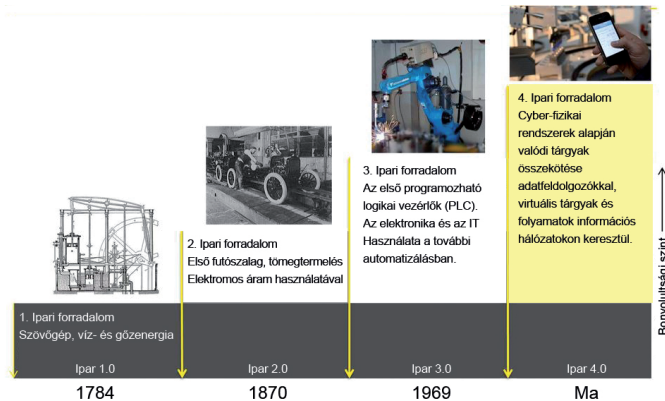


A negyedik ipari forradalom – Industry 4.0

Simon János

1. Bevezetés

Az Industry 4.0 a következő ipari forradalom. Az első volt a történelemórákon tanult, hagyományos értelemben vett ipari forradalom (mechanizáció), amelyet másodikként a Taylorizmus (futószalagos gyártás) követett, majd a számítógépek és informatikai rendszerek megjelenése után köszöntött be a Computer-Integrated-Manufacturinghoz (CIM) köthető, harmadik forradalom. A Web 3.0 a „Dolgok internete”, amelyben lehetővé válik a digitális világ összekapcsolása a fizikai világgal, és ezáltal az üzleti modellek is összeköthetővé válnak az üzleti szolgáltatásokon keresztül („Connected Business Models”).



1. ábra

Ipari forradalmak

Forrás: www.industry40wood.com (A letöltés dátuma: 2016. 11. 03.)

A kommunikáció már nemcsak emberek között, hanem gépek, illetve emberek és gépek között folyik. Az elmúlt években számos ehhez kapcsolódó fogalom/jelenség kapott szárnyra: *smart grid* (intelligens áramhálózat), *smart building* (intelligens lakás/ház), *smart product* (intelligens termék), *smart logistic* (intelligens logisztika), *smart factory* (intelligens gyár), *smart home* (intelligens háztartás), *smart mobility* (intelligens közlekedés). Vagyis az Industry 4.0-ban nyílik lehetőség az intelligens gyár (*smart factory*) megvalósítására, amelynek alapját az internet, valamint a rendszerek és gépek hálózatosodása képezi. Az Industry

4.0 új követelményeket támaszt a vállalatirányítással, ezáltal a termelési megfigyeléssel és a termelésirányítással szemben.¹

2. Ipar 4.0 mint koncepció

A szakértők egyetértenek abban, hogy az Ipar 4.0 gyorsan és mélyrehatóan változtatja meg a termelési és logisztikai folyamatokat. A Bosch Rexroth és a Bosch csoport a kezdetektől az úgynevezett negyedik ipari forradalom élén jár.² A vállalatcsoport azonban nemcsak fejleszti, hanem gyáraiban alkalmazza is a koncepciót és az ezzel kapcsolatos új megoldásokat. Az így gyűjtött tapasztalatok alapján a *Drive & Control Academy* szakemberei kifejlesztették az mMS4.0 oktatóberendezést, amelynek segítségével az Ipar 4.0 a gyakorlatban is könnyen modellezhető.³ A berendezés egy teljes termelési rendszer összes funkcióját tartalmazza. A rendszer moduláris, további cellák, például egy hat szabadságfokú robot is egyszerűen hozzáadható. Az *Open Core Engineering* segítségével a tanulók magas szintű programnyelveken programozhatják az ipari PLC-ket, az anyagáramlás RFID-rendszer segítségével követhető, és a termelési adatok összeköthetők a különböző vállalatirányítási rendszerekkel (például: ERP, MES, SAP). Ezenfelül a könnyebb megértés érdekében a Rexroth modern, animációkkal és videókkal színesített e-training oktatóanyagot is kínál az Ipar 4.0-hoz.⁴ A Bosch Rexroth oktatási csomagja és az mMS4.0 oktatócsomag segítségével a tanulók és a szakemberek már ma elsajátíthatják a jövő gyárában szükséges tudást és képességeket.⁵

¹ ATZORI, L. et alii (2012): The Social Internet of Things (SIoT) – When Social Networks Meet the Internet of Things: Concept, Architecture and Network Characterization. *Computer Networks*, Vol. 56. No. 16. 3594–3608.; KULJIC, B. – SIMON J. – SZAKÁLL T. (2009): Pathfinding Based on Edge Detection and Infrared Distance Measuring Sensor. *Acta Polytechnica Hungarica, Journal of Applied Sciences*, Vol. 6. No. 1. 103–116.; DOBRILOVIC, D. et alii (2014): *Software Application for Analyzing ZigBee Network Performance in University Courses*. Unpublished, submitted to the IEEE 12th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics in June 2014.

² ATZORI et al. 2012.

³ ARNDT, M. et alii (2013): Performance Evaluation of Ambient Services by Combining Robotic Frameworks and a Smart Environment Platform. *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 61. No. 11. 1173–1185.; DISTEFANO, S. – MERLINO, G. – PULIAFITO, A. (2014): A Utility Paradigm for Iot: The Sensing Cloud. *Pervasive and Mobile Computing*, No. 1. 1–39.

⁴ BÁLINT Á. – SÁROSI J. (2016): Design and Implementation of a Radio Controlled LED Lighting System. *Analecta (Review of Faculty of Engineering, Analecta Technica Szegedinensia)*, Vol. 10. 1. 29–34.; BORGIA, E. (2014): The Internet of Things Vision: Key Features, Applications and Open Issues. *Computer Communications*, Vol. 54. No. 1. 1–31.

⁵ DOBRILOVIĆ, D. et alii (2013): *Approach In Teaching Wireless Sensor Networks and IoT Enabling Technologies In Undergraduate University Courses*. Proceedings of the 2nd regional conference Mechatronics in Practice and Education. Subotica, MechEdu. 18–22.; ROUSSEAU, F. – LHOSTE, K. (2009): *Rapid Software Prototyping Using Ajax and Google Map API*. Second International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions. Achi, 317–323.



2. ábra

Ipar 4.0

Forrás: Ipar 4.0. Elérhető: www.boschrexroth.com/hu/hu/trendek/ipar-4-0/industry-4-0 (A letöltés dátuma: 2016. 11. 03.)

A Bosch Rexroth egy újfajta megközelítést vezetett be, hogy összekapcsolja a PLC-programozást és az IT-automatizálást. A Hannoveri vásár fókusztemájaként bemutatott Industry 4.0 egyik legmarkánsabb úttörője nem volt más, mint az Open Core Engineering.⁶ A Rexroth által kifejlesztett egyedülálló 4EE-program technológiákon átívelően mutatta és mutatja meg, milyen speciális megtakarítási lehetőségek rejlenek egy adott iparág területén. Amikor a rendszert mint egészet vesszük figyelembe, akár 80%-os energiamegtakarítást is elérhetünk. A Bosch Rexroth rendszerszintű gondolkodásmódjának legújabb bizonyítéka a tavalyi évben piacra dobott *Open Core Engineering*, amelynek köszönhetően a tervezői szabadságnak és a nagyobb hatékonyság elérésének nincs többé akadálya.⁷ Ezen platform segítségével a szoftverfejlesztők nagyobb szabadságot érhetnek el. A gépgyártók a magasabb szintű programozási nyelvek révén könnyedén hozzáférnek a Rexroth által kínált IndraMotion MLC és IndraLogic XLC rendszermegoldások vezérlőjének központi részéhez. Ez lehetővé teszi számukra a vevőspecifikus megoldások független és egyszerűbb megvalósítását a korábbiaknál jóval kisebb költségek mellett.⁸

3. Open Core Engineering

Rugalmas, hatékony, innovatív, egyedi, jövőbiztos megoldás. A piacon nincs még egy olyan alkalmazás, amelyik összekapcsolja az összes szoftveralapú, intelligens mérnöki eszközt valamennyi hajtás- és vezérléstechnikával.⁹ Azok a szoftvereszközök, amelyek az IndraWorks programkörnyezet részei, lefedik a teljes mérnöki munkafolyamatot, míg a funkció-

⁶ GRIECO, L. A. et alii (2014): IoT-aided Robotics Applications: Technological Implications, Target Domains and Open Issues. *Computer Communications*, Vol. 54. No. 1. 32–47.

⁷ SÁROSI J. (2014): *Mérési adatok gyűjtése*. Szeged, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar. 100.

⁸ FÜRSTNER, I. – GOGOLAK, L. (2015): Presentation of the Developed Mechatronic Devices for Exhibition Purposes. *International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems*, Vol. 6. No. 1. 23–28.; GUBBI J. (2013): Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions. *Future Generation Computer Systems*, Vol. 29. No. 7. 1645–1660.

⁹ TERDIK Gy. – GÁL Z. (2013): *Advances and Practice in Internet of Things: a Case Study*. Proceedings of IEEE 4th International Conference on Cognitive Infocommunications. Budapest, 435–440.

Lásd www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/overview.html (A letöltés dátuma: 2016. 11. 03.)

eszközök egyszerűsítik a komplex gépi folyamatok megvalósítását, és lehetővé teszik az új és innovatív gépi funkciók gyorsabb integrálását.

4. Open Core Interface

Innovatív interfésztechnológia, amely híd a PLC-automatizálás és az IT-alapú automatizálás között. Magasabb szintű programozási nyelven megírt és külső készüléken futó alkalmazás, amely az összes vezérlő- és hajtásfunkcióhoz lehetővé teszi a hozzáférést. Az Open Core Interface egy szoftverfejlesztő készlet (SDK) segítségével érhető el.¹⁰



3. ábra

IoT alkalmazási területe

Forrás: Elérhető: <http://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/134751-El-futuro-de-la-produccion.html>
(A letöltés dátuma: 2016. 11. 03.)

Az Open Core Interface révén a gépgyártók szabadon választhatják meg a platformot: PC, kontroller, okostelefon vagy táblagép, valamint a programozás nyelvét: C/C++, C# (.NET), Visual Basic, VBA (Office), LabView G, Objective-C, Java vagy Microsoft COM könyvtáron alapuló egyéb nyelv.¹¹ Segítségével saját alkalmazásokat írhatunk, amely futhat valós időben magán a vezérlőn, vagy nem valós időben egy külső készüléken.

Az Open Core Interface támogatja az Apple iOS és a Google Android rendszereket is, így a natív alkalmazások révén az okoskészülékek (telefon és táblagép) könnyedén integrálhatók az automatizálási folyamatba, és a gépgyártók új diagnosztikai és kezelői meg-

¹⁰ MESTER Gy. (2006): *Distance Learning in Robotics*. Proceedings of The Third International Conference on Informatics, Educational Technology and New Media in Education. Sombor. 239–245.; MESTER Gy. (2007): *Improving the Mobile Robot Control in Unknown Environments*. Proceedings of the YUINFO'2007. Kopaonik. 11–14. 03. 2007.; MESTER Gy. (1994): *Adaptive Force and Position Control of Rigid Link Flexible-Joint Scara Robots*. Proceedings of the International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation. 20th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society IECON, 94. Bologna, 1639–1644.

¹¹ SIMON J. (2014): *A tárgyak internete – Internet of Things (IoT)*. A Magyar Tudomány Napja a Délvidéken. Novi Sad. 1–9.

oldásokkal segíthetik a gépkezelők munkáját. A natív program kizárólag okoskészüléken fut, így a vezérlő programja érintetlen marad.¹²

5. Ipar 4.0 Magyarországon

2016 májusában Magyarország Kormányának hathatós támogatásával és kötelezettségvállalásával, a Nemzetgazdasági Minisztérium és az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet szervezésében mintegy 40 hazai telephellyel rendelkező vállalkozás, kutatóintézet, szervezet és oktatási intézmény részvételével megalakult az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform.

Ennek megalapítása mögött az a felismerés áll, hogy az ipar Magyarországon is egy új technológiai korszakváltáshoz érkezett, amelyben az internetgazdaság alapjaiban alakítja át a gyártási és a kapcsolódó logisztikai rendszereket.¹³ E folyamat a fizikai és a digitális világ közötti hidak előrehaladott és ütemes kiépítését, különleges innovációs alkalmazkodást, minden korábbinál gyorsabb válaszokat, bátor innovációs lépéseket kíván a gazdaság minden szereplőjétől, különös tekintettel az Irinyi-terv kiemelt ágazataiban érintett meghatározó vállalatoktól, a kormányzati gazdaságpolitikától, valamint az innovációs rendszer intézményeitől. A megoldandó elméleti és gyakorlati problémák olyan sokrétűek, hogy elengedhetetlen egyrészt a hazai egyetemi és kutatóintézeti szféra és az iparvállalatok együttműködése, másrészt pedig a nemzetközi kooperáció.¹⁴

Mindezek tudatában és a hazánk által elért globális ipari versenyképességi vívmányok megerősítése érdekében az alapítók szorgalmazták az eddig kialakult széles és eredményes partneri viszonyok további elmélyítését, az Európában kialakult legjobb gyakorlatoknak, elsősorban a legfejlettebb németországi mintáknak átvételét, illetve a nekik megfelelő együttműködés intenzív, cselekvésorientált rendszerének megteremtését.¹⁵

A Platform eredményes működésében a minisztérium a magas hozzáadott értékű kutatási és fejlesztési tevékenységek magyarországi katalizátorát, a hazai vállalati szektor felkészítésének, innovációs adaptációjának megkerülhetetlen eszközét, a szakemberképzésnek az új követelmények szerinti fókuszálását segítő szervezetet, és végeredményben az Ipar 4.0 program hazai sikerének egyik kulcstényezőjét látja és várja.¹⁶

¹² SIMON J. et alii (2015): *The Web of Things and Database Services*. Proceedings of the International Conference on Applied Internet and Information Technologies AIIT. Zrenjanin. 235–238.; SIMON J. (2013): Optimal Microclimatic Control Strategy Using Wireless Sensor Network and Mobile Robot. *Acta Agriculturae Serbica*, Vol. 18. No. 36. 3–12.

¹³ SIMON J. – MARTINOVIC, G. (2013): Navigation of Mobile Robots Using WSN's RSSI Parameter and Potential Field Method. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 10. No. 4. 107–118.; SIMON J. – MATJEVICS, I. (2011): *Simulation and Implementation of Mobile Measuring Robot Navigation Algorithms in Controlled Microclimatic Environment Using WSN*. Proceedings of the IEEE 9th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics – SISY. Subotica. 275–279.; Ipar 4.0. Elérhető: [www.boschrexroth.com/hu/hu/trendek/ipar-4-0/industry-4-0/](http://www.boschrexroth.com/hu/hu/trendek/ipar-4-0/industry-4-0) (A letöltés dátuma: 2016. 11. 03.)

¹⁴ VIJAYKUMAR S. – SARAVANAKUMAR S. G. (2011): Future Robotics Database Management System Along With Cloud TPS. *International Journal on Cloud Computing: Services and Architecture*, Vol. 1. No. 3. 103–114.; GÁL Zoltán et alii (2014): Internet of Things: Application Areas and Research Results of the FIRST Project. *Infocommunications Journal*, Vol. 6. No. 3. 37–44.

¹⁵ Ipar 4.0. Elérhető: www.boschrexroth.com/hu/hu/trendek/ipar-4-0/industry-4-0 (A letöltés dátuma: 2016. 11. 03.)

¹⁶ Uo; SIMON 2014.

Az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform különböző munkacsoportokat működtet az alapszabályában megfogalmazott küldetése teljesítése érdekében. Ezek egy-egy I4.0-val összefüggő specifikus terület sajátos kérdéseivel és a kihívásokra adandó, javaslatok formájában megfogalmazott válaszok kidolgozásával foglalkoznak. A munkacsoportokban a tagok adott szakterületet képviselő delegáltjai vesznek részt. Munkájukat a kormányzati szakpolitikai fórummal szoros együttműködésben végzik, így hozzájárulnak a kormányzati stratégiai célok megvalósításához is.¹⁷

Jelenleg a platformnak a következő hét munkacsoportja létezik:

- Stratégiai tervezés,
- Infokommunikációs technológiák,
- Foglalkoztatás, oktatás és tréning,
- Ipar 4.0 kísérleti mintarendszerek,
- Jogi keretek meghatározása,
- Gyártás és logisztika,
- Innováció és üzleti modell.

Noha a vállalatok számos esetben vagy csak a gyártás/logisztika, vagy csak az információs és kommunikációs technológiák oldaláról közelítik meg a kérdést, manapság a számítástechnika-tudomány és a gyártástudomány konvergenciája egyértelmű, a kettő nem választható szét. A platform egyik célja, hogy minden szereplő átlássa a magas fokú informatikai támogatásból fakadó előnyöket.¹⁸

6. Egyedi tömeggyártás

Sok gyártó felismerte, hogy az ügyfelek egyre konkrétabb igényekkel rendelkeznek, egyre személyre szabottabb terméket szeretnének, ezért is jelentek meg a moduláris okosórák, telefonok és az egyéb olyan műszaki termékek, amelyek már pontosan azokkal a tulajdonságokkal rendelkeznek, amiket az ügyfél megálmodott.¹⁹ Ezt a trendet követi az ipar 4.0 a gyártásban is, egy autógyárban a szerelőszalagot nem kell leállítani és átállítani ahhoz, hogy különböző felszereltségű autók gördüljenek le a szalagról. Nemcsak a gyártás változik meg, hanem új termékek is létrejönnek, és olyan platformok, ahol az ügyfél pontosan kommunikálni tudja a gyártó felé, hogy mit is szeretne. Ezt hívják egyedi tömeggyártásnak, ami az ipar 4.0 egy másik fontos eleme.

A Nobilia Európa egyik legnagyobb konyhabútorgyára például élen jár ebben. A vállalat a sorozatgyártás ellenére olyan beépített konyhákat gyárt, amelyek a vevők teljesen egyedi igényeinek megfelelnek.²⁰ Igaz, már az 1990-es években megkezdtek a teljes gyár-

¹⁷ SIMON J. – MARTINOVIĆ, G. (2009): *Web Based Distant Monitoring and Control for Greenhouse Systems Using the Sun SPOT Modules*. Proceedings of the Conference SISY. Subotica. 1–5.

¹⁸ SIMON J. – ČOVIĆ, Z. (2015): Data Management of the Autonomous Mobile Devices and Internet of Things. *ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering*, No. 3. 265–268.; SIMON et al. 2015.

¹⁹ FÜRSTNER I. – GOGOLAK L. (2015): Presentation of the Developed Mechatronic Devices for Exhibition Purposes. *International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems*, Vol. 6. No. 1. 23–28.

²⁰ TERDIK–GÁL 2013.

tási folyamathoz kapcsolódó alkatrész- és termelési adatok átláthatóvá tételét, egységesített kezelését.

7. Big Data

Természetesen a gyártási folyamatok digitalizálása azt is jelenti, hogy hatalmas mennyiségű adat keletkezik a gyárakban, aminek az elemzése nemcsak nagy számítási kapacitást és adattároló készséget, hanem speciális elemzési tudást is igényel. Ehhez egyrészt kiváló szoftveres támogatásra, másrészt tehetséges IT-szakemberekre is szükség van, méghozzá az adott iparágban szerzett tapasztalattal.²¹ Az adatok elemzésének a döntéshozatalban, a gyártási folyamatok javításában és ezek által a versenyképesség növelésében van nagy szerepe.²²

8. Összegzés

A nyugati civilizáció eddig három ipari forradalmat élt meg, a gőzgépek, szerelőszalagok és az automatizáció után most egy teljesen új, negyedik ipari forradalom zajlik. Ez arról szól, hogy a fizikai gépek és tárgyak egy információs hálózatba kapcsolódnak, a reálgazdaság egyetlen hatalmas, intelligens információs rendszerbe integrálódik. Az Ipar 4.0 pedig egy olyan koncepció, amely az újkeletű forradalom kihívásaira ad válaszokat, mégpedig elsősorban az ipari folyamatok teljes digitalizációjával. De nem csupán a technológia térhódításáról van szó, hanem az üzleti folyamatok paradigmaváltásáról is. Magyarországnak és Európának pont az Ipar 4.0-ra van szüksége.

Egyértelmű előnyök:

- akár 30%-os termelékenység növekedés,
- moduláris megoldások kicsitől a nagyig,
- a szoftvermodulok szorosan összekapcsolhatók,
- gyors reakció az új trendekre és ügyféligényekre,
- kisebb tőkeigény,
- kisebb forgóeszközigény, alacsonyabb készletszint,
- kis helyigényű technológia, minimális félkész termék,
- hatékonyság és átláthatóság az adatstruktúrákban és folyamatokban,
- hatékony gépek, hatékony folyamatok, hatékony szoftverek, hatékony gyártás.

Az új világ más követelményeket támaszt majd a jövő dolgozóival szemben, a World Economic Forum tanulmánya szerint 5 millió munkahely szűnhet meg 2020-ig a világban – igaz, 2,1 millió új munkahely teremődik is. Természetesen a megszűnő és az elő-

²¹ DOBRILOVIĆ et al. 2013.

²² SIMON J. – ČOVIĆ, Z. (2015): Data Management of the Automomous Mobile Devices and Internet of Things. *ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering*, No. 3. 265–268.; SIMON–MATIJEVICS 2011.; Ipar 4.0. Elérhető: www.boschrexroth.com/hu/hu/trendek/ipar-4-0/industry-4-0 (A letöltés dátuma: 2016. 11. 03.)

álló munkahelyek nem ugyanazokat a képességeket igénylik, ezért óriási felelőssége van az országok oktatáspolitikáinak abban, hogy a jövő versenyképes munkaerőjét kiképezzék.

Felhasznált irodalom

- ARNDT, M. – WILLE, S. – DE SOUZA, L. – FORTES REY, V. – WEHN, N. – BERNIS, K. (2013): Performance Evaluation of Ambient Services by Combining Robotic Frameworks and a Smart Environment Platform. *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 61. No. 11. 1173–1185.
- ATZORI, L. – IERA, A. – MORABITO, G. – NITTI, M. (2012): The Social Internet of Things (SIoT) – When Social Networks Meet the Internet of Things: Concept, Architecture and Network Characterization. *Computer Networks*, Vol. 56. No. 16. 3594–3608.
- BÁLINT Á. – SÁROSI J. (2016): Design and Implementation of a Radio Controlled LED Lighting System. *Analecta (Review of Faculty of Engineering, Analecta Technica Szegedinensia)*, Vol. 10. No. 1. 29–34.
- BORGIA, E. (2014): The Internet of Things Vision: Key Features, Applications and Open Issues. *Computer Communications*, Vol. 54. No. 1. 1–31.
- DISTEFANO, S. – MERLINO, G. – PULIAFITO, A. (2014): A Utility Paradigm for Iot: The Sensing Cloud. *Pervasive and Mobile Computing*, No. 1. 1–39.
- DOBRILLOVIĆ, D. – ČOVIĆ, Z. – STOJANOV, Ž. – BRITKA, V. (2013): Approach In Teaching Wireless Sensor Networks and IoT Enabling Technologies In Undergraduate University Courses. Proceedings of the 2nd Regional Conference Mechatronics in Practice and Education. Subotica, MechEdu. 18–22.
- DOBRILLOVIC, D. – STOJANOV, Ž. – BRITKA, V. – ČOVIĆ, Z. – BILINAC, N. (2014): *Software Application for Analyzing ZigBee Network Performance in University Courses*. Unpublished, submitted to the IEEE 12th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics in June 2014.
- FÜRSTNER, I. – GOGOLAK, L. (2015): Presentation of the Developed Mechatronic Devices for Exhibition Purposes. *International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems*, Vol. 6. No. 1. 23–28.
- GÁL Z. – ALMÁSI B. – DABÓCZI T. – VIDA R. – ONIGA, S. – BARAN S. – FARKAS I. (2014): Internet of Things: Application Areas and Research Results of the FIRST Project. *Infocommunications Journal*, Vol. 6. No. 3. 37–44.
- GRIECO, L. A. – RIZZO, A. – COLUCCI, S. – SICARIO, S. – PIRO, G. – DI PAOLA, D. – BOGGIA, G. (2014): IoT-aided Robotics Applications: Technological Implications, Target Domains and Open Issues. *Computer Communications*, Vol. 54. No. 1. 32–47.
- GUBBI, Ja. – BUYYA, R. – MARUSIC, S. – PALANISWAMIA, M. (2013): Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions. *Future Generation Computer Systems*, Vol. 29. No. 7. 1645–1660.
- Ipar 4.0. Elérhető: www.boschrexroth.com/hu/hu/trendek/ipar-4-0/industry-4-0 (A letöltés dátuma: 2016. 11. 03.)
- KULJIĆ, B. – SIMON J. – SZAKÁLL T. (2009): Pathfinding Based on Edge Detection and Infrared Distance Measuring Sensor. *Acta Polytechnica Hungarica, Journal of Applied Sciences*, Vol. 6. No. 1. 103–116.

- MESTER Gy. (1994): *Adaptive Force and Position Control of Rigid Link Flexible-Joint Scara Robots*. Proceedings of the International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation. 20th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society IECON, 94. Bologna, 1639–1644.
- MESTER Gy. (2006): *Distance Learning in Robotics*. Proceedings of The Third International Conference on Informatics, Educational Technology and New Media in Education. Sombor. 239–245.
- MESTER Gy. (2007): *Improving the Mobile Robot Control in Unknown Environments*. Proceedings of the YUINFO'2007. Kopaonik. 11–14. 03. 2007.
- ROUSSEAU, F.– LHOSTE, K. (2009): *Rapid Software Prototyping Using Ajax and Google Map API*. Second International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions. Achi, 317–323.
- SÁROSI J. (2014): *Mérési adatok gyűjtése*. Szeged, Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar. 100.
- SIMON J. – ČOVIĆ, Z. – FÜRSTNER, I. – GOGOLAK, L. – DOBRILLOVIĆ, D. (2015): *The Web of Things and Database Services*. Proceedings of the International Conference on Applied Internet and Information Technologies AIIT. Zrenjanin. 235–238.
- SIMON J. – MARTINOVIĆ, G. (2009): *Web Based Distant Monitoring and Control for Greenhouse Systems Using the Sun SPOT Modules*. Proceedings of the Conference SISY. Subotica. 1–5.
- SIMON J. – MARTINOVIĆ, G. (2013): Navigation of Mobile Robots Using WSN's RSSI Parameter and Potential Field Method. *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 10. No. 4. 107–118.
- SIMON J. – MATIJEVIĆ I. (2011): *Simulation and Implementation of Mobile Measuring Robot Navigation Algorithms in Controlled Microclimatic Environment Using WSN*. Proceedings of the IEEE 9th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics – SISY. Subotica. 275–279.
- SIMON J. (2013): Optimal Microclimatic Control Strategy Using Wireless Sensor Network and Mobile Robot. *Acta Agriculturae Serbica*, Vol. 18. No. 36. 3–12.
- TERDIK Gy. – GÁL Z. (2013): *Advances and Practice in Internet of Things: a Case Study*. Proceedings of IEEE 4th International Conference on Cognitive Infocommunications. Budapest, 435–440.
- VIJAYKUMAR S. – SARAVANAKUMAR S. G. (2011): Future Robotics Database Management System Along With Cloud TPS. *International Journal on Cloud Computing: Services and Architecture*, Vol. 1. No. 3. 103–114.
- Intel Internet of Things (IoT)*. (é. n.) Elérhető: www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/overview.html (A letöltés dátuma: 2016. 11. 03.)