

Óbudai Egyetem  
Habilitációs téziszfüzet



**A felhő alapú adatorientált IoT platformok lehetőségei  
az okos városokban, az iparban és a  
mezőgazdaságban**

Dr. Simon János

PhD, okleveles informatikus

Biztonságtudományi Doktori Iskola

Budapest, 2018

# Tartalomjegyzék

1	Summary .....	3
2	A kutatás előzményei .....	5
3	Célkitűzések .....	7
4	Vizsgálati módszerek .....	8
5	Új tudományos eredmények.....	12
6	Az eredmények hasznosítási lehetősége .....	14
7	Publikációk .....	17
7.1	A tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények.....	21

# 1 Summary

The Internet of Things (IoT) is starting to appear everywhere in many shapes and forms. But security is one of the most crucial thing that could trip up the growth of the IoT. Following security principles used in enterprise computing can help clear that issue. Already there are more connected devices than people on the planet, according to leading researchers in this area. By 2020, there will be 50 billion connected devices. Most of these devices will be controllable over the Internet, and they will increasingly be responsible for collecting and transmitting sensitive data. In the wrong hands, data from home management systems could be used to assess user's whereabouts. The Internet of Things thing is a great place to move forward in the near future because it has become extremely used in the fields of information and communication technology in a short time, so more and more technology developers are based on the fact that their product is compatible for connecting to a wireless network and used in the concept internet technology, who in the future can expect a prefix "smart" almost on every product. The Internet of Things becomes

increasingly present in both small and medium-sized enterprises, in the agriculture and homes, primarily by providing new type of service like predictive maintenance, and the automation of everyday tasks. By applying up to date methods of the IoT, it is possible to effectively apply the elements of industry 4.0 standards in the form of customized mass production.

## **2 A kutatás előzményei**

Tudományos kutatásaim során mindig különösen vonzódtam a gyakorlatban is alkalmazható eredményekhez, ezért az idők során általam kidolgozott adatgyűjtő és becslési eljárások java része valamilyen szempontból valóban robusztus lett. Jelen tézisek ezeket az eredményeket foglalják össze, négy nagyobb csoportra osztva.

Az IoT (Internet of Things) eszközök és használati tárgyak széles körét – gépeket, háztartási készülékeket, karórákat, járműveket, beléptető rendszereket, hőszabályzókat, akár még ruhákat is – kapcsolja össze egyrészt egymással, másrészt az adatközpontokban és a felhőben található alkalmazásokkal. Az alkalmazhatósági skála kifejezetten széleskörű, különös tekintettel a mechatronikai eszközökre. Az összekapcsolt eszközök és a belőlük felépülő hálózatok számának növekedésével a szolgáltatók olyan új technológiákat nyújthatnak a magánembereknek és a cégeknek, amelyek egyszerűbbé, mégis információ- és élménygazdaggá tehetik az életünket.

Az eszközök összekapcsolásából fakadó előnyöket a mezőgazdaságtól kezdve a gyártásmenedzsmentig szinte az élet minden területén kihasználhatjuk. Az eszközök közötti adatforgalom, illetve az így keletkező óriási mennyiségű adat tárolása hatalmas tárhelyeket igényel, illetve olyan szoftvereket, amelyekkel az adatokat gyorsan és hatékonyan menedzselhetjük, rendszerezhetjük, illetve tarthatjuk biztonságban. Kívánatos továbbá egy olyan platform is, amelynek segítségével az adatokat analitikus modellezésen keresztül előrejelzéseket készíthetünk.

A kommunikáció már nemcsak emberek közötti, hanem gépek, illetve emberek és gépek között is folyik. Az elmúlt években számos ehhez kapcsolódó fogalom vagy jelenség kapott szárnyra: smart grid (intelligens áramhálózat), smart agriculture (intelligens mezőgazdaság), smart building (intelligens lakás vagy ház), smart product (intelligens termék), smart logistic (intelligens logisztika), smart factory (intelligens gyár), smart home (intelligens otthon), smart mobility (intelligens közlekedés). Vagyis az Ipar 4.0-ban nyílik lehetőség az intelligens gyár (Smart Factory)

megvalósítására, amelynek alapját az internet, valamint a rendszerek és gépek hálózatba kötése képezi. Az Ipar 4.0 új követelményeket támaszt a vállalatirányítással, ezáltal a termelési megfigyeléssel és a termelésirányítással szemben. Természetesen lehetőséget nyújt új szolgáltatások megvalósítására is mint például a prediktív karbantartás.

### **3 Célkitűzések**

Az elmúlt öt évben, ahelyett, hogy egy szűk területen mélyültem volna el, tudatosan azt az utat választottam, hogy az IoT térhódítási folyamatok nagyobb részére összpontosítok. A területet egészében fedem le mind az egyedi kutatási eredmények kidolgozásával és alkalmazásával, mind pedig a tudományág alapos ismeretével, a trendek követésével és nem ritkán fejlesztésével. A munkafolyamat abból állt, hogy feltérképeztem egy-egy területet, felkutattam mind a gyakorlati, mind a tudományos kihívásokat, megfogalmaztam a célkitűzéseket, dolgoztam a fókuszált területeken, eljutottam a terület első új saját tudományos eredményeihez, és gyakorlati vetületéhez.

Ezt követően a kutatási terület szélesítése érdekében, valamint az eredmények gyorsabb kidolgozását és alkalmazhatóságát megcélözva, folyamatosan szem előtt tartottam az adott terület fejlődését. Eredményeim nemzetközi szintén is pozitív fogadtatásra, visszhangra találtak, amelyből számos folyóirat cikk is született. Mindezzel párhuzamosan a következő terület meghódítását is magam indítottam el. Így dolgoztam fel több területet és jelenleg is ezen elvek szerint tevékenykedem.

## **4 Vizsgálati módszerek**

Az IoT (Internet of Things) alapú rendszerek tervezése, ütemezésének végrehajtása és kezelése dinamikus modelleket igényel. A feladatok bonyolultsága és összetettsége miatt az ismert modellek bővítése és új modellek kidolgozása egymáshoz szorosan kapcsolódó tudományterületek eredményeire támaszkodva valósítható meg. A tervezés során alapvetően az intelligens rendszerelmélet, az ütemezés-elmélet módszereinek és eredményeinek kombinált alkalmazására támaszkodtam. Kezdetben a



szakirodalomban publikált modelleket tanulmányoztam és a vizsgáltam néhány új, a gyakorlatban felmerült probléma sajátosságait. A vizsgált problémakört a tanulmányozott valós IoT alapú feladatok igényei tovább konkretizálták. A megfelelő megoldásokat a megismert konkrét ipari és mezőgazdasági igényekre fókuszálva kerestem.

A kutatómunkám során a felmerült részfeladatokhoz kapcsolódó ismereteket összegyűjtöttem, és az ismert eredményekre alapozva kerestem alkalmas kiindulási modelleket. Ezt követően fogalmaztam meg az új feladatok és részfeladatok problémás, még meg nem oldott elemeit.

A szakirodalom tanulmányozása során példák sokaságán keresztül egyértelművé vált, hogy a vizsgálatra kitűzött ipari vagy mezőgazdasági feladatoknál jóval egyszerűbb feladatok esetében sem lehet polinomiális idő-költségű algoritmust készíteni optimális megoldásra, ezért heurisztikus és meta-heurisztikus megoldási módszerekkel is foglalkoztam. Olyan megoldó eljárás-mintákat kerestem, vizsgáltam, módosítottam és

bővítettem, amelyek más feladatokban már eredményesek voltak.

A kiválasztott feladatok sajátosságaihoz illeszkedő új modellváltozatokat dolgoztam ki, és ezeket szimulációval elemeztem és eredményekkel alátámasztottam. A tapasztalatok alapján módosítottam, finomítottam és pontosítottam a modellek részleteit, a feladatmegoldás koncepcióját és egyes eljárás elemeit. Megfelelő eredmények elérése után szigorúbb követelményrendszerrel és bonyolultabb célok kikutatásával bővítettem modelljeimet.

A kidolgozott modellek implementálásában nagy segítségemre volt intézetünk kutatócsoportja melynek tagjaival közösen is publikáltunk. A tézisek érvényességét - a szimulációs környezetben létrehozott adatokon végzett futtatási tesztek kedvező tapasztalatait követően - valós problémák ipari környezetben történő megoldásával igazoltam.

A kapcsolódó kutatás fejlesztési projektek tapasztalatait is felhasználva, a tudományos eredményeket nemzetközi

konferenciákon mutattam be és folyóiratokban is publikáltam.

Az IoT területen történő kutatás korai fázisában a "System of System" megközelítés által biztosított kereteket saját gyakorlati tartalommal töltöttem meg és így jött létre az a sajátos módszertan, amelyet a kutatási probléma megoldásánál használtam. A módszertan alkalmazásával absztrakt módon, formális módszerekkel lehet funkcionális modelleket összeállítani, amelyek alkalmasak mind a csatlakozó felhő alapú felületek specifikálására, mind a meglévő felületek közötti kapcsolat formális ellenőrzésére, valamint a folyamatok megfogalmazására. Az így kidolgozott funkcionális modellek könnyen leképezhetőek a lehetséges fizikai megvalósításokra. A System of System megközelítés és az arra felépített saját módszertan ugyanakkor lehetővé teszi a rendszer létrehozásához és működtetéséhez kapcsolódó társadalmi szempontok figyelembe vételét.

## **5 Új tudományos eredmények**

Szakirodalmi források és a saját kutatási eredményeim alapján az alábbi következtetéseket fogalmaztam meg:

### ***1. tézis. – H1***

*A mezőgazdaságban használt IoT alkalmazásoknál az „adatgyűjtés és továbbítás” funkció, valamint az „adatfeldolgozás” funkció határvonala nem teljesen egyértelmű. A H1 hipotézissel kapcsolatos vizsgálódásaim a “Navigation and Applicability of Unmanned Autonomous Aerial Vehicles in Greenhouse Environment” című publikációmban vannak részletesen kifejtve [4].*

### ***2. tézis. – H2***

*Abban az esetben, ha az ipari automatizálás területén IoT alkalmazásokat használunk, akkor megtakarítások érhetők el, növelhető a gyártás és a szolgáltatások minősége, valamint biztonsága, a testreszabott tömeggyártás egyes területei automatizálhatóvá válnak. Olyan szolgáltatásokat is létrehozhatunk, amelyek*

*lehetővé teszik az ún. prediktív karbantartás megvalósítását [3],[13].*

### **3. tézis. – H3**

*A kutatás során kidolgozott okos otthon szolgáltatási modell hatékonyan külön választja az okos városokban használt IoT alkalmazásokat felépítő négy fajta funkciót (adatgyűjtés, kommunikáció, adatmenedzsment és okos otthon szolgáltatás), valamint ezekhez rendeli az egyes szereplőket-felhasználókat, lehetőségeket, illetve felelősséget.*

*A H3 hipotézis elemzése és bizonyítása az [1] és [14] publikációban érhető el.*

### **4. tézis. – H4**

*A felhő alapú szolgáltatások esetében nagyobb a lehetőség a tudományos igényességgel megtervezett logikai adatvédelmi eljárások bevezetésére, a titkosításra és a vírusvédelemre. Emellett a felhő szolgáltatás költséghatékony, tervezhető, rugalmas, megbízható, biztonságos és bárholnan elérhető.*

*A H4 hipotézissel kapcsolatos elemzés és értékelés a [14] publikációban érhető el.*

## **6 Az eredmények hasznosítási lehetősége**

Napjainkban a ipari termelési rendszerek és folyamatok fejlesztésében, az ipari informatikai infrastruktúrák tervezésében, létrehozásában és működtetésében egyre fontosabb szerepet játszanak a kiber-fizikai gyártórendszerek (Cyber-Physical Production Systems), az Ipar 4.0 (Industry 4.0), a tárgyak Internete (Internet of Things, IoT), a felhőalapú számítás (Cloud Computing), és a nagy adatmennyiség (Big Data) paradigmák és technológiák. A rohamosan fejlődő informatikai és kommunikációs környezetben megnő az igény az új technológiák által nyújtott szolgáltatások üzleti és automatizálási célú kiaknázására, többek között például integrált optimalizálási, innovatív döntéstámogató modellek és módszerek kidolgozására, valamint implementált szoftvereken keresztül ezek gyakorlati alkalmazására.

Az általam kidolgozott új módszerek hozzájárulnak ehhez a fejlődéshez, mert a felsorolt technológiák lehetővé teszik a megfelelő bemenő adatok, a számítási kapacitás, az alkalmazási környezet biztosítását, ezáltal megvalósítható a modellek integrálása a cégek hagyományos és korszerű termelésinformatikai rendszerébe egyaránt.

A tézisfüzetben összefoglalt eredmények az ipari termelési rendszerekben folyó igény szerinti testreszabott tömeggyártás és szerelés területein hasznosíthatók termeléstervezési, ütemezési, finomprogramozási és integrált döntéstámogatási feladatok megoldására. Továbbá a létrejött eredmények alkalmazhatóak a precíziós mezőgazdaság és okos otthon területén.

A tézisek érvényességét - a mesterségesen létrehozott adatokon végzett futtatási tesztek kedvező tapasztalatait követően - valós problémák ipari környezetben történő megoldásával igazoltam.

A kidolgozott új módszerek és algoritmusok, valamint a kapcsolódó szoftveres megoldások bekerültek a Szegedi

Tudományegyetem Mérnöki Karán folyó mechatronika mérnök oktatásba a Műszaki Intézet által gondozott „Számítógépes modellezés, szimuláció 2”, és az „Intelligens irányító rendszerek” c. tantárgyak tananyagán keresztül.

A felhő alapú számítógépekre és a nagy mennyiségű adat kezelésére épülő korszerű analitikai módszerek kiváló lehetőséget biztosítanak az ipar számára az intelligens gyárak megteremtéséhez, amely nagyobb termelékenységet, hatékonyságot és versenyképességet eredményez. Az intelligens ipar IoT megoldásokkal teremthető meg, amelyek az adatokat hasznos információkká dolgozzák fel a csatlakozás, az adatgyűjtés, a mélyebb szakértelem és az együttműködés révén.

A csatlakoztatott részelemek és rendszerek egyre növekvő száma miatt egyre nagyobb mennyiségű adat keletkezik. Az adathalmazok legmagasabb szintű kihasználtságához szükség van egy tervre. A valós idejű elemzések biztosítják a felhasználók számára a döntéshozatalhoz szükséges információkat, miközben továbbra is lehetőségük van a mérlegelésre, az



erőforrások megtakarítására és a gépleállások számának minimalizálására. Az elmúlt öt évben 31 tudományos közleményt jelentettem meg nemzetközileg is elismert folyóiratokban és konferenciákon.

## **7 Publikációk**

[2] János Simon, Gyula Mester, "Critical Overview of the Cloud-based IoT Pilot Platforms for Smart Cities", Proceedings of the Conference SCC 2018, pp. 1-10, Budapest, Hungary, 2018.

[5] Simon János, " A testre-szabott tömeggyártás informatikai háttere", Proceedings of the Conference: A Magyar Tudomány Napja a Délvidéken - 2017, pp. 1-11, Novi Sad, Serbia, 2017.

[6] Simon János, "Autonomous Wheeled Mobile Robot Control", Interdisciplinary Description of Complex Systems Vol.15 No.3, pp. 222-227, 2017.

[7] Imre Petkovics, János Simon, Ármin Petkovics, Zlatko Čović, "Selection of Unmanned Aerial Vehicle for Precision Agriculture with Multi-criteria Decision Making Algorithm", Proceedings of the Conference SISY 2017, pp. 1-5, Subotica, Serbia, 2017.

[8] Simon János, Zlatko Covic, Imre Petkovic, "Industrie 4.0 Based Customized Mass Production Overview", Proceedings of the Conference MECHEDU 2017, pp. 1-5, Subotica, Serbia, 2017.

[9] Zlatko Čović, Simon János, „Hackathon based learning – new approach in study of Informatics”, Proceedings of the Conference SIP 2017, pp. 32-35, Pecs, Hungary, 2017.

[10] Simon János, „IoT platformok és fejlesztőkörnyezetek”, Resume of the Conference: Vajdasági Magyar Tudóstalálkozó - 2016, pp. 1-2, Subotica, Serbia, 2016.

[11] Simon János, Gyula Mester Zlatko Čović, Dalibor Dobrilović, Imre Petkovičs „IIoT environment and multi criteria decision making systems”, Proceedings of the Conference SIP 2016, pp. 1-5, Subotica, Serbia, 2016.

[12] Simon János, „A negyedik ipari forradalom – Industry 4.0”, Proceedings of the Conference: A Magyar Tudomány Napja a Délvidéken - 2016, pp. 1-10, Novi Sad, Serbia, 2016.

[15] Zlatko Čović, János Simon, „Usage of QR Codes in Promotion on Social Networks”, Proceedings of the Conference SST 2016, pp. 1-5, Osijek, Croatia, 2016.

[16] Zlatko Čović, Ürmös Viktor, János Simon, Dalibor Dobrilović, Željko Stojanov, „Usage of QR Codes in Web Based System for the Electronic Market Research”, Proceedings of the Conference SISY 2016, pp. 1-5, Subotica, Serbia, 2016.

[17] Dalibor Dobrilović, Željko Stojanov, Zlatko Čović, Janos Simon, Nikola Petrov, „Model of data center temperature monitoring system with the use of open source hardware”, Proceedings of the Conference SISY 2016, pp. 1-5, Subotica, Serbia, 2016.

- [18] Imre Petkovics, Ármin Petkovics, János Simon, "A survey of ICT: evolution of architectures, models and layers", Proceedings of the Conference SISY 2016, pp. 1-5, Subotica, Serbia, 2016.
- [19] Simon János, "Az IoT alkalmazási területei", Resume of the Conference: Vajdasági Magyar Tudóstalálkozó - 2015, pp. 69-70, Subotica, Serbia, 2015.
- [20] Simon János, "Az IoT szerepe és jelentősége az oktatásban", Proceedings of the Conference: A Magyar Tudomány Napja a Délvidéken - 2015, pp. 1-10, Novi Sad, Serbia, 2015.
- [21] Simon János, Zlatko Čović, Igor Fürstner, Laslo Gogolak, Dalibor Dobrilović, "The Web of Things and Database Services", Proceedings of the International conference on Applied Internet and Information Technologies AIIT 2015, pp. 235-238, Zrenjanin, Serbia, 2015.
- [22] Livia Szedmina, Piroška Stanić Molcer, Simon János, Zlatko Čović, "Clicking for Business English Success", Proceedings of the Conference SISY 2015, pp. 313-317, Subotica, Serbia, 2015.
- [23] Simon János, Zlatko Covic, "Data Management of the Automomous Mobile Devices and Internet of Things", ANNALS of Faculty Engineering Hunedoara – International Journal of Engineering Vol. XIII, No. 3, pp. 265-268, 2015.
- [24] Simon János, Zlatko Covic, "The Internet of Things in Web 2.0 Environment", Proceedings of the Conference MECHEDU 2015, pp. 1-4, Subotica, Serbia, 2015.

[25] Zlatko Covic, Simon János, Igor Fuerstner, Eva Pataki, „Presentation of projects in various engineering competitions for students”, Proceedings of the Conference SIP 2015, pp. 1-4, Schweinfurt, Germany, 2015.

[26] Igor Fuerstner, Gogolák László, Zlatko Covic, Simon János, „Adjustments of technical documentation prepared by students for building a product prototype”, Proceedings of the Conference SIP 2015, pp. 1-6, Schweinfurt, Germany, 2015.

[27] Simon János, “Concepts of the Internet of Things from the Aspect of the Autonomous Mobile Robots”, Interdisciplinary Description of Complex Systems Vol.13 No.1, pp. 34-40, 2015.

[28] Simon János, “A tárgyak internete – Internet of Things (IoT)”, Proceedings of the Conference: A Magyar Tudomány Napja a Délvidéken - 2014, pp. 558-566, Novi Sad, Serbia, 2014.

[29] Simon János, “Comparison of Different Mobile WSN Node Localization Techniques within the Controlled Microclimatic Environment”, Proceedings of the Conference SISY 2014, pp. 79-82, Subotica, Serbia, 2014.

[30] Goran Martinović, Simon János, “Greenhouse Microclimatic Environment Controlled by a Mobile Measuring Station”, Journal of the Royal Netherlands Society for Agricultural Sciences, Vol. 70, No. 1, pp. 61-70, 2014. IF 1.250

[31] Simon János, “Optimal Microclimatic Control Strategy Using Wireless Sensor Network and Mobile Robot”, Acta Agriculturae Serbica Vol. XVIII, No. 36, pp. 3-12, 2013. IF 0.337

[32] Simon János, "Optimal Microclimatic Control Strategy Using Wireless Sensor Network and Mobile Measuring Agent", Proceedings of the Conference MECHEDU 2013, pp. 1-6, Subotica, Serbia, 2013.

[33] Simon János, "Mobil robotok Web2.0 és Android környezetben", Proceedings of the Conference: A Magyar Tudomány Napja a Délvidéken - 2013, pp. 1-11, Novi Sad, Serbia, 2013.

[34] Simon János, Gogolák László, „Greenhouse microclimatic control strategy using WSN and mobile robot”, Proceedings of the Conference SIP 2013, pp. 1-6, Bremen, Germany, 2013.

[35] Simon János, Goran Martinović, "Navigation of Mobile Robots Using WSN's RSSI Parameter and Potential Field Method", Acta Polytechnica Hungarica, Journal of Applied Sciences Vol.10, No.4, pp. 107-118, 2013. IF 0.583

## **7.1 A tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények**

[1] János Simon, Gyula Mester, "Critical Overview of the Cloud-Based Internet of Things Pilot Platforms for Smart Cities", Interdisciplinary Description of Complex Systems Vol.16 No.3a, pp. 397-407, 2018.

[3] János Simon, Monika Trojanova, Jozef Zbihlej, József Sarosi, "Mass Customization Model in Food Industry Using Industry 4.0 Standard with Fuzzy Based Multi-criteria Decision Making Methodology", Advances in Mechanical Engineering Vol.10, No.3, pp. 1-10, 2018.

[4] János Simon, Imre Petkovic, Djerdji Petkovic, Ármin Petkovics, "Navigation and Applicability of Unmanned Autonomous Aerial Vehicles in Greenhouse Environment", *Tehnički vjesnik – Technical Gazette* Vol.25, No.2, pp. 249-255, 2018.

[13] Simon János, "Industrial Data Acquisition Applications Using Relational Databases, IIoT Environment and Multi Criteria Decision Making Systems", *International Journal of Current Research in Engineering, Science and Technology*, Vol 1, No 1, pp. 11-18, 2016.

[14] János Simon, Zlatko Čović, Dalibor Dobrilović, "The Web of Things and Database Management Systems", *Analecta Technica Szegedinensia*, Vol 10, No 2, pp. 61-68, 2016.