

Az internet újragondolása – A következő generációs internet ökoszisztémájának technológiái

MAGYAR GÁBOR

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
magyar@tmit.bme.hu

Kulcsszavak: 5G, adatvezéreltség, dolgok internete, felhő informatika, hálózati társadalom, mesterséges intelligencia, tudástársadalom

Az internet mintegy öt évtized alatt lenyűgöző technológiai fejlődésen ment át. Szinte valamennyi, korábban önálló kommunikációs feladat „áttelepült” az internetre. A 2020-as évtizedben az egymást erősítő „hálózatosodás” és „adatalapúság” a felhasználási igények exponenciális ütemű megváltozását eredményezi. Ennek kiszolgálására az 1970-es években kitalált internet architektúra már nem feltétlenül lesz gazdaságos, talán alkalmas sem. A cikk áttekinti a változások fő jellemzőit, s emellett érvel, hogy a tartalom-központú, viselkedés-alapú „általános internet közmű” kora jön el.

1. Bevezetés

Jan Van Dijk már az 1990-es évek elején úgy gondolta, hogy az elektronikus hálózati kommunikáció fokozatosan háttérbe szorítja az emberek közötti közvetlen társalgást [1]. Megjósolta, hogy a személyes (és szervezeti) kommunikáció összeolvad a tömegkommunikációval. Arra következtetett, hogy az emberek folyamatosan össze lesznek kapcsolva egymással és állandó hozzáférésük lesz az információhoz. Az internet az egész világot az otthonokba és a munkahelyekre hozza.

Manuel Castells, a hálózatos társadalom híres gondolkodója [2] szerint is társadalmunk szociális morfológiáját a hálózatok adják. Egy interjúban [3] ezt mondta: „...hálózatos társadalom, ahol a kulcsfontosságú társadalmi struktúrákat és tevékenységeket elektronikus információ-feldolgozó hálózatokkal szervezzük. Tehát ez nem pusztán szociális hálózatokról szól, mert azok ősrégi formák. Itt olyan szociális hálózatokról van szó, amelyek mikro-elektronikai technológiákkal végzik az információ feldolgozását és menedzselését.” A hangadók, az „elit” összetartozása már nem feltétlenül a lakóhely szerinti összetartozással, hanem az információáramlásban való részvétel révén valósul meg. A „hatalom” e hálózatban összpontosul.

Az internet társadalmi hatásait már korán felismerő tudósok a hálózatosodás átalakulását vizsgálták. Az egyre sűrűbb és sebesebb kommunikációs hálózat rövidesen az adatokhoz való viszonyunkat is drámaian megváltoztatta. Az adatok gyűjtésének és elemzésének képessége a civilizáció történetében mindig is megvolt. A mi életünkben mennyiségi ugrás következett be, mind az információ létrehozásában, mint annak elosztásában. Erre a 20-21. századi információs-kommunikációs technológiák (IKT) tettek képessé bennünket.

Az internet (mint elektronikus, digitális médium) globálisan összekapcsolta a kommunikálni képes hálózati végpontokat (embereket és gépeket). Ez mindenekelőtt a fogyasztható médiatartalom létrehozásának és fogyaszt-

tásának tömegesedését eredményezte [4]. A „bárhol, bármikor” kapcsolati lehetőségét nagyon hamar kihasználták az élet szinte minden területének átfarmálására, új termelési és üzleti modellek kialakítására. Átalakult, átalakul például az oktatás, a munkafolyamatok, a munkaviszonyok, a szabadidő eltöltése, az egészségügy stb. Mindez azonban nem feltétlenül jár tudástermeléssel (bár gyakran igen). A tudás az információ további elemzésével és kontextusba helyezésével (megértésével) áll elő [5].

Végső soron a társadalom igényei, értékei és érdekei határozzák meg a technológia fejlődését is, nem fordítva. A technológia használatának ugyanakkor alapvető társadalom-átalakító következményei vannak. Könnyen belátható példa erre az elektromos hálózat kiépülése. Kezdetben egy-egy konkrét terméket (pl. izzólámpa, elektromos vasaló, porszívó), azok kényelmét, illetve hasznát érzékelték a kortársak. Az elektromos energia és a villamos gépek elterjedésével azonban megváltozott az ipari kor társadalmi (például nagy tömegeket foglalkoztató gyárak nőttek ki, változott a munkásmozgalom is, az elektromosság használata átalakította a közlekedést, egyre gyakoribbak lehettek az utazások stb.).

Az IKT ennél még átfogóbban érinti a társadalom működését. A jólét, a hatalom létrehozása és megtartása erősen épül az IKT technológiák nyújtotta előnyök kiaknázására. Digitális átalakulásként [6,7] szokás nevezni a termelés, a szállítás és a fogyasztás folyamatainak mai megváltozását. Az új üzleti modellek, szervezési és piaci folyamatok miatt módosulnak a gazdasági verseny típusai, mintázatai, a gazdasági és társadalmi struktúrák, a jogi és szakpolitikai mértékek, a kulturális határok.

Az IKT térhódításának két alapvető folyamata a „hálózatosodás” és az „adatalapúság”.

Az ember a tudás révén emelkedett ki természetes környezetéből. A predigitális korban a tudáshoz való hozzáférés a mai lehetőségekhez képest nehézkes volt. A hálózatosodás eredménye, hogy (technikai lehetőségeként) bárki és bármi, bárhol, bármikor összekapcsolódhat. Technológiai szempontból a társadalom valamennyi

tagja hozzáférhet a tudáshoz, ami az életfeltételek javítását szolgálja. A tudástársadalom éppen ettől jöhet létre. A tudástársadalomban az sikeres, aki képes tudást létrehozni és azt erőforrásként felhasználni.

A hálózati kapcsolatoknak a társadalmi hasznosság szempontjából nem az „összekapcsoltság” a lényege, hanem az, hogy az összeköttetések adatok kommunikálására alkalmasak (1. ábra). A hálózatok csomópontjaiban lehetnek emberek és gépek (például érzékelők, jeladók) is. A tudásfelhalmozás és -átadás módja megváltozik a digitális eszközök alkalmazása révén, az ember tevékenységéről, a természetes és mesterséges környezetünkről nagy mennyiségű és jó minőségű adat áll elő. Az emberek, a gépek, a természeti és műszaki folyamatok digitális nyomainak elemzésével adatokra alapozott tudáshoz juthatunk. A minőségileg és mennyiségileg újfajta tudás, a „digitális tér” kialakulása arra is esélyt ad az ember számára, hogy megtalálja és kialakítsa azokat a feltételeket, megoldásokat, technikákat, amelyek biztosíthatják, hogy a jelenleginél hatékonyabban, hosszútávon fenntartható módon éljen természetes környezetében.

A digitális tér kitüntetetten fontos erőforrása az adat. A társadalmi (termelési, közlekedési, logisztikai, oktatási, szórakoztatási, egészségügyi, ellátási stb.) folyamatok és rendszerek, a szervezetek, intézmények, iparágak egyre inkább adatvezérelté válnak. A tudástársadalom a társadalmi („mindennapi”) folyamatok adatainak gyűjtésén (származtatásán, kommunikálásán, tárolásán) és elemzésén alapul. Talál a mondás, hogy az „adat az új olaj”.

A következőkben először jellemzem a hálózatosodást és az adatalapúságot, majd egyidejűségük következményét tárgyalom.

2. A hálózatosodás

Az internetet használó emberek száma 2020-ban átlépi az 5 milliárdot [8]. Az „internetből kimaradó” emberek száma, illetve részaránya csökken. A folyamat egyúttal a területi kiegyenlítődés felé is mutat, a fejlődő ország-

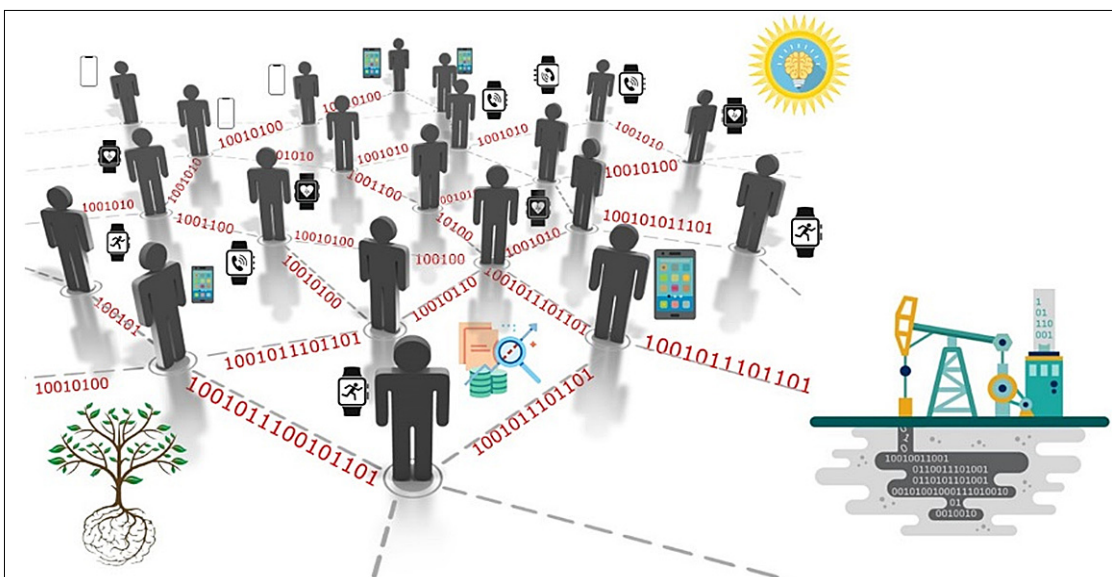
gok bővülési dinamikája nagy [9,10]. Egyre több országra igaz, hogy a népesség nagy többsége internet-használó. Önmagában ettől is növekszik a globális lefedettség, és ha a készülődő újabb (műholdas, felső légköri ballonos) hozzáférési rendszerek valamelyike fenntarthatónak bizonyul, akkor a területi lefedettség szinte teljes lesz a Földön. A hozzáférési technológiákban a vezetéknélküliség aránya növekszik. A vezetékes technológiák sem hálnak ki, a frekvencia szűkös erőforrás, az egyre magasabb frekvenciák használata növekvő műszaki-gazdasági költségekkel jár.

Az internetet eddig (döntően) az emberek kommunikációját szolgáló csatornának tekintettük. A közösségi háló alkalmazások és a fájlmegosztók is ugyanazt nyújtják, amit a jó öreg e-mail és a webes böngészés: üzenet-cserét, illetve emberek által közzétett tartalmakat. A web-áruház emberek vásárlásának tere.

Mindez napjainkban gyökeresen megváltozik. Az emberek által használt számítógép-hálózat helyett a tárgyak, eszközök hálózata alakul ki – a dolgok internete (IoT). Az IoT hálózati végpontok száma rövidesen az internethez – számítógéppel, telefonnal – kapcsolódó emberek számának többszöröse lesz.

Az IoT megváltoztatja az internetről alkotott képünket.

Amikor a végpontok többsége már nem közvetlenül emberekhez fog tartozni (telefon, karkötő stb.), hanem gépekhez, épületekhez (gyártás, gazdálkodás, szállítás, közlekedés, okos otthon, egészségügy, iskola stb.), akkor nem embereket összekapcsoló hálózatot fogunk látni benne, hanem egy hatalmas automatizálási közművet. Az sem változtat ezen a perspektíván, ha esetleg a Föld politikai-gazdasági megosztottsága nem egyetlen, hanem néhány nagy hálózatos rendszert eredményez. A hálózatosodás nem áll meg az országhatárokon. Még akkor sem, ha fizikailag ellenőrizhető, szűrhető vagy blokkolható az adatforgalom. Tény, hogy még ma is milliárdos embertömeg nem részese a „mindenkit, mindig, mindenhol” kommunikációs lehetőségének. Csakhogy a hálózatos világ tőke, áru, szolgáltatási, munka, tudomány stb. logikája a „fehér foltok” mindennapi életére is döntő ha-



1. ábra
A hálózat célja:
adatkapcsolatok
létesítése

tást gyakorol, jelenleg is. Az egyén szemszögéből az internet nem a mai kommunikációs eszköz, hanem egy, az élete minden aspektusát érintő kiterjedt gép lesz, a közmű, ami nélkül a legalapvetőbb társadalmi funkciók sem lennének működőképesek.

Ha akkor az internethez kapcsolódó személyes eszközünket telefonnak fogjuk még nevezni, az csak szép hagyománytisztelet lesz, nem funkcionális megnevezés.

Szinte minden szolgáltatás, alkalmazás (és sok-sok adat, tartalom) elérhető lesz az informatikai felhőből. Fontosak maradnak a helyi (vállalati, otthoni) megoldások is, ám a felhő szolgáltatások dominánssá válnak. Örömteli, hogy az internet (a Föld legátfogóbb „gépe”) fejlődésében és működésében már ma is fontos a fenntarthatóság (green hosting, megújuló hosszú élettartamú szenzorok, eco-friendly internet).

Végső soron az internet képessé válik „mindenkit és mindent, mindig, mindenhol” összekapcsolni. Az emberiség egyre nagyobb teljessége, környezetünk egyre több eszköze, berendezése, gazdasági-társadalmi folyamata kapcsolódik, a Föld szinte teljes lefedésével, 24/7 hozzáféréssel, egyre fenntarthatóbban, „zöldebben”. A legnagyobb kihívás annak megoldása, hogy ezt a mindennapi kritikus közművet védetté és biztonságossá tegyük.

3. Az adatalapúság

A gazdaság, az igazgatás, mindennapi tevékenységeink megkerülhetetlen mértékben adatfelhasználásra épülnek. Az adat új digitális szolgáltatások alapja, a hatékonyság hajtóereje, felhasználásától megalapozottabb döntéshozatalt, egyszerűbb részvételi lehetőségeket várunk.

Nem újdonság, hogy a világon szinte minden jellemezhető, megragadható adatokkal.

Az adat (a „nyers adat”) akkor is létezik, ha nincs intelligencia, amelyik észleli. (Például a világűrben egy kőzet üstökösnek akkor is volt tömege és sebessége, amikor intelligens élet, ember még nem létezett a Földön.) Az információ az adatokból intelligens értelmezéssel jön létre. (Például az, hogy egy üstökös becsapódhat-e a Földre és veszélyt jelent-e számunkra.) A tudás a kontextusba helyezett információ. Másképp fogalmazva, több információ együttes értelmezése. (Például az égitestek, így az üstökösök mozgásának és más jellemzőinek együttes megismerésével tudáshoz jutott az emberiség az univerzum felépítéséről, törvényeiről.) Az adatnak önmagában tehát nincs értelme. A Galaxis útikalauz stopposoknak című regényben felteszik a „végső kérdést” a szuperszámítógépnek „az életről, a világmindenségről meg mindenről”. A válasz a 42-es szám. Azonban a kérdést feltevők maguk sem tudják, hogy mi is a végső kérdés, amire választ kaptak.

Adatokat nem passzióból, „az adatgyűjtés kedvéért” gyűjtünk. Az értelmezett adatok segítségével – végső soron – a bizonytalanság, az ismeretlen ellen küzdünk. Az adatalapúságtól nagyobb bizonyosságot, kisebb hibalehetőséget remélünk.

Önmagában a rendelkezésünkre álló adatok mennyiségi robbanása nem indokolná, hogy adatalapúságról beszéljünk. Az adatok széleskörű elérhetősége és szervezethez való kapcsolódása jelent új minőséget. A hálózatosodás előtt az adatok elkülönülten, „silókban” álltak az emberek rendelkezésére, és nagy részük (a felhasználás szempontjából) átmeneti, többé-kevésbé rövid életű volt. Az adattárolás viszonylag drága és veszélyeztetett volt. Az adatok széles körének összekapcsolása olyan nehézkes és időigényes lett volna, hogy életszerű időtávon nem kecsegtetett kellő haszonnal. Ráadásul tűz, víz, vagy háború könnyen örökre elpusztíthatta (és gyakran el is pusztította) a tárolt adatokat. A digitális formátumok az adattárolományok olcsó és akár veszteségmentes többszörözését tették lehetővé. A hálózatosodás az adatsilók sokrétű és rugalmas összekapcsolását engedte meg. Az internet az adatok világát sokfejű hidrává engedte változni: ha egyet levágasz, újak nőnek helyette. A világra (emberek és a gépek viselkedésére, a környezet állapotaira, folyamataira) vonatkozó adatok egyre strukturáltabb formába rendeződése és elemzése révén egyre több tudáshoz jutunk.

Az adatokból értéket értelmezéssel (értelmezési technika az elemzés is) teremtünk. Az adatelemzés gyakran igen összetett eljárás, különösen, ha nagy, sokféle és változékony adattárolományról van szó. Tipikusan rejtett (nem ismert, illetve feltételezett) mintázatok, vagy ellenkezőleg, anomáliák keresése tartozik ide. Piaci trendet, ember(csoportok) viselkedési jellemzőit, alkatrészek meghibásodási esélyét stb. eredményezi az elemzés. Általánosságban: döntések előkészítését, hatásvizsgálatát, következményeinek nyomon követését támogatja az adatelemzés. Ezekkel üzleti előnyök (piaci siker, haszon, marketing, jobb ügyfélélmény, hatékonysági tartalékok feltárása stb.) elérése a cél.

Az adattudomány egy multidiszciplináris terület, tudás kinyerésére kutat, fejleszt és használ módszereket, eljárásokat. A fogalmat évtizedek óta használjuk a tudományban, „buzzword” a 2010-es években lett. Azóta viszont „felhígult”, az üzleti elemzéssel keveredésben olvashatjuk számtalanszor. Az adatbányászat félautomatikus feldolgozást jelentett (nem nélkülözte a gondolkodó embert). Az adatelemzés mára a rutin műveletek automatizálását is jelenti, továbbá mesterséges intelligencia bevetésével a tanulásra képes, autonóm elemzői megoldásokat is.

A mesterséges intelligencia (MI) a nem ember által megnyilvánuló intelligencia. (Tipikusan olyan kognitív funkciókban manifesztálódik, amiket az emberi értelemhez kapcsolunk: objektumok és azok tulajdonságainak felismerése látás útján, emberi beszéddel való információcsere stb. [11]). Ide tartozik a gépi tanulás, ezen belül a mélytanulás, a természetes nyelvi feldolgozás és más területek (machine learning, deep learning, natural language processing). A gépi tanulás a mesterséges intelligencia egyik ága. Tanulásra képes rendszerekkel foglalkozik, melyek tapasztalatokból tudást generálnak. Például adatok, minták alapján képes önállóan, vagy emberi segítséggel szabályszerűségeket felismerni. Nem

pusztán felismeri az ismétlődően előforduló mintákat, hanem általánosításra is képes ezek alapján, a tanulási szakasz végeztével ismeretlen adatok halmazán is „helyes” döntéseket képes hozni.

4. A hálózatosodás és az adatalapúság találkozása: a kulcstechnológiák konvergenciája

A 2020-as évtizedben a hálózatosodás reális perspektívája a „mindenkit és mindent, mindig, mindenhol” kiteljesedése. Ide tartozik az IoT több milliárd, majd több tízmilliárd végpontra bővülése és a felhő-informatika térhódítása. Ezáltal a hálózat, a „nagy, átfogó információs közmű” lesz az, aminél már nem gondolkodunk azon, hogy a fényképek tárolása, a videó szerkesztése, a táblázat kezelése, a játék valójában hol működik, hol történik – a felhasználó szempontjából ott lesz; a szemünk és fülünk előtt, a kijelzőn.

A műszaki hálózatosodás az adatalapúság megvalósíthatóságát biztosítja. Végpontok (IoT és emberek) ontják az adatokat (változatos ritmusban, mennyiségben és minőségi igényrel). Az adatok a gazdasági-társadalmi folyamatok természetéhez igazodó (gyorsabb, lassabb, gyakoribb, ritkább, valós idejű, batch, kritikus, gyatra stb.) tulajdonságokkal állnak elő, a Föld egyre több pontján (egyre sűrűbb geográfiai lefedettséggel). Az egyetlen, összefüggő hálózaton szállított adattömegből adatelemzéssel, amikor célszerű, akkor mesterséges intelligencia támogatással is teremtünk értéket (tudást). Az adatfeldolgozás, sok esetben a végpontok (és köztes csomópontok) feldolgozási tevékenysége is virtualizált (felhő) infrastruktúrában történik (adatközpont, EDGE computing).

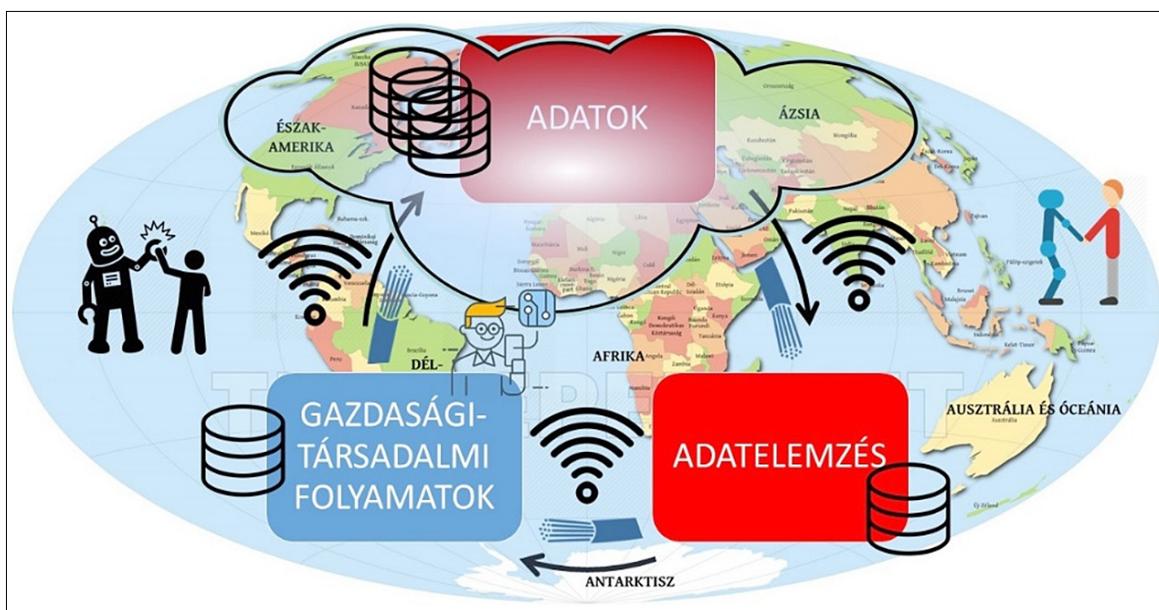
Vessünk egy pillantást erre az egyén, az „én” szempontjából. Nem ragaszkodom a saját gépemre telepített szövegszerkesztőhöz, ha a felhő megoldás magas rendelkezésre állású és olcsó. Fényképeimet és videófelvé-

teleimet (de legalább azok biztonsági másolatát) a felhőben, és nem saját, otthoni eszközön tárolom. Nem fogadnám el a virtuális erőforrást, ha nem lenne „mindig, mindenhol” elérhető.

Ebből aztán további következmények is származnak. A virtualizált szövegszerkesztőért (tipikusan havi) előfizetési díjat fizetek. Ez kiegyensúlyozottabb árbevétel-eloszlással jár, mint az egyszeri termékértékesítés, ami kisebb kockázattal finanszírozza a folyamatos továbbfejlesztést. Gyakoribb lehet a javító vagy bővítő frissítés (update). Hamarabb épülhetnek be a felhasználói tapasztalatok (amik intelligens adatelemzéssel követhetők nagy tömegben és gyorsan). Ez versenyelőny. Ráadásul viszszaeszközöl a szoftveralkalmazkodás. Csakhogy mindehhez gyorsabb (agilis) fejlesztés szükséges. Átalakul az üzleti modell és a szolgáltatások szervezési folyamata, a szükséges humán és gépi erőforrások.

A hálózatosodás és az adatalapúság kulcstechnológiái (a kommunikációs hálózat, az IoT, az adatelemzés, a mesterséges intelligencia, a felhő-informatika) együttesen sokszorozott (multiplikatív) hatással bírnak a digitális tartalomra, a kereskedelemre, a kommunikációra, az emberek és a gépek kapcsolatára, a digitális alkalmazásokra, és egyre bővülő mértékben a termelésre [12].

A kommunikációs hálózat a 2020-as évekre már alaptechnológiaként ígéri a nagy végpontsűrűséget (IoT), a kis késleltetést (termelésautomatizálás, közlekedés, robotika, valós idejű távműködtetés, virtuális/kiegészített valóság alkalmazások), a garantálható kapcsolati minőséget (QoS, kritikus funkciók, üzleti modellválaszték, többféle QoE) és az erőforrás- és energiatakarékos működést. Konvergenciáról (tehát folyamatról) beszélünk, nem egyik napról a másikra bukkannak fel az igények sem és a megoldások sem. Például az IoT-fejlesztésekhez több (kisebb-nagyobb hatótávolságú rádiós) technológia jött létre, ám új minőséget (lehetőséget) hozhat létre az egységes cellás hálózat, aminek a szabványai az IoT igényeket is figyelembe veszik. Univerzális, robusztus, minőségi garanciákat tartalmazó, fejlődésre ké-



2. ábra
Az adatok
értékteremtő
körforgása

pes és gazdaságos a technológia. Ilyen alappal a magasabb hozzáadott értékű (ma még nem is sejtett) új alkalmazások fejlesztése kisebb kockázatú, a skálázhatóságnak, méretgazdaságos terjeszkedésnek az infrastruktúra nem jelent erős korlátot.

Az 5G-hálózatban lehetséges Mobile Edge Computing (MEC) közvetlenül az adatalapúsághoz vezet. A mobil kommunikációs hálózat bázisállomásaihoz közeli MEC az elosztott számítási/feldolgozási (distributed computing) képességeket teszi reálisan alkalmazhatóvá. Ma még elképzelhetetlen, hogy ez mennyire sok új szolgáltatás, illetve üzleti modell lehetőségét teremti meg a hálózati operátorok számára.

Az adatok kezelése jelenti az integráló erőt a szervezeti (vállalati, igazgatási) működtetési technológiák, a felhő informatika, valamint az IoT együttműködéséhez. Az adatelemzés eddig rejtett értékeket tesz hozzáférhetővé (előző oldali 2. ábra). A folyamatokban keletkezett, emberektől és gépektől származó, gyakran nem-strukturált adatok értelmét, potenciális hasznát az adatelemzés tárja fel. A mesterséges intelligencia javíthatja ennek hatékonyságát és automatizálást tesz lehetővé.

Az adatkezelés, a felhő IT és az IoT egymáshoz kapcsolódása az adatelemzés további evolúcióját segíti. Az IoT alkalmazása (sokféle folyamatban: termelésben, szállításban, otthon-felügyeletben stb.) a végpontokból származó, illetve oda küldött adatok útján valósul meg. A képesség a nyers adatok tömegének biztonságos kezelésére, különböző szervezetszerű tárolására és végül hatékony felkínálása elemzésekre kiemelkedően fontos lesz a termelési vertikumok számára.

A nagyvállalatok óriási mennyiségű és változatoságú, emberi eredetű adatot gyűjtenek a partnerek és a fogyasztók szokásairól, preferenciáiról, kapcsolatairól. Az IoT még ehhez képest is elképesztő mennyiségű és sokféleségű gépi eredetű adatot fog behozni a képbe. Mai tudásunk szerint ezek nem, vagy részben strukturált adatállományokat eredményeznek. Az adatelemzési technológiák új generációjára lesz szükség, a mesterséges intelligencia „bevetése” elkerülhetetlen. Az IoT-eszközök sokaságában gép-gép és ember-gép kapcsolatok egyaránt szükségesek, mégpedig feltehetően egy dinamikusan változó eszköz-hálózatban: új végpontok csatlakoznak, másokat kivonnak a rendszerből (például lejár az üzemidejük, de a helyükön maradnak, akár részlegesen üzemképesen is, vagy eszközökről egyszerűen elfeledkeznek stb.).

Az IoT-eszközök automatikus felfedezhetősége és menedzselhetősége kulcsfontosságú lesz további elterjedésükben. A körülvevő, mindent magába foglaló (ambient) IoT felforgatja a hagyományos megoldásokat, új értékláncokat tesz célszerűvé. Egy otthon akár százas, egy nagy társasház ezres nagyságrendű IoT-végpont sokaságának menedzsmenete, évek, évtizedek folytonos változásai közepette, megbízhatóan és biztonságosan, védetten – nagy kihívás. Még nagyobb, ha ezek a lakó- (és iroda-, üzlet-) egységek egy okos település kiterjedten közös menedzsmenetéhez kapcsolódnak, a közös előnyök elérése végett.

Az MI már számos terület informatikai rendszereibe integrálódott: internetes keresés, szórakoztató tartalmak terjesztése és optimalizálása, kereskedelem, robotika stb. Hosszabb távon ez emberi tevékenységek egyre több területén megjelenik majd, elsősorban (egyszerűen szólva) a döntéshozatal gépesítésében (részben vagy egészen autonóm döntéshozatal). Az MI felhasználásnak trendje, hogy a „siló alkalmazásoktól” a „integrált funkció” irányba alakul át és termékekbe, szolgáltatásokba épül be.

5. Összefoglalás: szükséges-e „új internet”?

Az internet hőskorában alapvetően két végberendezés közötti (one-to-one) kommunikáció valósult meg. Évtizedek teltek el, a technológia lenyűgöző képességekkel ruházta fel az internetet, ám a mai architektúrára is jellemző mértékben jellemző a one-to-one kommunikáció. A felhasználási igény azonban máris sokat változott [13].

E cikkben amellett érveltem, hogy az előttünk álló évtizedben olyan fordulat áll be, aminek kiszolgálására az 1970-as években kitalált architektúra már nem feltétlenül lesz gazdaságos. Sőt, talán alkalmas sem. Aktuális az internet újragondolása. A végpontok milliós, majd százmilliós, milliárdos nagyságáról több tízmilliárdos szintre kell lépni. Növekszik a helyhez nem kötött, mozgásban is kiszolgálható végpontok mennyisége. Mobil-centrikus hálózati szolgáltatások válnak dominánssá. A legtöbb kommunikációs adatforrás adatforgalma 7/24-es lesz („a gép nem fárad, nem alszik”). Lesznek nagyon kevés és sok adatot forgalmazók is, több nagyságrendnyi „szórás” is ki kell szolgálni (mennyiségben és gyakoriságban is). A végpontosűrűség és annak időbeli változékonysága a konfigurálás és vezérlés rugalmasságát és automatizálását igényli. A hálózat az adatalapú folyamatok kiszolgálásához sokféle tartalom, illetve szolgáltatás közvetítésének infrastruktúrája.

A termelés igényeinek biztosításához minőségi garanciák különböző osztályait kell vállalni. Mindezt prediktív, viselkedés-központú adatelemzésekre lehet építeni. A szükséges technológiák részben már rendelkezésre állnak, részben kutatások és fejlesztések tárgyai. Kérdés, hogy a több mint 50 éve nagyszerűen teljesítő (és persze óriási fejlesztésen átment) internet-architektúra megváltoztatása elkerülhető-e? Vajon az ismert útválasztási eljárások képesek lesznek-e biztosítani adott területen a változó számú, valós idejű 4k videófolyamok és az egyenként kis adatsebességű, de nagy sűrűségű IoT-kommunikáció igényeit?

A távközlési szakemberek évtizedek óta írnak „következő generációs”, illetve „új generációs” hálózatról [14, 15]. Az internet mint hálózat műszaki alapjai azonban nem változtak. Nagyon leegyszerűsítve, egységes címzés alapján azonosított „valamik” közötti adatcsomagtovábbításhoz biztosítunk valamiféle optimumhoz minél közelebbi kommunikációs útvonalat. Az adatcsomag terjesztésétől, tartalmától (majdnem) függetlenül.

A cikkben bemutatam, hogy a forgalom mennyiségi robbanása mellett nő annak változatossága és egyre többször nem fogadjuk el a helyhez kötöttséget. Mindeközben az internet fokozatosan magába olvaszt szinte minden távközlést. Lényegében egyetlen, összefüggő kommunikációs hálózattal kell kiszolgáltatnunk a fentebb vázolt sokrétű felhasználói elvárásokat. Ez kikényszerítheti, hogy hozzájáruljunk az alapokhoz (3. ábra).

A nagy sűrűségű, mobilitást támogató, sokféle tartalom forgalmazására, sokféle szolgáltatás nyújtására képes közmű csakis nagyon rugalmasan lehet gazdaságos. Gyors hálózat-konfigurálás, dinamikus erőforrás allokálás szükséges. Többféle hálózati protokollnak kell egyidejűleg működnie, menedzselhető módon.

A közeljövő távközlésére „egységesítő technológiaként” is gondolhatunk, ami a különböző igényekhez skálázható módon egybefogja a hálózati képességeket. Garantált, illetve előre jelezhető teljesítményt és energiatakarékosságot nyújt amikor, s ahol szükséges. A sokrétű hálózati rendszer rugalmas vezérelhetőségét az SDN (Software-Defined Networking) terjeszti ki. Az NFV (Network Function Virtualization) modellben virtualizált szoftverrel oldhatók meg hálózati funkciók (útválasztás, kapcsolás, kódolás, tűzfal, terhelés-szabályozás stb.). A szolgáltatások így az általános IT-berendezéseken, akár teljesen felhő infrastruktúrában valósíthatók meg. A valós idejű, kis hálózati késleltetésű igények olcsóbban szolgálhatók ki „mini IT-felhőkkel”, a felhasználáshoz közel (EDGE). A sokféleség gyors kiszolgálását tartalom és viselkedés alapú vezérlés oldhatja meg ésszerűen és biztonságosan.

A tartalom erősebben fogja befolyásolni a kommunikáció megvalósulását. Az internet nem pusztán távközlő hálózat, hanem szolgáltatások, alkalmazások sokasága is. A tartalomközpontú, viselkedés alapú „általános internet közmű” a munkaidő és a személyes idő határainak további gyengülését, a fizikai és a virtuális valóság határainak elmosódását, az online és az offline állapotok közeledését hozza el. Talán egy új reneszánsz küszöbén állunk; a „tudás-közmű” segíthet bennünket a fenntartható jóléthez.

A szerzőről

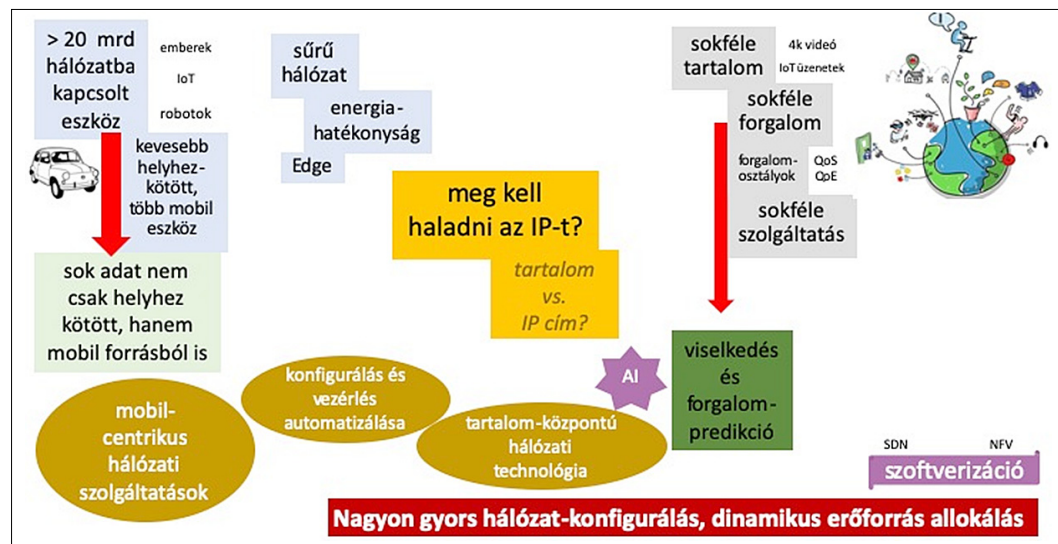


MAGYAR GÁBOR a BME-n szerzett villamosmérnöki diplomát, majd PhD-fokozatot. A BME TMIT tanszékvezetője. Szakmai érdeklődési területe az adattudomány, az adatok intelligens kezelését, elemzését és felhasználását fedi le. Több, mint 35 éve oktat a BME-n. Számos K+F projektet vezetett. Elnöke a Hírközlési és Informatikai Tudományos Egyesületnek (HTE), az Egyetemközi Távközlési és Informatikai Egyesületnek (ETIK), valamint a Magyarországi Oracle Felhasználók Egyesületének (HOUG). Az intelligens közlekedési fejlesztések összehangolására létrejött Mobilitás Platformban az Adatmenedzsment Munkacsoport vezetője.

Hivatkozások

- [1] Van Dijk, Jan: The Network Society (3 ed.), 2012. SAGE, ISBN 9781446248959.
A könyv első kiadása 1991-ben jelent meg (De Networkmaatschappij).
- [2] Manuel Castells: The Rise of the Network Society, 1996.
- [3] „...the definition, if you wish, in concrete terms of a network society is a society where the key social structures and activities are organized around electronically processed information networks. So it's not just about networks or social networks, because social networks have been very old forms of social organization. It's about social networks which process and manage information and are using micro-electronic based technologies.”
Harry Kreisler: Conversation with Manuel Castells, p.4., Globetrotter.berkeley.edu
- [4] Közgazdasági szempontból úgy szokás ezt megfogalmazni, hogy a médiatartalom értékláncába való belépési küszöb értékhatára drámaian lecsökkent. Néhány évtizede egy audiovizuális tartalom (film, videó) elkészítésének költsége elég magas volt, terjesztése – mondjuk több millió emberhez való eljuttatása – nem pusztán drága volt, hanem sajátos érdekeket követő külön logisztikai szervezetet és infrastruktúrát (televízió, mozi) követelt meg.
- [5] A modernitás mégis az egyének számára bizonytalanságot, kétértelműséget hozott. Minél több információ vált elérhetővé, minél gyakoribb változásokkal (felfedezésekkel, értelmezésekkel), annál kevésbé támaszkodhatott az egyes ember megbízható tudásra és egyértelmű orientációs mintákra. Az egyének magára hagyottsága a tudásteremtésben intellektuális szabadságot jelent, ugyanakkor jelen van a tömeges igény támaszra, segítségre: hogyan lehet megérteni és használni az információt?

3. ábra
Változnak
a felhasználói igények,
változik a hálózat



- [6] Gartner Glossary.
<https://www.gartner.com/it-glossary/digital-transformation/>
- [7] A „digitális átalakulás” tiszavirág életű leíró kifejezésnek bizonyulhat. Aktuális elterjedtsége (kvázi-közmegegyezéses értelmezése) miatt jól használható ebben a rövid cikkben. Megjegyzem, hogy önmagában az sem helyes, ha a digitális formának felsőbbrendűséget tulajdonítunk. A digitális az analóg technológiákhoz képest előnyökkel jár a mai műszaki színvonalon. Ez azonban változhat, például a biológiai alapú megoldások megerősödésével.
- [8] Statista,
 Global digital population as of October 2019.
<https://www.statista.com/statistics/617136/digital-population-worldwide/>
- [9] Internet World Stats, Internet Usage Statistics.
<https://www.internetworldstats.com/stats.htm>
- [10] We are social,
 Global Digital Report 2018.
<https://digitalreport.wearesocial.com/>
- [11] MIT: “It’s the quest to build machines that can reason, learn, and act intelligently.”
www.technologyreview.com/artificial-intelligence/
- [12] Next-generation connectivity,
 The Economist Intelligence Unit, 2018.
https://eiuperspectives.economist.com/sites/default/files/OsborneClarke%20Report%20v8_LowRes.pdf
- [13] Például: Next Generation Internet,
 “Let’s re-shape the Internet to reach Humanity’s full potential, for all generations”.
<https://www.ngi.eu>
- [14] ETSI New Internet Forum.
<https://www.etsi.org/technologies/radio/short-range-devices/10-news-events/events/1322-etsi-new-internet-forum>
- [15] Next Generation Internet.
<https://www.ngi.eu/>



www.hte.hu

HTE
 INFOKOM
 SZAKMAI
 FÓRUMOK
 KLUBÉLET
 JOURNAL
 HÍRADÁSTECHNIKA
**HAZAI ÉS NEMZETKÖZI
 KONFERENCIÁK SZERVEZÉSE**
 PROJEKTMENEDZSMENT FÓRUM
 SZAKMAI DÍJAK
 ODAÍTÉLÉSE
FOLYÓÍRATOK
**IEEE
 ÉS MÁS**
 TÁRSZERVEZETEK
 INFOCOMMUNICATION
 TEVÉKENYSÉG
 TÁMOGATÁSA
 KIEGYENSÚLYOZOTT
 SZAKMAPOLITIKAI,
 SZAKMAI
 VÉLEMÉNYALKOTÁS
 NEMZETKÖZI
 KAPCSOLATOK
info@hte.hu

**HÍRKÖZLÉSI ÉS INFORMATIKAI
 TUDOMÁNYOS EGYESÜLET (HTE)**
HTENET INNOVÁCIÓS NONPROFIT KFT

1051 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky út 12.
 Tel.: 353 1027
 E-mail: info@hte.hu