feldolgozó modul képes térben szétszórta szenzorok adatainak fuzionált feldolgozására, alacsony és magas szintű események felismerésére, az események és riasztások megjelenítésére és a felhasználói modulok integrálására.
- Elkészült az ivóvíz automatikus monitorozására kifejlesztett színes digitális holografikus mikroszkóp az alga-klasszifikáló rendszerével együtt.
- Az Országos Atomenergia Hivatal felkérésére egy, a nukleáris létesítmények irányítástechnikai rendszereinek számítógépes biztonságát szabályozó útmutatót készítettek. Ipari felhasználása a magyar nukleáris létesítmények számítógépes irányítástechnikai rendszereivel kapcsolatos védelmi architektúra kialakítása során várható.

Hálózatok, hálózati rendszerek és szolgáltatások, elosztott számítások

A terület fontossága megkérdőjelezhetetlen. Az előkészítés alatt álló Horizon 2020 (FP8) programban kiemelt terület az információs és kommunikációs technológiákkal kapcsolatos alap kutatás, így a jövő internete. Az egész témakörre jellemző a nagy komplexitású rendszerek összekapcsolt, együttes kezelése, ami egyrészt rendkívül nagy adatmennyiségek feldolgozását igényli, másrészt lehetővé teszi a kisebb, vagy nagyobb, heterogén és/vagy ad-hoc közösségek információcseréjének és közös munkavégzésének segítségét közös tudástárak kontextus-orientált létrehozásával.

A SZTAKI-ban eddig elért eredmények a következőkben foglalhatók össze:

- *Grid- és felhő-számítások*: Világszerte elismert és használt P-GRADE Grid portáljukra alapozva a SZTAKI által koordinált SCI-BUS FP7 projekt 27 Grid portált fog felállítani Európa országaiban. A SZTAKI Dekstop Grid technológiát használják Európa és Ázsia számos országában a szolgáltatás gridek és desktop gridek integrálására.
- *Ubiquitous computing*: Az ILI nevű GOP projekt keretein belül egy beltéri környezetbe telepíthető, flexibilis kontextus-orientált smart-space keretrendszert hoztak létre.
- *Service-oriented computing*: Szemantikus alapon kiterjesztettek egy multi-ágens erőforrás-foglalási algoritmust a szoftver licenzek alkalmazására, mely grid vagy SaaS környezetben használható. Az eredmények részlegesen kerültek felhasználásra a

NUANCE (USA) számára cloud szolgáltatás fejlesztése során.

- *Szemantikus web*: Létrehoztak egy 11 millió triple-ből álló nyilvános LOD (Linked Open Data) szolgáltatást, melyet meglévő relációs, illetve hálós adatbázisok tartalmának konvertálásával töltöttek fel. Szemantikus keresőt implementáltak milliós nagyságrendű szabad szöveges címkében való kereséshez.
- *3D internet*: Magyarországon egyedülálló, de az Európai Unióban is kiemelkedő 3DVR (Virtual Reality Room) laboratóriumot építettek fel, melyre kifejlesztették a VirCA (Virtual Collaboration Arena) platformot az intézmények közötti gyors tudásmegosztást és kollaborációját.
- *Extrém nagy adatok hasznosítása*: Milliárd oldalból álló, sok Terabyte adat kereshetőségét és újszerű, jól skálázható gépi tanulási módszerekkel történő elemzését oldották meg, illetve sok százmillió ügyfélrekord azonosság-feloldására adtak eljárásokat. E területen is jelentősek az ipari hasznosítások: Ügyfélismeret (AEGON), Web analitika (archívumok, közvélemény-kutatók, piackutatás), közösségi média (Magyar Telekom, Vodafone), várostervezés és navigáció (NavNGo).
- *Közösségi intelligencia és mobil internet alkalmazások*: Kontextus-orientált middleware-t fejlesztettek a Mobil Innovációs Központ projekt keretében. Megújították a SZTAKI Szótárt, mely a közösségi szótárkészítés új platformját valósítja meg. A RICOH-nak (Japán) fejlesztett DONAU rendszer teljes egészében ipari megbízás alapján készült. A Web4Groups EU által támogatott projekt folytatásaként megvalósult és értékesítésre került a web4us rendszer (Web4us Software und Services GmbH által).
- *Képi információkeresés*: Egy kutatói (e-science) platformot hoztak létre, amely többféle képi és szemantikus keresési algoritmus kombinálását és tesztelését teszi lehetővé. Elosztott környezetben 10 milliós nagyságrendű kép indexelését és keresését kezelik hatékonyan. A "swarm intelligence" területén sok-kamerás követési eljárásokat dolgoztak ki.

b) Párbeszéd a tudomány és a társadalom között

Mint azt az előző pontban írtak is alátámasztják, a SZTAKI által művelt kutatási területek összhangban vannak a világ előtt álló nagy kihívásokkal (*big challenges*). Az informatika lehet a kihívásokra adandó válaszok egyik hajtómotorja, az intézet által kiemelten kezelt K+F területek, mint a járműiparral kapcsolatos mechatronikai kutatások (elektromos jármű és járműirányítás), vagy mint a hagyományos és megújuló energiaforrások automatizálási és informatikai problémái pedig közvetlenül kapcsolódnak a kihívásokhoz. Természetes módon, a tématerületek harmonizálnak az *EU kiemelt K+F programjaival*, elsősorban az Information and Communication Technologies; Materials and New Production Technologies; Factory of the Future, Energy, Transport (including Aeronautics) programokkal.

Az *Új Széchenyi Terv* az egész gazdaság szempontjából prioritással kezeli a mobilitás, járműipar, és a logisztika; az informatika és a számítástechnika; és az új energetikai és környezetvédelmi fejlesztések K+F+I témaköröket. A termelésmenedzsment és -informatika területen létrejött *Fraunhofer* – SZTAKI kooperáció keretében sikeresen folyik a témakörben létrejött, elméleti kutatásokon alapuló alkalmazott kutatási eredmények ipari hasznosítása.

A SZTAKI internetes szótár szolgáltatása 16 éve áll a felhasználók rendelkezésére, és időközben a leglátogatottabb magyar internetes on-line szótárszolgáltatássá vált. Naponta 100-140 ezer látogató végez több mint 1-1,2 millió lekérdezést. Az intézet, saját társadalmi felelősségvállalása tudatában, belső finanszírozás segítségével fejlett nyelvtechnológia és internet szolgáltatások szemantikus technológiái alapján újította meg a szolgáltatást. A

SZTAKI - BME közös szervezésében nagyméretű demonstrációk kerültek megrendezésre a 3D virtuális szobában. Az SZTAKI a *Kutatók éjszakája 2011* rendezvény-sorozaton két helyszínen is bemutatóval képviseltette magát. A tudomány társadalom iránti nyitottságát erősítették kutatóik, amikor jelentős számú tv- és rádióriportot adtak eredményeikről, minden alkalmat megragadtak azok megjelentetésére az írott sajtóban.

III. A kutatóhely hazai és nemzetközi kapcsolatai 2011-ben

Nemzetközi kapcsolatok

Kiemelkedően szerepeltek az EU VII. Keretprogramjában, ahol eddig 37, támogatást nyert projektben résztvevők, 6 esetben konzorciumvezetői szerepet is ellátnak. A programok keretében Európa legkiválóbb cégeivel dolgoznak együtt az informatika-, az autó-, az energia- és a repülőgépgyártás területéről.

A Fraunhofer-SZTAKI együttműködés kapcsán is tovább erősödtek németországi kapcsolataik. Előkészületek folynak hasonló keretszerződések aláírására a Bosch-sal, a Hitachi Yokohama Research Laboratory-jával és a szélerőműveket gyártó spanyol GAMESA céggel.

Az intézet munkatársai eredményesen működnek a témakör legjelentősebb nemzetközi tudományos szervezetek (CIRP, IEEE, IFAC, IFIP, stb.) vezetésében és munkabizottságaiban. Számos munkatársuk tagja vezető nemzetközi szakfolyóiratok szerkesztőbizottságának.

Az *International Academy for Production Engineering (CIRP)* 2011. augusztus 21 és 27 között Budapesten tartotta 61. éves Közgyűlését. A rendezvényen ünnepelték a gyártástudomány és –technológia legjelentősebb nemzetközi szervezetének 60. születésnapját, a kutatói és ipari szféra közel 550 neves képviselőjének és 120 kísérőjének részvételével.

A BME-vel közösen szervezték az IEEE Control Systems Society által szponzorált *9th European Workshop on Advanced Control and Diagnosis (ACD 2011)* rendezvényt (november 17-18), mintegy 90 résztvevő mellett. Szintén a BME-vel rendezték közösen a *CogInfoCom 2011 – 2nd International Conference on Cognitive Infocommunications* konferenciát (július 7-9) 80 előadással. A *24th Annual Conference on Learning Theory (COLT 2011)* konferenciát is Budapesten rendezték meg, július 9 és 11 között, 80 kutató részvételével.

Hazai kapcsolatok, részvétel a felsőoktatásban

Az intézet az informatika és más tudományágak (anyag-, élet- és társadalomtudomány, matematika, mesterséges intelligencia, rendszer- és irányítástechnika, automatizálás, operációkutatás) és felhasználási területek (érezkelő számítógépek, járműipar, közlekedés, gyártásautomatizálás, gyártásszervezés, kulturális örökség, egészségügy, információs társadalom, adatbiztonság, gyógyászat) olyan interdiszciplináris kutatására, fejlesztésére koncentrálnak, melyek hosszabb távon alapozhatják meg az intézet jövőjét.

Projektjeikben olyan kiemelkedő szerepet betöltő nagyvállalatokkal működnek együtt, mint a GE, Audi, Magyar Telekom, MOL, Paksi Atomerőmű, Knorr Bremse, Bosch, ugyanakkor a kisvállalati résztvevők biztosítékot jelentenek arra, hogy eredményeik a lehető legszélesebb körben terjedjenek el.

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. Töreksenek stratégiai partnerkapcsolataik megerősítésére, újabbak kialakítására.

Átlagosan mintegy 20 Ph.D. 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 2011-ben elnyert fontosabb hazai és nemzetközi pályázatok rövid bemutatása

2011-ben is jelentős számú, hazai, illetve nemzetközi pályázati projektjük indult, melyek során többségében kiemelkedő egyetemekkel, kutatóintézetekkel és több esetben világhírű cégekkel dolgoznak együtt (zárójelben a SZTAKI-s témavezetők nevei és a projektek főbb adatai, beleértve az intézet által a *teljes időszakra* elnyert támogatás mértékét is):

ITSSv6 IPv6 ITS Station Stack for Cooperative Systems FOTs,
(*Edelmayer András, FP7, 224 800 €, 2011-2014*)

A projekt az intelligens jármű és közlekedési rendszerekben használható mobil IPv6 kommunikációs protokoll kidolgozásával és az IPv6 címzési mód járművek geográfiai pozíció információval történő kiterjesztését célozza.

Visionair VISION Advanced Infrastructure for Research,
(*Váncza József, FP7, 172 910 €, 2011-2015*)

A projekt egy közös európai, tudományos kutatást támogató világszínvonalú vizualizációs infrastruktúrát hoz létre. A SZTAKI interaktív háromdimenziós virtuális szobájával kapcsolódik a hálózatba.

CAPINFOOD Improving the enabling environment and public awareness for innovation
in the food sector in the South-East European countries through
transnational collaboration, (*Haidegger Géza, SEE, 153 064 €, 2011-2014*)

A projekt dél-kelet Európa élelmiszeripari szektorában, 9 országban az innovációs lehetőségek javítását célozza.

SMART Smart framework conditions for SMEs focused on Modern Industrial
FRAME Technologies, (*Kopácsi Sándor, EU-CE, 246 390 €, 2011-2014*)

A projekt célja közép-európai innovációs hálózatok fejlesztése ígéretes piaci technológiákra fókuszálva: anyagok, felületek, technológia-orientált folyamatok, érzékelők és aktuátorok, valamint ezek termékekbe és gyártásba történő integrációja.

GLOBAL Extended curriculum for science infrastructure online,
Excursion (*Lovas Róbert, FP7, 63 344 €, 2011-2014*)

A projekt célja, hogy a közoktatásban a természettudományi tantárgyak tanmeneteit az e-infrastruktúrák bevonásával színesítsék. A SZTAKI a projekthez a Desktop Grid kutatási irányzattal kapcsolatban járul hozzá.

SCI-BUS SCIENTific gateway Based User Support,
(*Kacsuk Péter, FP7, 690 387 €, 2011-2014*)

Az intézetben kifejlesztett WS-PGRADE portálra alapulva egy általános célú DCI portál kifejlesztése és erre alapulva 27 alkalmazás-specifikus portál létrehozása és szervizkenti működtetése felhasználói közösségek számára. A koordinátor szerep ellátásán felül az intézet feladata a WS-PGRADE portál továbbfejlesztése és kiterjesztése számítási felhőkre.

CRISP Cluster of Research Infrastructures and Synergies in Physics
(Kacsuk Péter, FP7, 50 000 €, 2011-2014)

A projekt kilenc ESFRI kutatási infrastruktúrát kapcsol össze. Célja, hogy magas szolgáltatásminőséget biztosítson az Európai Kutatási Térségben.

AgINFRA A data infrastructure to support agricultural scientific communities
(Kacsuk Péter, FP7, 320 000 €, 2011-2014)

Infrastruktúra kidolgozása, mely az agrártudomány területén elért tudományos és technológia eredmények hasznosítását teszi lehetővé. A SZTAKI elsősorban a gUSE és WS-PGRADE termékeire alapozva járul hozzá a projekt munkálataihoz.

ACTUATION 2015 Modular Electro Mechanical Actuators for ACARE 2020 aircraft and helicopters, (Bokor József, FP7, 314 640 €, 2011-2014)

A repülésben a technológia és magas ár miatt még nem elterjedt elektro-mechanikus aktuátorok kutatásával és a fejlesztéshez szükséges eszközrendszer kialakításával foglalkozik a projekt, a "teljesen elektromos repülőgép" célkitűzés érdekében.

VERYSCHOOL Valuable Energy for smart School,
(Ilie-Zudor Elizabeth, FP7, 125 975 €, 2011-2014)

A projekt célja kifejezetten az iskolaépületek energiahatékonyságának felmérését és javítását célzó keretrendszer létrehozása.

RLW Navigator Remote Laser Welding System Navigator for Eco & Resilient Automotive Factories, (Váncza József, FP7, 295 400 €, 2012-2014)

Műszaki, gazdasági és környezeti szempontok alapján egyaránt hatékony robotos lézerhegesztési rendszerek tervezésére és működtetésre irányul a projekt, melyet az európai autópálya igényei motiválnak.

PARAMTIGHT Parameterized complexity and the search for tight complexity results,
(Marx Dániel, FP7, 1 150 000 €, 2012-2016)

Cél az algoritmikusan nehéz problémák komplexitásának pontosabb megértése a paraméteres bonyolultság eszközeivel. Egyrészt annak pontos meghatározása, hogy a feladat különböző paraméterei hogyan befolyásolják a probléma megoldásához szükséges időt, másrészt olyan algoritmusok konstruálása, melyeknél a futási idő paramétereiktől való függése optimális.

INARMERA-ICT Integrating Armenia Into Era: Information and Communication, Technologies, (Demetrovics János, FP7, 80 678 €, 2012-2015)

Az Örmény Tudományos Akadémia Informatikai és Automatizálási Kutató Intézete által koordinált projekt feladata elsősorban az intézmény (és rajta keresztül Örményország) kutatási tevékenységeinek bekapcsolása az EU-s kutatási programokba.

PROACTIVE Predictive Reasoning and Multi-source Fusion Empowering Anticipation of Attacks and Terrorist Actions in Urban Environments,
(Havasi László Rajmund, FP7, 313 240 €, 2012-2015)

A konzorcium által kitűzött cél a városi környezetben is megbízhatóan működő, döntéstámogató és terrorista tevékenységet előrejelző szenzor-fúziós rendszer létrehozása.

OTKA Nemlineáris rendszerek analízise és diagnosztikája mérnöki elvekre épülő modellekkel, (Hangos Katalin, 2011-2015, 22 028 eFt)

Modell alapú módszerek alkalmazása a nemlineáris rendszerek dinamikus analízise és diagnosztikája területén felmerülő kutatási problémák megoldására a termodinamika, a mérnöki tudományok, és a rendszer- és irányításmélet integrálásával. Ezen belül pozitív

nemlineáris rendszerek fizikailag értelmes realizációinak, és ezek strukturális stabilitásának vizsgálata, valamint optimalizáláson alapuló nemlineáris energetikai és kvantum rendszerek paramétereinek becslésére alkalmas algoritmusok kifejlesztése és vizsgálata.

NKTH-OTKA Újszerű multimédia kiszolgálási-réteg fejlett optimalizálási technikákkal,
(*Szkaliczki Tibor, 2011-2013, 14 761 eFt*)

A projekt célja formális és kombinatorikus optimalizálási módszerek alkalmazása multimédia kiszolgálásra szolgáló újszerű szétosztó réteg kifejlesztésében, amely hatékonyan képes kezelni a legkülönbözőbb minőségben, célokkal és követelményekkel keletkező és hasznosuló multimédiás adatok nagy tömegét.

OTKA Távérzékelte adatok átfogó elemzése,
101598 (*Benedek Csaba, 2012-2014, 11 999 eFt*)

A projekt célja új mintafelismerési és rekonstrukciós módszerek kifejlesztése különböző távérzékelte adatok egységes kezelésére és automatikus feldolgozására. Modellek készülnek alakzatok, hierarchikus struktúrák és változások osztályok közös reprezentálására, kétdimenziós légi képek és radarképek illetve háromdimenziós LIDAR adatok alapján.

OTKA Kiloprocesszoros tömbszámítógép architektúrák komplex számításigényes
84267 problémák megoldására, (*Szolgay Péter, 2011-2014, 21 871 eFt*)

A kutatás célja új algoritmusok létrehozása a sok ezer processzoros chippek világában, kihasználva a processzor és memória tömbök celluláris szerkezetében a fizikai, illetve logikai precedenciák meghatározó voltát. A sebesség, disszipált teljesítmény, felület, számítási pontosság és a külső memória-elérés sávszélessége az egyszerre kezelendő kritikus tervezési paraméterek.

V. A 2011-ben megjelent jelentősebb tudományos publikációk

- [1] Bacsó, G. - Tuza, Z.: Optimal guard sets and the Helly property. **European Journal of Combinatorics** 32 : 28-32. (2011.)
- [2] Benedek, C.: Detection of soldering defects in printed circuit boards with hierarchical marked point processes. **Pattern Recognition Letters** (32) : 1535-1543. (2011.)
- [3] Bozóki, S. - Fülöp, J. - Koczkodaj, W.: An LP-based inconsistency monitoring of pairwise comparison matrices. **Math. and Computer Modelling** 54 : 789-793. (2011.)
- [4] Corinto, F. - Gilli, M. - Roska, T.: On full-connectivity properties of locally connected oscillatory networks. **IEEE Tr. on Circuits and Systems I** 58 (5) : 1063-1075. (2011.)
- [5] Csetverikov, D. - Fazekas, S. - Haindl, M.: Dynamic texture as foreground and background. **Machine Vision and Applications** 22 : 741-750. (2011.)
- [6] Csuhaj Varjú, E. - Oswald, M. - Vaszil, G.: PC grammar systems with clusters of components. **Int. J. of Foundations of Computer Science** 22 (1) : 203-212. (2011.)
- [7] Drótos, M. - Kis, T.: Resource leveling in a machine environment. **European Journal of Operational Research** 212 (1) : 12-21. (2011.)
- [8] Farkas, Z. - Kacsuk, P.: P-GRADE Portal: A generic workflow system to support user communities. **Future Generation Computer Systems** 27 (5) : 454-465. (2011. 05.)
- [9] Gerencsér, L. - Finesso, L.: A two-stage information criterion for stochastic systems revisited. **Automatica** 47 (12) : 2791-2795. (2011.)
- [10] Gyárfás, A. - Ruszinkó, M. - Sárközy, G. - Szemerédi, E.: Partitioning 3-colored complete graphs into three monochromatic cycles. **Electronic Journal of Combinatorics** 18 (#P53) : 1-16. (2011.)
- [11] Gyárfás, A. - Sárközy, G.: The 3-colour Ramsey number of a 3-uniform Berge cycle.

- Combinatorics, Probability and Computing** 20 (1) : 53-71. (2011.)
- [12] György, A. - Kocsis, L.: Efficient multi-start strategies for local search algorithms. **Journal of Artificial Intelligence Research** 41 : 407-444. (2011.)
- [13] Kacsuk, P. - Kovács, J. - Farkas, Z. - Marosi, A. - Balaton, Z.: Towards a powerful European DCI based on desktop grids. **J. of Grid Computing** 9 (2) : 219-239. (2011.)
- [14] Kecskeméti, G. - Terstyánszky, G. - Kacsuk, P. - Németh, Z.: An approach for virtual appliance distribution for service deployment. **Future Generation Computer Systems** 27 (3) : 280-289. (2011.)
- [15] Kovács, A. - Erdős, G. - Viharos, Z. - Monostori, L.: A system for the detailed scheduling of wind farm maintenance. **CIRP Annals – Manufacturing Technology** 60 (1) : 497-501. (2011.)
- [16] Kovács, A. - Kis, T.: Constraint programming approach to a bilevel scheduling problem. **Constraints** 16 (3) : 317-340. (2011.)
- [17] Kovács, A.: Optimizing the storage assignment in a warehouse served by milkrun logistics. **International Journal of Production Economics** 133 (1) : 312-318. (2011.)
- [18] Mészáros, C.: Solving quadratically constrained convex optimization problems with an interior-point method. **Optimization Methods & Software** 26 (3) : 421-429. (2011.)
- [19] Poussot-Vassal, C. - Sename, O. - Dugard, L. - Gáspár, P. - Szabó, Z. - Bokor, J.: Attitude and handling improvements through gain-scheduled suspensions and brakes control. **Control Engineering Practice** 19 (3) : 252-263. (2011.)
- [20] Rödönyi, G. - Gáspár, P.: Iterative design of structured uncertainty models and robust controllers based on closed-loop data. **IET Control Theory & Applications** 4 (12) : 2823-2836. (2010.)
- [21] Rojas, C. - Hjalmarsson, H. - Gerencsér, L. - Martensson, J.: An adaptive method for consistent estimation of real-valued non-minimum phase zeros in stable LTI systems. **Automatica** 47 : 1388-1398. (2011.)
- [22] Szabó, Z. - Marcos, A. - Mostaza Prieto, D. - Kerr, M. - Rödönyi, G. - Bokor, J. - Bennani, S.: Development of an integrated LPV/LFT framework: modeling and data-based validation tool. **IEEE Tr. on Control Systems Techn.** 19 (1) : 104-117. (2011.)
- [23] Szederkényi, G. - Hangos, K. - Péni, T.: Maximal and minimal realizations of reaction kinetic systems: computation and properties. **Match-Communications in Mathematical and in Computer Chemistry** 65 (2) : 309-332. (2011.)
- [24] Szederkényi, G. - Hangos, K.: Finding complex balanced and detailed balanced realizations of chemical reaction networks. **Journal of Mathematical Chemistry** 49 (6) : 1163-1179. (2011.)
- [25] Szolgay, D. - Szirányi, T.: Optimal stopping condition for iterative image deconvolution by a new orthogonality criterion. **Electronics Letters** 47 (7) : 442-444. (2011.)
- [26] Tapolcai, J. - Ho, P. - Rónyai, L. - Babarcsi, P. - Wu, B.: Failure localization for shared risk link groups in all-optical mesh networks using monitoring trails. **Journal of Lightwave Technology** 29 (10) : 1597-1606. (2011.)
- [27] Tapolcai, J. - Wu, B. - Ho, P. - Rónyai, L.: A novel approach for failure localization in all-optical mesh networks. **IEEE/ACM Tr. on Networking** 19 (1) : 275-285. (2011.)
- [28] Váncza, J. - Monostori, L. - Lutters, D. - Kumara, S. - Tseng, M. - Valckenaers, P. - Van Brussel, H.: Cooperative and responsive manufacturing enterprises. **CIRP Annals – Manufacturing Technology** 60 (2) : 797-820. (2011.)
- [29] Zarándy, Á. - Rekeczky, C.: 2D operators on topographic and non-topographic architectures-implementation, efficiency analysis, and architecture selection methodology. **Int. J. of Circuit Theory and Applications** 39 (10) : 983-1005. (2011.)