

Az Internet ott Tárgyak témakörének áttekintése

A Survey of Internet of Things

Kusper Gábor

Eszterházy Károly Főiskola, IoT Kutató Intézet

gkusper@aries.ektf.hu

Absztrakt

Ez a cikk az „Internet ott Tárgyak” (angolul: Internet of Things, röviden: IoT) áttekintését adja azzal a céllal, hogy magyarul is elérhető legyen ennek az új tudományterületnek a rövid története, illetve néhány alapgondolata. Az IoT fogalmát sokan, sokféleképpen adták meg általában az IoT tulajdonságait felsorolva, mint pl. az IoT keretében a tárgyak kommunikálni képesek egymással és az emberekkel, illetve a tárgyak érzékelik a környezetüket a körülöttük lévő szenzorok segítségével és döntéseket hoznak. Ezeken a definíciókat próbáljuk összefoglalni, illetve egy általános áttekintést adni. Bemutatjuk, hogy az IoT-nek három megközelítése van, a tárgy, a hálózat és a szemantika orientált. Részletesen bemutatjuk az egyik tárgy orientált megközelítést, az elektronikus termék kód (angol rövidítése: ECP) alapút. E szerint, minden kereskedelmi tárgyat, illetve más követni kívánt dolgot, pl. helységet, el kell látni egy egyedi ECP azonosítóval, amit egy RFID címke tárol. Az ECPglobal nevű szervezet kidolgozott egy architektúrát, amely alkalmas a különböző cégeknél elhelyezett RFID olvasók által gyűjtött információk összegyűjtésére, helyi felhasználására és más cégekkel, végfelhasználókkal történő megosztására. Ezt az architektúrát is áttekintjük ebben a cikkben.

Kulcsszavak: IoT, Áttekintés, ECP

Abstract

This article is a survey of Internet of Things. It aims that one can access the short history of this new scientific field and its basic notions in Hungarian. The IoT has many definitions, which are usually list the properties of IoT, like the things can communicate with each other over IoT, or the things can sense their surroundings by sensor networks and they can make decisions. We would like to go through over these definitions and give a general overview of this field. The IoT has 3 views: thing, network, and semantic oriented views. We overview one of the thing oriented views, which is based on Electronic Product Code (ECP). In this solution each product or entity, which we want to track, has an ECP code, which is hold by an RFID tag. The ECPglobal organization introduced an architecture, which can collect data collected by RFID readers deployed at different companies, processes these data locally, and shares them to other end users. We survey this architecture also.

Keywords: IoT, Survey, ECP

1. Bevezetés

Az „Internet ott Tárgyak” szókapcsolatot javasoljuk az „Internet of Things” angol szókapcsolat magyar fordítására. Ez egy új szókapcsolat, ami talán elterjed, de az is lehet, hogy feledésbe merül. Eddig a Tárgyak Internetje volt a legelterjedtebb fordítás, ami szó szerinti fordításnak nagyon jó, mégis kissé nehézkes. Az általunk javasolt fordítás mellett szerintünk két érv szól: ugyanaz a rövidítése (IoT), mint az angol fogalomnak, és felfogható egy szójátéknak, ami hűen visszaadja az IoT mögött álló elképzelést. A szójáték megfejtése: „Az Interneten keresztül elérhetők a tárgyaink is.”, vagy egy másik lehetséges megfejtés: „Ahol Internet, ott Tárgyak.”.

Az Internet ott Tárgyak (angolul: Internet of Thing, IoT) az emberiség legújabb eszköze, ami segít minket a túlélésben. Az embernek nincs éles karma, feltalálta hát a kést, az embernek nincs szőre, feltalálta hát a ruhát. Ezt a sort hosszan folytathatnánk, egészen a legújabb eszközökig. Az ember sikeresebb, ha gyorsan és megbízhatóan tud kommunikálni másokkal, ezért kifejlesztettük az Internetet. Az eszközöknek ebben a hosszú sorában a következő az Internet ott Tárgyak, ami azt teszi lehetővé, hogy az emberek az eszközeikről kaphassanak gyorsan és megbízhatóan információkat, hogy mire és hogyan lehet azokat használni.

Vegyünk egy egyszerű példát. Apámnak még jól áll a kezében a kapa, tud kapálni. Nekem még áll valahogy a kezembe a kapa, legalább nem vágom meg magam kapálás közben. A fiamnak nem sok fogalma van arról, hogyan kell használni a kapát. Ugyanakkor ez nem baj, mert a fiamnak már rendelkezésére fog állni az Internet ott Tárgyak, hogy mindent megtudhasson a kapáról, ha a szükség úgy hozza.

Ez a fenti kis példa jól mutatja, hogy az IoT (inkább ezt a rövidítést fogjuk használni a továbbiakban) egy hasznos eszköz. Ugyanakkor, hogy ezt az eszközt hogyan kell létrehozni, milyen tulajdonságai lesznek, az még nem világos.

Az IoT fogalmát sokan, sokféleképpen fogalmazták meg. Ebben az áttekintő cikkben ezeket próbáljuk meg magyarul visszaadni, illetve néhány az IoT megvalósítására irányuló technológiát is bemutatunk.

2. Az IoT rövid története

Abban mindenki egyetért, hogy maga a fogalom először Kevin Ashton használta 1999-ben [1] (más források szerint 1998-ban). Egy későbbi munkájából az alábbi gondolatmenet olvasható ki: Az Interneten eddig elérhető közel 50 PetaByte adatot az emberek hozták létre, az emberek fényképeztek, gépelték be a szöveget, nyomták meg a gombot. Csakhogy az emberek ennél nagyobb adatmennyiséget nem képesek felvinni, mert hamar elfáradnak és unalmasnak találják az adatfeltöltést. E miatt az emberek nem fogják vállalni, hogy a fizikai világról egyre több és több adatot rögzítsenek, és ezeket feltöltsék az Internetre. Ezért ezt a munkát a gépekre, a tárgyainkra kell bízunk, hiszen ha minden mérhető adat gyorsan és pontosan felkerül az Internetre, akkor ez óriási előnyökhöz juttat minket. Mindent tudnánk követni, megszámolni, ez nagyban csökkentené a termelési veszteséget, nem lenne felesleg. Pontosán tudnánk, mikor kell egy tárgyat cserélni, javítani. Tudnánk, hogy melyik termék friss, melyik romlott. Az Internet ott Tárgyak megváltoztathatja a világot, épp ahogy az Internet megváltoztatta [1].

Látható, hogy Kevin Ashton is egy nagyon hasznos eszközt lát az IoT-ben. Olyannyira, hogy segített létrehozni az Auto-ID Center kutatólaborot az MIT egyetemen 1999-ben. Ebből az egy laborból alakult ki az Auto-ID Labs nevű nemzetközi kutató hálózat (www.autoidlabs.org), aminek több neves egyetem illetve kutató intézet tagja. Végül létrejött az EPCglobal nevű hálózat (www.epcglobal.org)

2003-ban, amely az úgynevezett elektronikus termék kód (Electronic Product Code™, EPC) [3, 4] kialakítását és a hozzá kapcsolódó szabványok lefektetését tűzte ki céljával. Az IoT-t formálisan az International Telecommunication Union (ITU) kiáltotta ki az „ITU Internet report” című dokumentummal 2005-ben [12]. A következő fontos dokumentum a CERP-IoT által kiadott „Vision and challenges for realising the Internet of Things” című cikk [13] 2010-ből, amely részletesen felsorolja az IoT kialakításához szükséges technológiákat.

Felsorolunk néhány kiemelkedő IoT definíciót.

- Az [1] cikkben található definíció: „Az Internet ott Tárgyak megváltoztathatja a világot, éppen úgy, ahogy az Internet megváltoztatta. Vagy talán még jobban.”
- Az [14] cikkben található definíció: “A tárgyaknak van identitásuk és virtuális személyiségük egy intelligens térben, intelligens interfészeket használnak, hogy elérjék és kommunikáljanak a körülöttük lévő környezettel és felhasználókkal.”
- Az [15] cikkben található definíció: “Ez a kifejezés két szó, illetve koncepció összetételéből jött létre: Internet és Tárgy, ahol az Internetet úgy definiálhatjuk, mint összekötött számítógépek világméretű hálózatát, amely olyan sztenderd kommunikációs protokollokra épül, mint a TCP/IP, illetve ahol a Tárgy nem ilyen precízen definiálható. Ezért, jelentésstanilag, az Internet ott Tárgyak azt jelenti, hogy egyedileg címezhető, egymással összekapcsolt objektumok világméretű hálózata, amely sztenderd kommunikációs protokollokon alapszik.”
- Az [16] cikkben található definíció: “ Az Internet ott Tárgyak lehetővé teszi, hogy az emberek és a tárgyak össze legyenek kötve Bármikor, Bárhol, Bárkivel, Bármivel ideális esetben Bármilyen hálózattal, Bármilyen szolgáltatással.”

Az IoT területén létezik néhány áttekintő cikk, amelyek részletesen leírják, hogy eddig ki és hogyan definiálta ezt a fogalmat, milyen lépéseket tettek a megvalósítása érdekében. Ezekből mi két cikket [2, 11] tekintettünk át részletesen.

Az első áttekintő cikk [2] szerint az IoT fogalomnak 3 megközelítése van: tárgy orientált, hálózat orientált és jelentés alapú megközelítés.

Az eddig megemlített EPC [3, 4] az IoT tárgy orientált megközelítése. Erről részletesen írunk a következő fejezetben. Az EPC talán a legjobban kidolgozott tárgy orientál megközelítés. Fő riválisa az uID rendszer [5], ahol az „u” betű erre a három szóra utal: unique – egyedi, universal – univerzális, ubiquitous – mindenütt jelen lévő. Az uID rendszer is a tárgyak globális követhetőségét tűzi ki célul.

Az EPC és az uID is RFID alapú, de nagyon valószínű, hogy az IoT nem csak RFID címkékre lesz alapozva, hanem más hasonló, az elterjedés küszöbén álló technológiákra, mint az NFC (Near Field Communication), amelyet a legújabb okostelefonon is támogatnak, vagy mint a Wireless Sensor and Actuator Networks (WSAN).

A hálózat orientált megközelítések közül talán legjobban ismert a Web of Things [6], amely szerint a tárgyakba beágyazott számítógépeket kell helyezni, és ezeket rákötni az Internetre a meglévő technológiák segítségével. Ehhez szükséges, hogy IPv4-ről átálljunk IPv6-ra, hiszen az IPv4-ben lehetséges 4,3 milliárd IP címből lassan kifutunk. A másik hálózat orientált megközelítés az IPSO (IP for Smart Objects) Alliance [7], egy szövetség, amely 2008-ban jött létre azzal a céllal, hogy olyan ajánlásokat dolgozzon ki, amely segíti, hogy az TCP/IP protokoll alkalmas legyen akár elemről működő okos objektumok összekötésére. Hasonló célt tűzött ki az Internet Ø [8] is, amely az IP protokoll egyszerűsítésében látja az „IP mindenre” (angolul: „IP over anything”) idea elérését.

Míg az eddigi megközelítések az Internet ott Tárgyak fogalmát vagy a tárgyak, vagy az Internet felől próbálták megfogni, addig a jelentés vagy szemantika orientált nézőpont az IoT-ben tárolt hatalmas adatmennyiség információvá alakításában látja a fő feladatot. Ez egybecseng a Big Data problémával, azzal a különbséggel, hogy legalább az tudjuk, hogy melyik adat melyik tárgyhoz kötődik.

A [9] cikkben azt a javaslatot olvashatjuk, hogy az IoT szemantikus megközelítéséhez fel kell használnunk a szemantikus web (angolul: semantic web) technológiát, mint pl. az antológiák leírására alkalmas RDF, OWL, vagy WSML nyelveket. Ez a cikk kitér arra is, hogy milyen továbbfejlesztése szükséges az EPC-nek, hogy megfeleljen a szemantikus szemléletmódnak is. Például azt a javaslatot látjuk, hogy a Termék Jelölő Nyelv (angolul: Product Markup Language, PML, lásd a következő fejezetben) szemantikus kiterjesztésére van szükség.

A [10] cikkben azt a javaslatot találjuk, hogy szemantikus technológiákra (angolul: semantic technologies) hagyatkozzunk az adatok szűrésében, feldolgozásában, ilyen például az ágens technológia, a témakörök, fogalmak automatikus felismerése, az információ és a jelentés kinyerés, illetve kategóriába sorolás. Erre azért lesz szükség, mert a hatalmas adatmennyiséggel az emberek nem tudnak majd megbirkózni, így intelligens ágenseket kell majd alkalmaznunk.

Az IoT talán legfrissebb összefoglaló cikke a [11], amely az IoT a természetes következő lépésnek tartja az Internet fejlődésében. Először az Internet csak néhány gépet kapcsolt össze, lehetett email-t küldeni, ftp segítségével állományokat fel- illetve letölteni. A következő lépcsőben megjelent a WWW egyre több weblappal és szolgáltatással. Ezután következett a mobil Internet korszaka, amikor a mobil telefonokról és más hordozható eszközökről is elérhető az Internet. A következő lépés az volt, amikor az emberek is kapcsolódtak az Internetre, méghozzá közösségi hálókon keresztül. Az Internet fejlődésének következő lépése, amikor a szervereken, klienseken, mobil eszközökön és embereken túl már a tárgyak is az Internetre kapcsolódnak. Ezt nevezzük IoT-nak.

A [11] cikk másik megállapítása, hogy a hatalmas adatmennyiség miatt sok közbülső réteg (angolul: middleware) szükséges, amelyek a környezetük ismeretében (angolul: context aware) képesek az adatok elő-feldolgozására.

Az IoT-ről egyre több cikk jelenik. Ezekből az körvonalazódik, hogy a Jövő Internetjének (angolul: Future Internet) egyik fontos része lesz az IoT, ami például az intelligens otthonok által egyre inkább elérhetővé is válik.

3. Az elektronikus termék kód

Jelenleg az egyik legfejlettebb, leginkább kidolgozott tárgy orientált megközelítése az IoT-nek, az elektronikus termék kód (angolul: Electronic Product Code™), röviden EPC.

Ebben a fejezetben áttekintjük az EPC kódrendszerhez kapcsolódó két legfontosabb architektúrát, a 2005-ből származó EPC Hálózat (angolul: EPC Network) architektúrát [3] és a legfrissebb GS1 által karbantartott EPCglobal architektúrát [4]. Mint látni fogjuk, az áttekintés viszonylag részletes, mert talán ezek a legjobban kidolgozott IoT kezdeményezések és hasonló a szemléletmódjuk, mint az általunk használt.

3.1. Az EPC Hálózat architektúra

Az EPC Hálózat (angolul: EPC Network) célja az értékesítési lánc automatizálása. Az EPC RFID alapú, a hozzá kötődő szabványok ingyenesen elérhetőek. Ezek a szabványok feltételezik, hogy minden tárgy egyedileg azonosítható egy EPC kód segítségével. A szabványok kiterjednek a tárgyak közti

kommunikációra, a tárgyak és az információs rendszerek közti kommunikációra, a tárgyak azonosítására, az adatok mozgására és tárolására. Az adatok tárolása és mozgatása az EPC Hálózat feladata [3], amelyet az alábbiakban foglalunk össze:

Az RFID címkék, amelyek EPC kódot tartalmaznak, RFID olvasókkal kommunikálnak, az RFID olvasók pedig EPC Hálózatokkal állnak kapcsolatban. Az EPC kód felépítése:

- verzió szám (angolul: version number)
- gyártó (angolul: manufacturer)
- termék (angolul: product)
- egyedazonosító (angolul: serial number)

A verzió szám határozza meg, hogy melyik EPC kód formátummal van dolgunk. Elérhető formátumok: 64-bit, 96-bit, 256-bites EPC kódok. A gyártót azonosító rész a gyártó egyedi azonosítója. Minden általa gyártott termék esetén ez a rész a kódnak ugyanaz. A termék kód a gyártó egy termék fajtáját azonosítja, amelyen belül ez egyedazonosító azonosítja az egyes termékeket. Az egyedazonosítót a gyártó adja ki. Ezzel vállalja, hogy két egyedazonosítót nem ad ki kétszer ugyanazon termékfajtaán belül. A gyártó-, a termék- és az egyedazonosítónak együtt egyedinek kell lennie. Ebben a megoldásban az a jó, hogy a gyártó maga adhatja ki az egyedazonosítót, így nem kell senkire várnia a gyártás során.

Az EPC Hálózat célját a következőképpen adhatjuk meg [3]:

- Kapcsolat biztosítása a fizikai objektumok között, amelyek EPC címkével vannak ellátva.
- A hatalmas adatmennyiség menedzselése, amelyet az olvasók generálnak.
- Az információ továbbításhoz univerzális adat formátum biztosítása.

Az EPC Hálózat 3 fő részből áll [3]:

- Savant (magyarul talán Szerszámosnak lehetne mondani)
- EPC Információs Szerviz (angolul: EPC Information Service, EPCIS)
- Tárgy Név Szerviz (angolul: Object Name Service, ONS)

A **Savant** egy közbenső réteg (angolul: middleware), amely összeköti az RFID olvasókat az információs rendszerrel. Úgy képzelhetjük el, mint egy operációs rendszert, amely hozzáférést biztosít az RFID olvasókhoz. Olyan alapszolgáltatásokat nyújt, mint az adatszűrés, összegzés, átlagolás, megszámlálás. Ezen szolgáltatások nélkül nagyon nehéz lenne az olvasók által szolgáltatott hatalmas adatmennyiség kezelése. A Savant-nak két interfésze van: az olvasó interfész (angolul: Reader Interface) és az alkalmazás interfész (angolul: Application Interface). A Savant-on belül szervizek futhatnak (Savant Service), amelyekkel modulárisan bővíthető. Ezen kívül a Savant-ból elérhetők az EPCIS és az ONS szolgáltatásai is.

Az **ONS** (angolul: Object Name Service, magyarul: Tárgy Név Szerviz) feladata, hogy segítsen megtalálni azt a szervert, amely a szükséges információt tartalmazza (félig angolul: host-olja). Az ONS egy fordított telefonkönyvhöz hasonlít, mivel egy EPC azonosítót használ arra, hogy megmondja, ki rendelkezik adatokról erről az azonosítóval.

Az **EPCIS** (angolul: EPC Information Service, magyarul EPC információs Szerviz) a lokális EPC Hálózat egy csomópont típusa, amely átjárót biztosít az információ kérője és egy adatbázis között. Az EPCIS és az információ kérője PML (lásd következő bekezdésben) nyelvet használnak kommunikációra. Az EPCIS és az adatbázis közti kommunikációra nincs ilyen korlát. Az EPCIS-t úgy érthetjük meg legkönnyebben, mint egy tolmácsot az adatbázis és egyéb alkalmazások közt, akik PML-t beszélnek.

A **PML** (angolul: Product Mark-Up Language, vagy Physical Mark-Up Language, magyarul: Termék Jelölő Nyelv) definiálja az információ továbbítás módját. A [3] cikk szerint két különböző szótárt használ, de a szótárak száma bővíthető. A két alap szótár a PML Mag (angolul: PML Core) és a Savant Kiterjesztés (angolul: Savant Extension). A Savant Kiterjesztés szótárt használjuk a Savant és az alkalmazások közti kommunikációra. A PML Mag szótárt minden EPC Hálózathoz tartozó csomópontnak támogatnia kell. A PML egy XML séma.

Egy EPC Hálózat egy lehetséges működése: Egy RFID író/olvasó érzékel egy RFID címkét, a rajta található EPC azonosítót, illetve más adatokat eljuttatja a hozzá kapcsolódó Savant rétegnek. A Savant réteg az adatokat átadja egy alkalmazásnak, amely EPCIS segítségével lokális adatbázisba írja azokat. Az alkalmazás elküldi az adatokat egy központi alkalmazásnak is, amelyet a lokális ONS segítségével talál meg.

EPC Hálózatok hálózata: A fenti három fő egység (Savant, EPCIS, ONS) alkot egy lokális EPC Hálózatot, amelyek az Internet segítségével kapcsolatban állhatnak egymással és így létrejöhet az EPC Hálózatok hálózata. Ehhez kell egy globális ONS szerviz, amely segít, hogy az egyes EPC Hálózatok megtalálhassák egymást, hasonló módon, ahogy a mai DNS szerverek segítik a weboldalak megtalálását.

3.2. GS1 EPCglobal Architektúra Keretrendszer áttekintése

Az EPC Hálózatok fenti áttekintése egy 2005-ben megjelent cikk [3] alapján történt. Azóta az elképzelés sokat változott. A legfrissebb GS1 EPCglobal Architektúra Keretrendszer (angolul: GS1 EPCglobal Architecture Framework) leírása [4] alapján megpróbáltuk összefoglalni a lényegét.

A GS1 EPCglobal Architektúra Keretrendszer központi fogalma szintén az elosztási lánc (angolul: supply chain) és az ECP kód. Az architektúra középpontjában a GS1 szervezet áll, ami nem profit orientált, így a cégek számára könnyebben elfogadható. Az architektúrát bemutató cikkben [4] külön kitérnek arra is, hogy az ECP azonosító tulajdonságaira:

- **Egyediség:** Az EPC azonosító lehetővé teszi, hogy minden megjelölt entitás egyedi kódot kapjon, az egyes típusokon belül az egyedi tárgyak szériaszámot kapnak.
- **Univerzális:** Nem csak a tárgyakat lehet ellátni EPC azonosítóval, hanem helyeket vagy más olyan dolgokat, entitásokat, amiket követni akarunk.
- **Kompatibilitás:** Az EPC azonosító kompatibilis a GS1 más elnevezési rendszereivel.
- **Egyesületes:** Az EPC nem csak elnevezési struktúra, hanem több elnevezési struktúra együttese / egyesülete. Ez a kompatibilitással együtt lehetővé teszi meglévő rendszerekben a felhasználását és azok későbbi továbbfejlesztését.
- **Bővíthetőség:** Az EPC azonosítók együttese tovább bővíthető, de figyelembe kell venni a bővítés során a kompatibilitást.
- **Reprezentációtól független:** Az EPC kódrendszerek absztrakt struktúrák, amelyeknek több konkrét megvalósításuk létezik.
- **Elosztott kódkiosztás:** Az EPC kódrendszereket úgy tervezték, hogy az egyes gyártók egymástól függetlenül adhassanak ki új azonosítókat az ütközés (két ugyanolyan EPC kód) veszélye nélkül.
- **Belső struktúra:** Az EPC azonosítók nem véletlen bitsorozatok, hanem belső struktúrával rendelkeznek. Ebből következik az elosztott kódkiosztás lehetősége, és ezt használják ki az ONS szerverek is.

- Könnyűsúlyú: Az EPC kódrendszerek se több se kevesebb információt nem tartalmaznak, mint amennyi szükséges a fenti célok eléréséhez.

A GS1 EPCglobal Architektúra Keretrendszer a következő architektúra elemekből áll:

- EPC: Az információs rendszer minden követendő entitásához (tárgy, termék, helység, stb...) rendelünk egy EPC azonosítót, amit általában egy RFID címke tartalmaz.
- EPC Menedzser (angolul: EPC Manager): Az EPC Menedzser olyan szervezet, amely valamely kiadási ügynökségtől (angolul: Issuing Agency) engedélyt kapott, hogy valamely EPC azonosító intervallumba kiadjon EPC azonosítókat. Kötelessége biztosítani az általa kiadott EPC azonosítók egyediségét. Gyakran az EPC Menedzser végzi el úgynevezett komissiózást (angolul: commissioning), ami az EPC azonosító tárgyhoz kötését jelenti.
- EPC Menedzser Szám (angolul: EPC Manager Number): Minden EPC Menedzsernek van egy vagy több ilyen száma, amit egy kiadási ügynökségtől kapnak. Ez hasonló, mint az országkód az EAN13 kódolásban. Az EPC Menedzser kötele a saját EPC Menedzser Számát használni az EPC kód megfelelő mezőjében.
- EPC Információs Szerviz (angolul: EPC Information Services, EPCIS): A végfelhasználók és az EPCglobal Architecture Framework közötti fő kommunikációs eszköz az EPCIS. Az EPCIS szervizek tartalmaznak adat elérési interfészt és magának az adatnak a specifikációját. Az EPCIS-en keresztül elérhető adatok olyan információk, amelyeket az elosztási lánc tagja osztanak meg egymással, hogy ellenőrizhessék, mi történik a falakon kívül egy áruval. Az EPCIS-en keresztül elérhető adatok 5 fajtája:
 - Statikus adat (angolul: Static Data): Olyan adat, amely egy fizikai objektum teljes élettartama alatt nem változik. Ezen belül:
 - Típus szintű statikus adat (angolul: Class-level Static Data): Adott típuson belül minden tárgyra jellemző statikus adat.
 - Egyed szintű statikus adat (angolul: Instance-level Static Data): Olyan statikus adat, amely egy típus egyedi objektumainál egyedről egyedre változhat.
 - Tranzakciós adat (angolul: Transactional Data): Olyan adat, amely bővül és változik az idő teltével a fizikai objektum élettartama alatt. Ezen belül:
 - Egyed megfigyelések (angolul: Instance Observations): Olyan események adatai, amelyek az üzleti-folyamatokhoz kapcsolódnak. Egy ilyen bejegyzés általában 4 részből áll: idő, hely, az érintett EPC azonosító, üzleti-folyamat lépés azonosító.
 - Mennyiségi megfigyelések (angolul: Quantity Observations): Olyan események adatai, amelyek mérések hatására keletkeznek. Egy ilyen bejegyzés általában 5 részből áll: idő, hely, tárgy típus, mennyiség, üzleti-folyamat lépés azonosító. Pl.: Az A ajtón X db. Y típusú lépett be D időpontba az S folyamatnak megfelelően.
 - Üzleti tranzakció megfigyelések (angolul: Business Transaction Observations): Olyan események adatai, amelyek tranzakciókhoz köthetők, pl. sikeres tranzakció estén a tranzakció adatait érdemes könyvelni. Egy ilyen bejegyzés általában 4 részből áll: idő, egy vagy több EPC azonosító, üzleti-folyamat lépés azonosító, tranzakció azonosító.

A GS1 EPCglobal Architektúra Keretrendszer megkülönböztet szerepköröket, amik nem feltétlenül komponensek. Néhány megvalósításban két-három szerepkört is megvalósíthat egy komponens, vagy

éppen több komponens valósít meg egy szerepkört. A szerepköröket meg lehet valósítani hardver vagy szoftver komponensekkel is. A szerepköröket megvalósító komponensek interfészekon keresztül kapcsolódnak egymáshoz, amelyeket szintén kifejti a GS1 EPCglobal Architektúra Keretrendszer, de mi nem térünk ki rájuk ebben az áttekintésben. Itt csak felsoroljuk a szerepköröket. A szerepkörök és az interfészek részletes leírása a [4] cikk 9. fejezetében található. A szerepkörök:

- EPC Hálózat szolgáltatásokon belül:
 - Felderítés Szerviz (angolul: Discovery Services)
 - Tárgy Szám Szerviz Gyökér (angolul: ONS Root)
 - Menedzser Szám Hozzárendelés (angolul: Manager Number Assignment)
- Végfelhasználó információs rendszerén belül:
 - Lokális Tárgy Szám Szerviz (angolul: Local ONS)
 - EPCIS Hozzáférési Alkalmazás (angolul: EPCIS Accessing Application)
 - EPCIS Gyűjtemény (angolul: EPCIS Repository)
 - EPCIS Rögzítő Alkalmazás (angolul: EPCIS Capturing Application)
 - Szűrés és Gyűjtés (angolul: Filtering & Collection)
 - RFID Olvasó (angolul: RFID Reader)
 - Olvasó Menedzsment (angolul: Reader Management)
 - RFID Címke (angolul: RFID Tag)
- Partner végfelhasználó információs rendszerén belül:
 - EPCIS Hozzáférési Alkalmazás (angolul: EPCIS Accessing Application)

Az egyes szerepkörök részletes leírása helyett álljon itt egy tipikus adatfolyam egy tipikus végfelhasználó esetén: Egy RFID olvasót helyezünk a piros zónába. Az RFID olvasó érzékeli az áthaladó RFID címkéket. Ennek hatására esemény adatok keletkeznek. Pl.: „Olvasó A látta EPC X-et T időpontban”. A Szűrés és Gyűjtés szerepkörű rész szűri ezeket az adatokat az EPCIS Rögzítő Alkalmazás által definiált minták szerint. Az EPCIS Rögzítő Alkalmazás már az üzleti logika része. Például az beérkezett adatok alapján beindíthat egy futószalagot. Az EPCIS Hozzáférési Alkalmazás feladata az üzleti-folyamat lépéseinek véghezvitele. Tipikus feladatai a rendelések fogadása, feldolgozás, a kiszállítás. Az EPCIS Gyűjtemény naplózza az EPCIS szintű eseményeket, amelyeket az EPCIS Rögzítő Alkalmazás programok generálnak.

Végül ki kell emelnünk a GS1 EPCglobal Architektúra Keretrendszer ajánlását az adatok kezelésére: A fundamentális alapelv az, hogy minden végfelhasználó, aki gyűjti az adatokat, az birtokolja ezeket az adatokat és teljes kontrolja van a felett, hogy mely más harmadik személy férhet hozzá az adatokhoz.

4. További kutatási lehetőségek

Ez a munka egy kezdőlépés egy hosszú úton, amely reményeink szerint lehetővé teszi, hogy egy magyar kutató intézet elérje a nemzetközi színvonalat és nemzetközi szinten is sikereket érhessen el. Ennek előfeltétele, hogy megértsük az IoT jelenlegi helyzetét. Mivel magyarok vagyunk, magyar fogalmakkal tudunk legjobban gondolkozni. Ezért volt fontos, hogy néhány alapfogalmat, mint amilyen az Internet of Things lefordítottunk. Reméljük ez a munka másokat is inspirálni fog, hogy az IoT területén kutatásokba kezdjen.

A munka nem áll meg ezzel az áttekintéssel, hiszen ahogy áttekintettük ezt a témakört, rájöttünk, hogy egy fontos részproblémával még senki se foglalkozott. Ez a digitális tulajdonjog.

A digitális tulajdonjog alatt azt értjük, hogy jogunk van a tárgyainkról bárhol, bármikor keletkezett adatokhoz, információkhoz és ismeretekhez. Jogunk van ezeket felhasználni, mások hozzáférését engedélyezni, vagy akár korlátozni.

A digitális tulajdonjogot legegyszerűbb egy példán keresztül lehet megérteni. Az autónkról sok adat van a forgalmiban, a felhasználói kézikönyvben, illetve a szervizkönyvben is. Azaz, amikor vásárolok egy autót, akkor nem csak magát az autót kapom meg, hanem az autót leíró adatokat is. Az autó digitálisan is a tulajdonomba kerül.

A digitális tulajdonjog egyik alapfeltétele, hogy a tárgyak lehetőleg egyedileg azonosíthatók legyenek. A tárgyakról tárolt adatok elérhetőek legyenek.

A tárgyainkról tárolt adatok összességét digitális adatkincsnek nevezzük. Ez egy új, általunk javasolt fogalom. Az adatbank a digitális adatkincs tárhelye, ahol a digitális adatkincs a szó átvitt és nem átvitt értelmében is kamatozik. Az adatbankok rendszere alatt az adatbankok együttműködését értjük.

Következő munkánkban ezeket a fogalmakat szeretnénk részletesen feltárni.

Irodalomjegyzék

- [1] Kevin Ashton: That 'Internet of Things' Thing, in the real world things matter more than ideas. RFID Journal. June 22, 2009.
- [2] Luigi Atzori, Antonio Iera, Giacomo Morabito: The Internet of Things: A survey, Computer Networks 54, 2787–2805, 2010.
- [3] Kin Seong Leong, Mun Leng Ng, Daniel W. Engels: EPC Network Architecture, Auto-ID Labs, White Paper Series, <http://autoidlabs.org/publications>, 1-14, 2005.
- [4] Ken Traub (editor): The GS1 EPCglobal Architecture Framework, GS1 Final Version 1.5, Approved 23 March 2013, <http://www.gs1.org/gsm/kc/epcglobal/architecture>, 2013.
- [5] K. Sakamura: Challenges in the age of ubiquitous computing: a case study of T-engine – an open development platform for embedded systems. Proceedings of ICSE'06, Shanghai, China, May 2006.
- [6] D. Guinard, T. Vlad: Towards the web of things: web mashups for embedded devices. Proceedings of the International World Wide Web Conference 2009, Madrid, Spain, April 2009.
- [7] A. Dunkels, J.P. Vasseur: IP for Smart Objects, Internet Protocol for Smart Objects (IPSO) Alliance, White Paper #1, <http://www.ipso-alliance.org/>, September 2008.
- [8] N. Gershenfeld, R. Krikorian, D. Cohen: The internet of things, Scientific American 291:4, 76–81, 2004.
- [9] I. Toma, E. Simperl, Graham Hensch: A joint roadmap for semantic technologies and the internet of things. Proceedings of the Third STI Roadmapping Workshop, Crete, June 2009.
- [10] A. Katasonov, O. Kaykova, O. Khriyenko, S. Nikitin, V. Terziyan: Smart semantic middleware for the internet of things. Proceedings of the Fifth International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics, Funchal, Madeira, Portugal, May 2008.
- [11] Charith Perera, Arkady Zaslavsky, Peter Christen, Dimitrios Georgakopoulos: Context Aware Computing for The Internet of Things: A Survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials Journal, arXiv:1305.0982, <http://arxiv.org/abs/1305.0982>, 2013.

- [12] International Telecommunication Union: ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things. Official Launch held at World Summit on the Information Society (WSIS) 2005 in Tunis, Tunisia, <http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/>, November 2005.
- [13] H. Sundmaeker, P. Guillemin, P. Friess, and S. Woelffle: Vision and challenges for realising the internet of things. European Commission Information Society and Media, Technical Report, http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/loT_Clusterbook_March_2010.pdf, March 2010.
- [14] T. Lu, W. Neng: Future Internet: The Internet of Things. 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE), vol. 5, 376-380, August 2010.
- [15] European Commission: Internet of Things in 2020: Roadmap for the future. Working Group RFID of the ETP EPOSS, May 2008.
- [16] P. Guillemin, P. Friess: Internet of things strategic research roadmap. The Cluster of European Research Projects, Technical Report, September 2009.