

A KAPCSOLATHÁLÓ REGÉNYE	2
2003/1	2
Barabási Albert-László – Behálózva – A hálózatok új tudománya	10
Hatszáz kézfogásnyi távolság – Hálózatelemzés és adatbányászat	11
2006. július 30.....	11
Magyar tudósok csoportdinamikai kutatása a Nature-ben.....	13
2007. április 10.	13
Csoportdinamika és a világhírű magyar hálózatkutató.....	14
2007. május 12.....	14
Mostantól tudjuk megérteni az emberi viselkedést.....	17
2008. május 17.....	17
Magyar tudós felfedezése a Nature címlapján	20
2008. június 11.....	20
Az ember nem céltalanul kóborló lény	23
2008. 07. 15.	23
Barabási Albert-László: Villanások – A jövő kiszámítható	25
Részlet:.....	26
Villanások: lehetséges-e előrejelezni és befolyásolni az emberek viselkedését?	31
2010.05.14.	31
Álmodó robotok vagyunk - Barabási új könyve a hálózatkutatásról.....	33
2010. 05. 27.	33
Az első cikk után majdnem leharapták a fejünket	37
2010. június 2.....	37
Szántó Zoltán, syi: – Fizikusok, bélyeggyűjtők, emberjárás-jelentők.....	41
2010. ősz.....	41
Barabási Albert-László: BEHÁLÓZVA.....	58
2011. május.....	58
Barabási Albert-László: VILLANÁSOK - a jövő kiszámítható.....	60
2011. május.....	60
Nyitott Könyvműhely, Budapest, 2010. 335 o.	60
Kiszámítható hatások.....	62
2012 tavasz	62
Ez igazi forradalom lesz	68
2013-08-09.....	68

A KAPCSOLATHÁLÓ REGÉNYE¹²

2003/1

Letenyei László

<http://www.socialnetwork.hu/cikkek/barabasirecenziohun1.pdf>

Egy magyar szociológus most kétszeresen is büszke lehet.

Egyfelől magyarként, hiszen az óceán túlsópartján egy valódi magyar könyvsiker született. A Behálózva, ez a tudományos bestsellernek számító munka nem csak a szerző magyar származása miatt, hanem a könyvben található számtalan magyar vonatkozású híradás miatt is ízig-vérig „hazai termésnek” tekinthető. Másfelől pedig szociológusként, hiszen míg az elmúlt évszázad során jellemzően a természettudományok hatottak termékenyítően a társadalomtudományos gondolkodásra, addig most végre egy fordított folyamat játszódik le, az eddig alapvetően szociológiai/antropológiai szakdiszciplínának tekintett kapcsolatháló elemzés elméleti és módszertani eredményei iránt fordult a természettudományok érdeklődése. Barabási könyve a számunkra ismertebb szociológiai és közgazdasági kérdéseken túl a fizika, informatika, sejtbiológia területéről hoz számos olyan példát, ahol a továbblépést a kapcsolatháló-elemzés jelenti.

A Behálózva természetesen alapvetően nem magyar és nem is társadalomtudományos vonatkozásainak köszönhető nemzetközi sikerét, hanem annak, hogy a rendkívül fontos és jelentős részben valóban új tudományos kérdéseket lebilincselő, olvasmányos stílusban fogalmazta meg. A kötet a szerző több korábban megjelent folyóiratcikkének népszerű, tudományos összefoglalása – és egyben a kapcsolatháló-elemzés első nagyközönségnek szánt regénye.

Jelen recenzió a könyv ismertetésén túl a könyv nemzetközi fogadtatásának bemutatására is törekszik, részben a szerzővel folytatott beszélgetés alapján.

Skálafüggetlen háló

A könyv borítóján található szlogenszerű alcím szerint a kötetből megtudhatjuk, hogy „hogyan kapcsolódik minden mindenhez, és mit jelent ez a tudomány, az üzlet és a mindennapi élet számára”. A New Scientistben megjelent kritika (Cohen 2002) szerint olyan szabályt fedeztek fel, amely egyaránt szabályozza szexuális életünket, a fehérjék működését és a filmsztárok világát. Ez a „mindenható” szabály a skálafüggetlenség.

A skálafüggetlen kapcsolatháló (scale-free network) fogalmát¹⁻¹⁵ Barabási Albert László és kutatócsoportja (Albert Réka és Hawoong Jeong) korábban több publikációban közzétette. Az 1999-ben a *Science*-ben megjelent írás 2002-ben a legtöbbit hivatkozott cikk volt a fizika területén az Államokban. Az Internet és a modern gazdaság *támadhatóságáról* illetve *robotosságáról* szóló téziseit a szerzőcsapat 2000-ben tette közzé – a Nature folyóirat címlapjára került. A siker Barabásit számos újabb cikk, végül e népszerűsítő munkának szánt könyv megírására sarkallta.

A könyv üzenete röviden összefoglalva a következő: korábban Erdős Pál és Rényi Alfréd nyomán a gráfelmélet elsősorban a véletlen kapcsolatok vizsgálatával foglalkozott, ahol az egyes pontokhoz tartozó kapcsolatok száma Poisson-eloszlású. Barabási arra mutat rá, hogy a nem-szabályozott módon, azaz természetesen fejlődő rendszerekben a kapcsolatok nem véletlenül alakulnak ki, az újonnan érkezők jellemzően a korábbi kapcsolati központokhoz kapcsolódnak (lásd „kapcsolatérzékeny útfüggség” Sík 2001). A természetben és a

¹ Barabási Albert László: *Behálózva. Magyar Könyvklub, 2003. Barabási Albert László: Linked. The New Science of Networks. Cambridge MA: Perseus Publishing, 2002.*]

² Szociológiai Szemle 2003/1, 1–15. l.

társadalomban fellelhető legtöbb kapcsolatháló ezért nem Poisson, hanem hatványfüggvény eloszlású lesz. A Poisson- és a hatványfüggvény-eloszlású kapcsolatháló közti különbség érzékeltetésére Barabási számtalan szemléletes példát hoz, melyek közül az egyesült államokbeli közúti és légi közlekedési térkép szemléletes összehasonlítását ismertetem. *„A közúti térképen a városok a pontok és az őket összekötő utak a kapcsolatok. Ez egy eléggé egyenletes hálózat: minden nagyobb város legalább egy helyen kapcsolódik az autópályák rendszeréhez, és nincsenek olyan városok, amelyek autópályák százaihoz kapcsolódnának. Így a legtöbb pont hasonló, és nagyjából azonos számú kapcsolata van. (...) Az egységesség a csúcsos eloszlású véletlen hálózatok tulajdonsága.*

A repülési útvonalak térképe jelentősen eltér az utak térképétől. Ebben a hálózatban a pontoka repülőterek, amelyeket közvetlen járatok kötnek össze. Ha megvizsgáljuk a térképeket, amelyeket a repülőgépek üléseinek hátuljába betett reptéri magazinokban találunk, akkor képtelenség nem észrevenni egy-két középpontot, olyanokat, mint Chicago, Dallas, Denver, Atlanta és New York. (...) A repülőterek többségét viszont legfeljebb néhány link kapcsolja össze egy vagy több központtal. Így a közúti térképekkel ellentétben, ahol a pontok többsége egyenrangú, a légi útvonalak térképén néhány középpont kis repülőterek százait köti össze” (Barabási 2003: 6/2 láncszem).

A fenti gondolatmenetből következik a skálafüggetlenség definíciója:

„A hatványfüggvények azt a tényt fogalmazzák meg matematikailag, hogy a valódi hálózatokban a pontok többségének csak néhány kapcsolata van és ez a számtalan kis pont együtt létezik néhány nagy középponttal, olyan pontokkal, amelyekhez szokatlanul sok kapcsolat tartozik.

A véletlen hálózatokban a fokszámeloszlás csúcsa azt mutatja, hogy a pontok nagy részének ugyanannyi kapcsolata van és az átlagtól eltérő pontok rendkívül ritkák. Ezért a véletlen hálózatban a pontok fokszámának van egy jellemző nagysága, egy skálája, amelyet a fokszámeloszlási grafikon csúcsa határoz meg, és amelyet egy átlagos pont segítségével képzelhetünk el. Ezzel szemben a hatványfüggvény esetében az eloszlás csúcsának hiánya arra utal, hogy a valódi hálózatokban nincsen tipikus pont. A pontok folytonos hierarchiáját figyelhetjük meg, amely a kevés középponttól a sok pici pontig terjed. A legnagyobb középpontot két vagy három, valamivel kisebb középpont követi szorosán, majd egy tucat még kisebb következik, és így tovább, végül elérkezünk a sok kis pontig.

A hatványfüggvény szerinti eloszlás tehát arra kényszerít bennünket, hogy teljesen lemondjunk a skála vagy a jellemző pont fogalmáról. (...) Ezekben a hálózatokban nincsen belső skála. Ezért kezdte csoportom skálafüggetlen hálózatként említeni a hatványfüggvény-eloszlású hálózatokat” (Barabási 2003: 6/2 láncszem).

Barabási először a Internet működése kapcsán fedezte fel a skálafüggetlen kapcsolatháló létezését: a honlapok egymásra utalásának (azaz a link-ek) vizsgálata kapcsán fedezte fel, hogy a világháló nagyon kevés központi helyzetű és rengeteg periférikus helyzetű honlapból áll. A kialakult helyzet magyarázata, hogy az Internet is egy szabályozatlan módon növekvő rendszer, ahol az új honlapok többsége már létező, sőt, már ismert, tehát már jelentős honlapok felé mutat.

A szerző nagy érdeme, hogy ki tudott lépni saját szűkebben vett szakterülete, az informatika területéről, és többek közt biológusokkal, fizikusokkal dolgozott együtt. A könyv számtalan példát hoz arra, hogy korábbi tudományos kérdéseket miként lehet egy csapásra megoldani a skálafüggetlenség révén. A sejtbiológusok a fehérje működése kapcsán elsősorban a protein egyes összetevőinek és funkcióinak megállapítására törekedtek, Barabási és Oltvai Zoltán viszont ezen összetevők kapcsolatait vizsgálták. Megállapították, hogy *„minden sejt egy pici hálónak nézett ki, és aránytalanul kevés molekula vett csak részt a reakciók többségében - ők az anyagcsere középpontjai —, a legtöbb molekula csak alig egy vagy két reakcióban szerepelt”* (Barabási 2003: 13/4 láncszem). A sejtek skálafüggetlen szerkezetét kialakulásuk

szabályozatlan folyamata magyarázhatja: „*a szerves molekulákból álló őssevesben az első ősi sejtek sokasága olyan lehetett, mint egy növekvő hálózat.*”

Különböző országokban folytatott vizsgálatok eredményei alapján Barabási rámutat, hogy a szexuális kapcsolatháló szintén skálafüggetlen: nagyon sok kevés kapcsolattal, és kevés extrém sok kapcsolattal rendelkező partnerből áll minden kortárs társadalom. A nemi betegségek és AIDS kapcsán ebből egy egyszerű, de kétségkívül megütközést kiváltó javaslat következik. „A középpontok kulcsfontosságú szerepe (...) határozott, de kegyetlen megoldást sugall: amíg a források végesek, csak a középpontokat kezeljük. Vagyis, amikor létezik egy gyógyszer, de nincs elég pénz, hogy mindenkinek biztosítsuk, elsődlegesen a középpontoknak kell hogy adjunk. Erre a következtetésre jutott két friss tanulmány, az egyik Pastor-Satorras és Vespignani műve, a másik Dezső Zoltáné, egy doktori képzésben résztvevő hallgatóé a kutatócsoportomban. (...)Bármely megkülönböztető eljárás fontos etikai kérdéseket vet fel. Mivel forrásaink korlátozottak, apromiszkuitás megjutalmazásánál kötnénk ki. (...) Fel vagyunk készülve arra, hogy inkább a szegény prostituáltaknak biztosítsunk gyógyszereket, mint a gazdagabb, de szexuálisan kevésbé összekapcsolt középosztálynak?” (Barabási 2003: 10/10 láncszem).

További példák a filmvilág, a gazdaság vagy a mikroelektronika világából valóban alátámasztani látszanak, amit Barabási maga ír gondolatuk fogadtatásáról: „miután kiderült, hogy a természetben a legtöbb komplex hálózatra érvényes a hatványfüggvény-eloszlás, a skálafüggetlen hálózatok elnevezés gyorsan elterjedt a legtöbb olyan területen, ahol komplex hálózatok fordulnak elő”(Barabási 2003: 6/2 láncszem).

Barabási és kutatócsoportja a skálafüggetlen kapcsolatháló jelentőségének felfedezésén túl a skálafüggetlen rendszerek tulajdonságainak leírásával is foglalkoztak. Legfontosabb megállapításuk a rendszer robusztusságára vonatkozik. „Egy (véletlen) hálózat csomópontjainak a meghibásodása a hálózatot könnyen széttördelheti elszigetelt, egymással nem kommunikáló részekre. (...) Skálafüggetlen hálózatból (viszont) véletlenszerűen eltávolítható a pontok jelentős része anélkül, hogy a hálózat széttöredezne. A skálafüggetlen hálózatok korábban nem sejtett hibatűrő képessége egy, a véletlen hálózatokétól eltérő tulajdonság. Mivel az internetről, a világhálóról, a sejtről és az ismeretségi hálózatokról tudott, hogy skálafüggetlenek, ezek az eredmények azt jelzik, hogy a hibákkal kapcsolatban jól ismert ellenálló képességük topológiájuk belső tulajdonsága „ (Barabási 2003: 9/2 láncszem). A robusztusság alapgondolata szerint tehát a néhány nagy forgalmú központ is egyben tartja a rendszert, ha a rendszer elemeinek nagy része véletlenszerűen megsemmisül. *Szándékos támadásokkal* szemben azonban ezek a rendszerek védtelenek: néhány központ kiiktatása után a rendszer máris elemire eshet szét. „*Jó tudni, ha az ember ezekre a hálózatokra van utalva*” - jegyzi meg Barabási, aki korábban kifejtette, hogy egyebek közt a társadalom és az emberi szervezet is skálafüggetlen kapcsolatháló.

David Cohen (2002) szerint a skálafüggetlenség felfedezése, illetve a skálafüggetlen rendszerek tulajdonságainak leírása alapján változtatja meg a világról alkotott képünket. Magam nem tudom megítélni, hogy az eredmények korszakalkotó jelentőségűek-e.

Azt azonban tudom, hogy a könyv el tudja ezt hitetni.

További marslakók érkezése

Az amerikai olvasó, aki Marx György könyve, *A marslakók érkezése* után abban reménykedett, hogy talán a kapcsolatháló elemzés terén nem a magyarok voltak (és vannak) az élen, a *Behálózva* elolvasása után utolsó reményüktől is elbúcsúzhatott. A könyvből kiderül, hogy a kapcsolatháló elemzés egyik alapgondolata, a „kis világ” és a „hatlépésnyi távolság” évtizedekkel előbb megjelent Karinthy egyik novellájában, mint az amerikai szakirodalomban. Barabási elmélázik azon, hogy hatlépésnyi távolság amerikai atyja, Stanly Milgram – „*egy magyar apa és egy román anya gyermeke*” – a magyar kapcsolatokon keresztül legalább

hallomásból ismerhette Karinthy novellájának ötletét. A kötetben meg sem tudjuk számolni, ki mindenki volt magyar, kezdve a gráfelméletet megalapozó Erdőstől és Rényitől, a skálafüggetlen eloszlás jelentőségét felfedező szerzőig és a szerzőtársakig.

A gondolat, hogy mindenki és minden magyar, olykor már-már tévútra vezette a szerzőt. Kétségkívül szívet melengető például egy amerikai tudományos munkában arról olvasni, hogy a Ferencziek terén a Kamra színházban jó darabokat játszanak, amelyeket a közönség megtapsol. Azonban a vastaps kapcsán arról beszélni, hogy ez mennyire budapesti, illetve kelet-európai sajtóság, megítélésem szerint túlzás. Szerencsére később egyesült államokbeli példák tompítják ezt a sejtetést (Barabási 2003: 4/1 láncszem).

Sajnálatos viszont, hogy éppen néhány valóban nagy jelentőségű innováció esetében nem esik szó a magyar felfedezőről. A számítógépek közötti elektronikus levelezés – azaz az e-mail – felfedezését például nem csak Marx György, de tudtommal a legtöbb technikatörténész Kemény Jánosnak tulajdonítja, aki már a hatvanas évek elején e-mailen levelezett feleségével. Barabási szerint viszont „*az e-mail akkor született, mikor egy vállalkozó kedvű hacker, a BBN-nél, egy kis tanácsadó cégnél Cambridge-ben, Massachusettsben dolgozó Rag Tomlinson kitalálta, hogyan változtassa meg az állományviteli protokollt, hogy levélzeneteket szállítson. Tomlinson hosszú ideig hallgatott újításáról. Amikor először megmutatta kollegái egyikének, figyelmeztette: 'Ne mondd el senkinek! Nem ezen kéne dolgoznunk.'* Az e-mail azonban kiszivárgott és a korai internet egyik uralkodó alkalmazásává vált” (Barabási 2003:11/3 láncszem).

Az Internet felhasználók virtuális hálózatai kapcsán szó esik egyebek közt az ICQ használókról és a SETI programról, de nem esik szó a hazai fejlesztésű WIW (who is who) projectről, amelynek ugyan kevesebb felhasználója van, de kétségkívül a világon elsőként valósította meg az elektronikus levelezési kapcsolati háló azonnali grafikai megjelenítését.

Végül de nem utolsósorban, nem esik szó a hazai és a közép-kelet-európai kapcsolatháló elemzés eredményeiről. Hogy csak egy példát hozzak: megítélésem szerint a skálafüggetlen hálózatok kialakulása kapcsán jól használható lehetne a „kapcsolati útfüggőség” fogalma, amelyet a nemzetközi szakirodalomban is Sík Endre (2001) nevéhez köthetünk. Kapcsolatháló témában térségünkben Magyarország mellett Szlovéniában folyik komoly kutatás, egyebek közt a népszerű Pajek kapcsolatháló elemző programcsomag fejlesztése.

Elveszett szociológusok

Valószínűleg igazat mondtam jelen recenzió bevezetésében, hogy az eddig szociológiai/antropológiai szakdiszciplínának tekintett kapcsolatháló elemzés iránt fordult természettudományok érdeklődése, ám az igazsághoz tartozik, hogy ez a folyamat Barabási könyvéből kevésbé derül ki. Osztanom kell Fernand Amblard észrevételét, aki a Behálózva és két másik kötet kapcsán úgy nyilatkozik, hogy „kifejezetten pontatlanságnak tekinthető, hogy a szerzők nem jelzik a szociológia hozzájárulását a kapcsolatháló elemzéshez. A kapcsolatháló elemzés és kapcsolati tőke kutatások fejlődése eredményeként létrejött empirikus munkák (mint a Social Networks és a JoSS publikációi), módszertani kézikönyvek (mint Wasserman-Faust 1994) és alapvető elméleti írások (mint Coleman 1990) teljességgel hiányoznak mindhárom áttekintett könyvből”. A Barabási-kötetről azt is megjegyzi Amblard, hogy „hajlamos egyoldalúan, (...) saját munkájának nézőpontjából tekinteni az általa vizsgált sokféle kutatási területre, elfeledkezve az ezen területek művelőinek kapcsolathálóakra vonatkozó megállapításairól” (Amblard 2003).

A tényeknél maradva, Barabási négy szociológiai kutatásról ír: a „kis világ” kapcsán Stanly Milgram, a gyenge kapcsolatok ereje kapcsán Mark Granovetter, végül a hibrid kukorica illetve a tetracyclin kapcsán Bryce Ryan, Neal C. Cross, Elihu Katz, James Coleman és Herbert Menzel munkássága kerül bemutatásra, rendkívül szórakoztató stílusban. Nem vethető a szerző szemére, hogy a nem adott teljes körű áttekintést a kapcsolatháló-elemzés fejlődéséről, hiszen

ez nem is lehetett célja. A fentiekben túl azonban néhány további olyan kutató megemlézése elengedhetetlen lett volna, akik módszertani kérdésekben Barabásiékhoz rendkívül hasonló kérdések kapcsán fontos eredményekre jutottak: a network dinamikával foglalkozó Franz Stokman, a hálózati központiság mérőszámait kidolgozó Phillip Bonacich, strukturális lyukakkal is foglalkozó Ronald Burt, a kapcsolatháló vizualizációján dolgozó Linton C. Freeman, hogy másokat ne említsünk.

Vegyünk egy példát! A kapcsolati sűrűség és centralitás témakörében (e kifejezéseket Barabási nem használja) a kötet egy 1998-ban megjelent fizikai jellegű publikációra hivatkozik: „Watts és Strogatz bevezette a csoporterősségi együtthatót. Tegyük fel, hogy az olvasónak négy jó barátja van. Ha ők egymással is mind barátok, akkor összeköthetjük őket egy-egy vonallal, és így összesen hat baráti kapcsolatot kapunk. De könnyen előfordulhat, hogy valamelyik két barátunk egymásnak nem barátja. Ilyenkor a baráti kapcsolatok tényleges száma hatnál kevesebb, mondjuk négy. Ebben az esetben baráti körünk csoporterősségi együtthatója 0,66. A csoporterősségi együttható megmutatja, hogy az olvasó baráti köre milyen szorosan kapcsolódik össze. Az egyhez közeli érték azt jelenti, hogy minden barátja jó barátja a többinek. Másrészt, ha a csoporterősségi együttható nulla, akkor ön az egyetlen személy, aki a baráti körét együtt tartja, hiszen úgy tűnik, hogy ők nem élvezik egymás társaságát” (Barabási 2003: 4/1 láncszem).

A valóságban a csoporterősség (és a kapcsolati *sűrűség*) fogalmát és együtthatóit jóval korábban megalkották, bevezetéséről tehát legfeljebb a fizika területén beszélhetünk. Phillip Bonacich 1987-ben megjelent módszertani cikke már közismert dologként tárgyalja a csoporterősséget, mérésének különböző technikáit pedig a fent vázoltnál lényegesen sokrétűbben járja körül.

Míg a kapcsolatháló elemzés szociológiai vonatkozásairól kevés, akkor az antropológiai vonatkozásairól egyenesen semmi szó nem esik a munkában. Ez azért meglepő, mert a kapcsolatok vizsgálatát köztudottan Radcliffe-Brown ajánlotta először a társadalomkutatók figyelmébe a brit Királyi Antropológiai Társaságbeli elnöki székfoglaló beszédében, 1940-ben. Több áttekintő munka a brit szociálintropológiához (és a „manchesteri iskolához”) köti a kapcsolatháló elemzés kialakulását (lásd Molina 2001). Nem esik szó a könyvben Larissa Adler Lomnitz 1971-ban publikált klasszikus munkájáról, amely a chilei középosztály a társas kapcsolatainak szerepéről ír. A cikk ma antropológusok körében hasonló ismertségű, mint Granovetter írása a gyenge kapcsolatokról a szociológusok körében, a legtöbb világnyelvre lefordították, egyebek közt magyarul is megjelent (Adler Lomnitz 1998[1971]). Az antropológusok számára fejlesztett AnthroPack nevű szoftver a kilencvenes évek elején az egyik első kapcsolatháló elemzésre is alkalmas programcsomag volt. Az antropológus végzettségű programkészítő, Steve P. Borgatti később beszállt az UCINET programcsomag fejlesztésébe – napjainkban a kapcsolatháló-elemzéssel foglalkozó kutatók többsége ezt a szoftvert használja.

Személyes találkozásunk alkalmával megkérdeztem a szerzőtől, hogy miért hagyta figyelmen kívül a kapcsolatháló-elemzés úttörőit, azaz a társadalomkutatókat. Válasza egyszerű volt és őszinte: azért, mert nem ismerte kellőképpen ezt a szakirodalmat. Kifejezte ugyanakkor, hogy örömmel tanul bele ebbe a területbe, már csak azért is, mert érdeklődése a kapcsolatok minősége felé fordul. Túl akar lépni azon az elemzési kereten, amely szerint egy kapcsolat ugyanolyan értékű, mint egy másik, és reméli, hogy a társadalomtudományos megközelítések segíthetnek neki ebben.

Végül egy örömhír: Barabási Albert László és Duncan Watts jelenleg egy olyan szöveggyűjtemény szerkesztésén dolgoznak, amelyben a téma társadalomtudományos úttörői és kortárs természettudományos felfedezői kiegyensúlyozott arányban fognak szerepelni. A könyvhöz Mark Granovetter írt bevezetést. A válogatás legelső írása nem tudományos munka lesz, hanem – mottó gyanánt – Karinthy Frigyes 1929-ben írt novellája, a *Láncszemek*.

Skálafüggetlen irodalom

A közelmúltban körülbelül egyidőben jelent meg három fizikai szemléletű kapcsolatháló témájú könyv (Barabási 2002, Watts 1999 és Buchanan 2002). Mindhárom könyvet, de talán kiemelten Barabásiét nagy érdeklődéssel fogadta a széles tudományos közönség. A témáról szóló diskurzus még mindig hatványfüggvényyszerűen növekszik, talán mert ez az irodalom is a skálafüggetlen rendszerekre jellemző módon, kapcsolatok révén gyarapszik.

A kiadók ismertetésein túl négy nivós kritikáról tudok: Amblard 2003, Cohen 2002, Eakin 2003 és Schrage 2003 – ezek közül a legszélesebb közönséghez kétségkívül a *The New York Timesban* megjelent ismertetés juthatott el. Mindegyik a legnagyobb elismerés hangján szól Barabási könyvéről, kiemelve, hogy a szerző számtalan publikációján kívül a BBC, NPR, CBS, NBC, ABC, CNN és más média csatornákon is népszerűsíti eredményeit.

A kapcsolatháló elemzéssel foglalkozó kutatók szkeptikusabbak az eredményeket illetően. Valóban nehéz megérteni, hogy miközben a kapcsolatháló elemzés (általában) sok évtizedes fejlődést ért meg különösebb sajtóvisszhang nélkül, a közelmúltbeli, fizika felől érkező felfedezéseket milyen nagy hírverés veszi körül. A SOCNET, a REDES és a HUNNET listán azaz a kapcsolatháló elemzők angol, spanyol és magyar nyelvű levelezési listáján egyaránt elsősorban azt emelték ki, hogy a Barabási által skálafüggetlennek nevezett jelenség kapcsolatháló-elemző berkekben már régóta ismert – elismerve ugyanakkor, hogy senki sem látott ebben olyan általános érvényű magyarázó elvet, mint Barabási. Többen (Ivan Blanco, Valdis Krebs, Mark Handcock, Martina Morris és mások) hangsúlyozták, hogy a kapcsolatok nem csak kétféle (Poisson- illetve hatványfüggvény-) elosztást követhetnek, több más eloszlást is megfigyeltek már.

A magyar kiadás

A Magyar Könyvklub kiadása külsejében híven követi az eredetit: ugyanaz a borítódesign, a betűtípus, sőt a nyomdai kivitelezés minősége is elérte az amerikai színvonalat. Ki kell emelni a fordító, Vicsek Mária munkáját, akinek köszönhetően a könyv magyar nyelven éppen olyan lebilincselő, mint angolul. A fordítás jelentőségét növeli, hogy a kapcsolatháló-elemzéssel foglalkozó hazai szakirodalom – új diszciplináról lévén szó – nem alakított még ki egységes nyelvezetet. Jelen fordítás által bevezetett kulcsszavak (mint például a skálafüggetlenség) a továbbiakban kétségkívül a kapcsolatháló-elemző szakszótár részét fogják képezni. Más kifejezések alternatív megoldást jelenthetnek a továbbiakban. A korábbi hazai gyakorlatban például a „link” szó magyar fordítása inkább „kapcsolat” volt, így a könyv címe (*Linked Behálózva*) helyett inkább *Összekapcsolva* lehetett volna, a fejezetcímekben a „first link” fordításakor „első kapocs”, vagy „kapcsolat” szerepelhetett volna a jelenlegi „láncszem” helyett (lásd Angelusz-Tardos 1990; Szántó-Tóth 1993). Azt gondolom azonban, hogy a korábbi munkáktól eltérő, de találó nyelvezet szerencsésen gazdagíthatja a hazai szakirodalmat, és elképzelhető, hogy a „behálózottság”, a „láncszem” és más kifejezések a hazai szaknyelv részévé válnak.

Ábel a weben

Egy izgalmas könyv elolvasása után természetes, ha felébred a kíváncsiság a szerző iránt. Az Internethez fordultam, ahol a kereső hamar rátalált Barabási Albert László honlapjára. A honlap alapján egy sokoldalú, érdekes személyiség képe rajzolódott ki: csíkszeredai származású, aki később Budapesten folytatta fizikusi tanulmányait, az Egyesült Államokban szerzett doktori fokozatot, majd néhány évi pénzkereset után visszatért az egyetemre, hogy megvalósíthassa Internettel kapcsolatos kutatásait. Odakint egy főként magyarokból álló kutatócsoportot hozott létre. A tudomány modern sztahanovistája, aki 2002-ben 18 közreadott és/vagy elfogadott (társszerzős) publikációval gazdagította a szakirodalmat – nem számítva az ismertetett könyvet. Honlapján a *személyes* rész három linket jelent: országom (Transylvania), városom (Csíkszereda) és népem (a székelyek). A könyv eredeti, angol nyelvű kiadásban

magyarul szól az ajánlás: „Szüleimnek”.

Irodalom

- Adler Lomnitz, L. (1998 [1971]): Komóság: kölcsönös szívességek rendszere a chilei városi középosztályban. *Replika* 29: 139-150. www.replika.hu
- Amblard, F. (2003): Simultaneous Social Networks: A Review of Three Books. JASSS <http://jasss.soc.ac.uk/6f2/reviews/amblard.htm>
- Angelusz, R.-Tardos, R. szerk. (1991): *Társadalmak rejtett hálózata*. Budapest: Magyar Közvéleménykutató Intézet.
- Barabási, A. L. (2002): *Linked. The New Science of Networks*. Cambridge MA: Perseus Publishing.
- Barabási A. L. (2003): *Behálózva*. Magyar Könyvklub.
- Barabási, A. L.-Albert, R. (1999): *Science*, 286: 509-512. <http://www.nd.edu/~networks/Papers/science.pdf>
- Barabási, A. L.-Albert, R.-Jeong, H. (1999): *Physica*, 272: 173-187. <http://www.nd.edu/~networks/Papers/physica.pdf>
- Barabási, A. L.-Albert, R.-Jeong, H. (2000): *Nature*, 406: 387-482 http://www.nd.edu/~networks/Papers/nature_attack.pdf
- Barabási, A. L.-Dezső, Z. (2002): Can We Stop the AIDS Epidemic?(Megjelenés előtt) <http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/0107420>.
- Bonacich, P. (1987): Power and Centrality: A Family of Measures. *American Journal of Sociology*, 92: 1170-1182.
- Cohen, D. (2002): All The world s aNet. *New Scientist*, 2338: 2002. 04. 13.
- Coleman, J. S. (1990): *Foundations of Social Theory*. Boston: Harvard University Press.
- Eakin, E. (2003): Connect, They Say, Only Connect. *The New York Times*: 2003. 01. 25. www.nytimes.com
- Marx, Gy. (2000): A marslakók érkezése. Magyar tudósok, akik nyugaton alakították a 20. század történelmét. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Molina, J. L. (2001): *El análisis de redes sociales. Una introducción*. Barcelona: Edicions Bellaterra.
- Schrage, M. (2002): Network Theory s NEWMach. *Best Business Books 2001-2002*: 41-46 <http://www.strategy-business.com/>
- Sík, E. (2001): Kapcsolatérzékeny útfüggőség. 2000, 7-8: 11-24; Kovács, J. M. (szerk.): *A zárva várt Nyugat*. Budapest: 2000 könyvek, 350-383
- Szántó, Z.-Tóth, I. Gy. (1993): Társadalmi hálózatok elemzése. *Társadalom és Gazdaság*, 1.
- Wasserman, S.-Faust, K. (1994): *Social Network Analysis. Methods and Applications*. Cambridge: University Press.
- Watts, D.J.-Strogatz, S. H. (1998): Collective Dynamics of 'Small-World' Networks. *Nature*, 393: 440-442.
- Ajánlott honlapok
- Barabási Albert László honlapja <http://www.nd.edu/~alb/>
- Magyar Könyvklub <http://www.mkk.hu/leiras.jsp?bookID=178865>
- MSZT Kapcsolatháló elemző szakosztály: www.socialnetwork.hu
- HUNNET levelezési lista: <http://groups.yahoo.com/group/hunnet/>
- Connections folyóirat <http://www.sfu.ca/~insna/indexConnect.html>
- <http://www.heinz.cmu.edu/project/INSNA/joss/index1.html>
- Journal of Social Structure <http://www.heinz.cmu.edu/project/INSNA/joss/index1.html>
- Redes folyóirat <http://seneca.uab.es/antropologia/jlm/> <http://usuarios.tripod.es/revistaredes/>
- UCINET, Anthrapack programcsomagok: <http://www.analytictech.com/>
- Erdős szám: <http://www.acs.oakland.edu/~grossman/erdoshp.html>

Robert Hanneman kapcsolatháló elemző kézikönyve

<http://faculty.ucr.edu/~hanneman/SOC157/NETTEXT.PDF>

Barabási Albert-László – Behálózva – A hálózatok új tudománya

<http://hu.scribd.com/doc/38487393/Barabasi-Albert-Laszlo-Behalozva>

Könyve, mint minden igazi tudomány, látszólag egyszerű kérdést kutat, egy detektív szívósságával: Hogyan kapcsolódik minden egymáshoz, és mit jelent ez a tudományban, az üzleti és a mindennapi életben? A világunkban meglévő hálózatok valódi természetének megértésével olyan, az emberiséget foglalkoztató kérdésekben kerülhetünk közelebb a válaszhoz, mint a vírusok leküzdése, a gazdasági válságok kezelése, a terrorizmus visszaszorítása vagy akár az emberi társadalom gondjainak megoldása.

A Behálózva című könyvet 13 nyelvre fordították le, és több országban felkerült a bestseller listára. Hazánkban 2003-ban jelent meg először, szintén Vicsek Mária fordításában. Az azóta eltelt időszakban a könyv megindult a világranglistán.

* * *

[Szűcs Zoltán](#) · [Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium](#)

„Azok, akiket nem sokkol, amikor először találkoznak a kvantummechanikával, valószínűleg nem értették meg.” (Niels Bohr)

Azok, akiket nem sokkol, amikor először találkoznak a network teóriával, valószínűleg nem értették meg.

Hatszáz kézfogásnyi távolság – Hálózatelemzés és adatbányászat

Agent Portál

2006. július 30.

<http://index.hu/tudomany/halo6597/>

Nagy Testvér folyamatosan figyel, valódi és lehetséges terroristák után kutat. Telefonhívások, online üzenetek milliárdjait nézi át naponta. Munkájához a számítástudomány és a mesterségesintelligencia-kutatás legújabb eredményeit, módszereit is felhasználja.

Főként az évezred első éveiben komoly tudománnyá kiforrott társadalmihálózat-elemzésre (social-network analysis) és az olyan – korábban csak a mesterséges intelligenciához kapcsolódó K+F-ben, majd a marketingben alkalmazott – adatbányász technikákra, mint a mintafelismerő algoritmusokra támaszkodik.

Előrejelző adatbányászat

Az emberi interakciók feltérképezése elvileg működőképes a potenciális terrorista csoportok, titkos és földrajzilag szétszórt szerveződések kiderítésében, szándékaik dekódolásában. A hagyományos eljárásoknál sokkal hatékonyabb a telefonhívások, elektronikus levelek, online üzenetek és pénzügyi tranzakciók feldolgozása, a köztük lévő rejtett kapcsolatok kimutatása.

Az Egyesült Államok Nemzetbiztonsági Ügynöksége és más hírszerző szervezetek megállás nélkül, éjt nappallá téve kutakodnak. Az adatbányászat immáron nemcsak hitelkártya-csalások és pénzmosások megállapításához nélkülözhetetlen, hanem a terrorizmus elleni háborúban is. A társadalmi hálózatok feltérképezésében úttörő Valdis Krebs munkái úgyszintén: a kutató 2002-ben forradalminak számító eljárással kimutatta, hogy a 2001. szeptember 11-ei támadások összes elkövetője kapcsolatban állt egymással. Csakhogy mindez 2002-ben történt, s nem a fatális nap előtt... És az adatbányászat segítségével mindmáig nem leplezték le nyilvánosan terrorista hálózatokat, nem bizonyították be üzelmeiket. Holott a legfontosabb az lenne, hogy az új módszerekkel – az érintettek múltbeli tevékenységének elemzésével, a közös minták kimutatásával – pontos előrejelzéseket készítsenek.

Az előrejelző szoftvereknek gondosan kiválasztott adatmintákon kellene tanulniuk. Több szakértő viszont úgy véli, hogy az összes vonatkozó adatra szükségük van. Ám a zömük nem több használhatatlan (rosszabb esetben tévútra vezető) zajnál. Jobb, ha egyetlen ösvényen indulunk el, és nem hálózatok végelethatalatlan labirintusát fürkésszük – vallják mások. Mert

különbön előfordulhat, hogy az elhíresült hat helyett hatszáz kézfogásnyi távolságra találjuk magunkat az Egyesült Államok elnökétől. Vagy az egyik feltételezett terrorista a másiktól...

Pontok, csomópontok

A Barabási Albert-László munkáiból (is) ismert eljárások számítógépes grafikáin látható pontok és csomópontok hálózatokká állnak össze. Ki a csomópont? Milyen kapcsolatok, kötődések állnak fenn a különböző pontok között? A linkeket akkurátusan mérik, súlyozzák, mátrixalgebrát és más módszereket használva elemzik. Leegyszerűsítve: három szempontot vesznek figyelembe – a kapcsolat szintjét (connectedness), a hálózat különböző pontjai közötti összeköttetések erősségét (betweenness) és a közelséget (closeness), azaz a két pont közötti lehető legrövidebb utat.



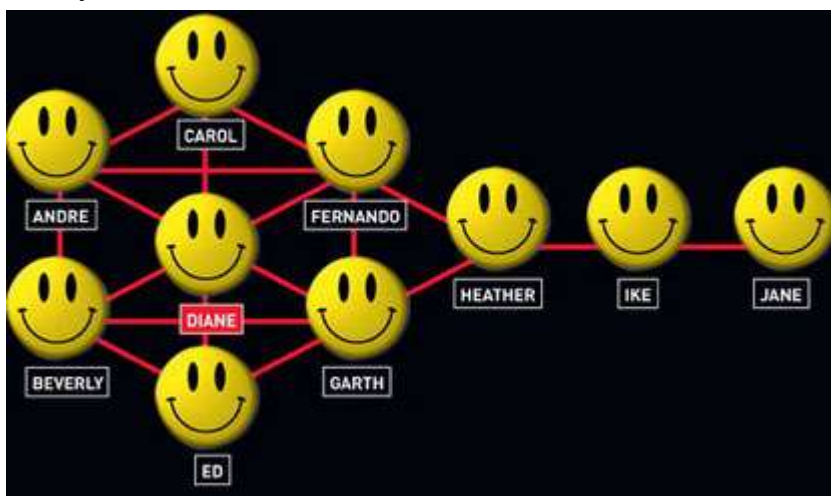
Az elsőt a network összes pontja által elért pontok száma, a másodikat az alapján mérik, hogy az adott személy hányszor funkcionál kommunikációs csatornaként a hálózatban. A harmadiknál a legfontosabb szempont, hogy a kiválasztott minimális lépésben maximális ponttal kerüljön (közvetlen) összeköttetésbe.

Mindhárom nélkülözhetetlen, mert amennyiben csak az egyiket figyeljük, könnyen vonunk le téves következtetéseket, alkalmasint olyan illetőkben látunk főterroristát, akik sok személyt ismernek egy hálózatban, esetleg ők kötik össze a rendszert, viszont a rendszeren kívüliekkel szinte semmiféle kapcsolatuk nincs.

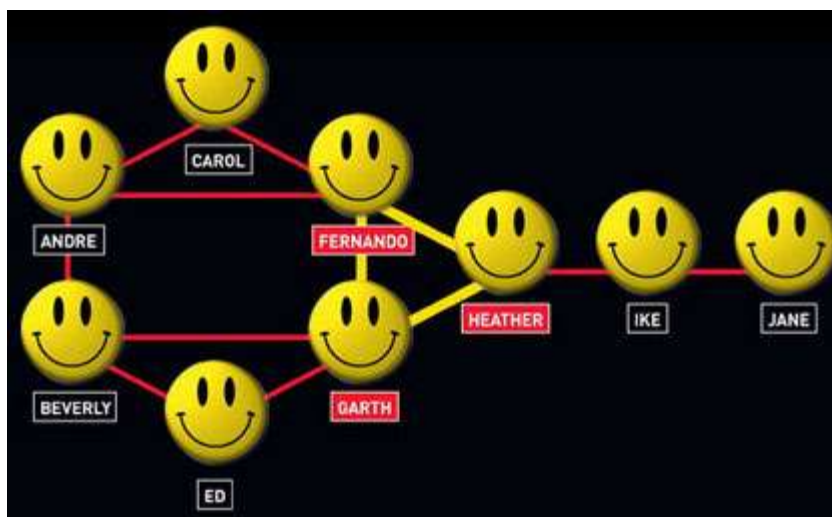
Ki a főszereplő?

A témakör egyik szaktekintélye, a Carnegie Mellon Egyetemen dolgozó David Krackhardt társadalmi hálózatokat vizualizáló szoftvert fejlesztett.

A kutató egyik egyszerű modellje jól példázza, mennyire fontos mind a három szempont érvényesítése.



kommunikáció. Ő tartja a kapcsolatot a „külvilággal”, ő a többi network felé vezető híd, alkalmasint különböző terrorista sejtek közötti összekötő.



Első ránézésre Diane tűnik központi személynek, ő kapcsolódik a legtöbb ponthoz. Viszont, ha eltávolítjuk, a kommunikáció ugyanúgy működik, hiánya nem érződik. Talán mégsem ő a főszereplő?

A „perifériára szorult” Heather-ről egyáltalán nem hinnénk, hogy fontos lenne. De vegyük ki a rendszerből, és rögvest megszűnik a jobb és baloldal közötti

Fernando és Garth szintén fontosak: ők figyelik és továbbítják a hálózaton belüli üzeneteket, ők a legjobban informáltak. Ha kívülállóként érdelemleges adatokhoz szeretnénk jutni, nyilvánvalóan hozzájuk fordulnánk.

Azaz felejtjük el gyorsan Diane-t, mert Heather a kulcs, valamint (csekélyebb mértékben) a hozzá közeli Fernando és Garth!

Magyar tudósok csoportdinamikai kutatása a Nature-ben

2007. április 10.

<http://index.hu/tudomany/vicsek0410/>

Magyar csoportdinamikai kutatásról szóló tanulmány jelent meg a Nature tudományos folyóiratban. Vicsek Tamás, az ELTE Biológiai fizika tanszék vezetője irányította a vizsgálatot, ami azzal foglalkozott, milyen jelek alapján lehet előrejelezni egy közösség széthullását vagy növekedését, és hogyan befolyásolják a csoporttagok egyéb kapcsolatai a csoport élettartamát?

A különböző emberi csoportosulások, közösségek dinamikájával foglalkozó kutatás abban egyedülálló, hogy milliós populációról mond adatokat. A Nature-ben most publikált tanulmány Vicsek Tamás és Palla Gergely, az ELTE-MTA Statisztikus és Biológiai Fizika kutatócsoportja két tagjának, illetve a velük együttműködő, a Notre-Dame-i Egyetemen dolgozó Barabási Albert-László kutatását foglalja össze. [Vicsek professzor](#) nem elsősorban publikál a Nature-ben, 2005 júniusában már írt társadalmi hálózatokról, 2004 tavaszán pedig sejtek anyagcseréjéről. A most megjelent cikk megtalálható Vicsek Tamás [weboldalán](#), a Nature online változatában pedig [regisztrációs díj ellenében olvasható](#).

Tudósokat és mobilosokat vizsgáltak

A szerzők harmincezer tudós együttműködési, valamint négy milliós mobiltelefonos felhasználó hívási hálózatában fellelhető közösségek fejlődésében találtak statisztikai analízissel alátámasztott törvényszerűségeket. Az eredmények többek között azért is fontosak, mert lehetővé teszik a nagy populációkon belüli társas csoportok életében várhatóan bekövetkező jelentős fejlemények előrejelzését, áll a Magyar Tudományos Akadémia közleményében.

A kétféle hálózat jellegét tekintve igencsak különböző, hiszen az egyikben a kutatók tartós, azonos tudományos érdeklődés által kiváltott együttműködése, és az ennek alapján született publikációk szerzői listája az összekötő kapocs, míg a másikban többnyire viszonylag gyors, esetleges, nagyon különféle tevékenységekhez köthető telefonhívás teremti meg az összeköttetést. Ezért jelentős, hogy a csoportok evolúciója mindkét esetben hasonló szabályszerűségeket mutatott. Az analízis paradoxnak tűnő eredményre vezetett, mert úgy találták, hogy éppen azok a nagyobb csoportosulások a hosszabb élettartamúak, amelyek az összetételüket tekintve kevésbé stabilak (tehát a tagok cserélődésének mértéke nagyobb az átlagosnál). Másképpen, minél állandóbb egy nagy csoport összetétele, annál valószínűbb, hogy váratlanul felbomlik.

A cserélődő csoport életképesebb

Nem véletlen, hogy a hosszú időn át prosperáló intézményes csoportosulások (mint például egy sportklub, vagy akár egy kutatóintézet) tagjai fennállásuk során többszörösen kicserélődnek. Kis csoportok esetében a helyzet éppen fordított, itt a hosszú élettartamot (szétesés elkerülését) éppen a stabilitás, a fluktuációk hiánya biztosítja. A vizsgálatok rámutattak, a kapcsolatrendszer dinamikájából a csoportok várható élettartamára további becslések is tehetőek. Megjósolható például, hogy amennyiben egy telefonos hálózati csoport tagjai közül egyre többen telefonálnak más szolgáltatót használó ismerőseiknek, akkor milyen mértékig növekvő valószínűséggel fog az egész csoport megszűnni.

Csoportdinamika és a világhírű magyar hálózatkutató

[Munk Veronika](#)

<http://index.hu/tudomany/vicsek0704/>

2007. május 12.

Magyar csoportdinamikai kutatásról szóló cikk jelent meg áprilisban az egyik legrangosabb nemzetközi tudományos folyóiratban. A Nature-cikket jegyző Vicsek Tamás elméleti fizikussal a csoportok várható élettartamáról, a hatékony vállalatban belüli csoportképzésről, a hálózatokról és a Magyar Tudományos Akadémia szakmailag hátráltató hagyománytiszteletéről beszélgettünk, illetve arról, mit tegyen egy magyar tudós, ha világhírű akar lenni.

Index: Ön az ELTE-MTA [biológiai fizikai](#) kutatócsoportjának vezetőjeként irányította azt a vizsgálatot, ami azzal foglalkozott, hogyan lehet előre jelezni egy közösség széthullását vagy növekedését, illetve hogyan befolyásolják a csoporttagok egyéb kapcsolatai a csoport élettartamát. A csoportdinamikai kutatásuk szenzációja, hogy elképesztően nagy mintát használtak. A Los Alamos-i kutatóközpont szerverén harmincezer fizikus cikkeit listázó tudományos adatbázis volt az egyik, és négymillió mobiltelefonáló hívási adatait listázó minta volt a másik.

Vicsek Tamás: Így van, ezeket ingyen kaptuk. A Los Alamos-i adatbázis könnyen hozzáférhető, fizikusokról szól, és ráadásul elméleti fizikusok lévén jól is ismerjük. Sokakat ismerünk az adatbázisban szereplők közül, ránézésre látjuk, ha valami hiba van a futtatásban. A másik minta egy külföldi telefontársaság adatbázisa. Ők keresték meg Barabási Albert László kollégámat, akivel a kutatást együtt végeztük, és a Notre Dame Egyetemen dolgozik.

Melyik telefonszolgáltatóról van szó?

Ez titok.

Ezek szerint piaci megrendelés volt a vizsgálatuk? A telefontársaság önöket mint piackutatókat kérte fel a hálózatelemzésre?

A [cikket](#) hárman jegyezzük, de egy nagyobb kutatócsoport részei vagyunk. Pontosabban két kutatócsoportról van szó, az egyik az enyém az ELTE-n, a másik Barabási Albert Lászlónak, a hálózatkutató világviszonylatban legnagyobb tekintélyének kutatócsoportja az Indiana államban lévő Notre Dame Egyetemen, amiről szerénytelenség nélkül állíthatom, hogy jelentősebb mint az enyém. Harmadik kutatótársunk Palla Gergely, aki azokat az algoritmusokat készítette, amelyek a csoportok időbeli fejlődésének rekonstrukciójához szükségesek. A telefontársaság bizonyos konkrét piaci kutatásokat is kért, ugyan nem tőlünk, hanem Barabási kutatócsoportjától, de ezek teljesen függetlenek a Nature-ben megjelent cikktől. Cserébe ingyen biztosította adatbázisát az alapkutatáshoz.

Csoportdinamikai kutatások már igen régóta léteznek. A társadalomtudományi csoportelméletek atyja, Kurt Lewin már a negyvenes években publikált a témáról. Miben újszerű az önök munkája?

Az extra ebben a módszerben az eddigi csoportdinamikai kutatásokhoz képest, hogy nagy mintát használ, illetve hogy azonosítható az is, ahogy több csoport kapcsolódik egymáshoz. A módszer az összekapcsolt ismerettségeket, együttműködéseket – ahogy mi neveztük: klikkeket – azonosítja, és így egy emberből kiindulva több közösség megtalálható. A szociometriai felmérésekhez képest itt a mintanagyság egyedülálló. A szociológusok bírálták is a kutatást, a [New Scientistben reagált](#) egy társadalomtudós a munkánkra, és azt mondta, hogy ez csupa

olyasmit mutat be, amire a szociológusok is gondoltak. Ők azonban pár száz fős mintákkal dolgoznak, azokból pedig mindent ki lehet mutatni, és mindennek az ellenkezőjét is.

Milyen alkalmazási területei lehetnek a kutatásnak, illetve a kutatás eredményeinek a gyakorlatban?

Vannak olyan többszázás, többezres vállalatok, amelyek igényelnek szociometriai elemzéseket. Éles a küzdelem, és hatékonyabbak szeretnének lenni, szeretnék tudni, a cégben kik a kulcsfigurák, melyek a kulcs-csoportok. Vagyis ha magukat jól ismerik, előnybe kerülhetnek.

A cégek esetében milyen tényezőket vizsgálnak? Ugyanis egy vállalati kapcsolatrendszerben számos olyan informális hatás lehet – a barátság vagy a szimpátia –, amit nehéz statisztikai módszerekkel rekonstruálni.

Van néhány cég a világban, amely komplex adatgyűjtést végez a vállalaton belül. Megkapják az összes vállalaton belüli emailek és telefonhívások adatait: hogy ki kinek írt, ki kit hívott fel, és milyen terjedelemben, mindezt tartalmi elemzés nélkül. Ezenkívül online kérdőívet töltenek ki a dolgozókkal az informálisabb viszonyokról.

Adatvédelmi szempontból ez azért komoly aggályokat vet fel. Nem az egyénre tartozik, például, hogy mennyi időt beszél X vagy Y kollégával?

A kérdés az, hogy kapitalista szemlélettel közelítünk-e, vagy sem. Az Egyesült Államokban elfogadott, hogy ha vállalati telefonon egy másik vállalati telefont felhív valakit, ez az információ tulajdonképpen a vállalat tulajdona. Ez durván hangzik, de így is felfogható. Egyébként a terrorizmus elleni védelem érdekében az Egyesült Államokban szövegelemzést is végezhetnek, a szolgáltatóknak két évre visszamenőleg tárolniuk kell a beszélgetések főbb paramétereit.

Mit lehet tudni a csoportok időbeli alakulásáról? A csoportok evolúciója mindkét mintán hasonló szabályszerűségeket mutatott.

A fizikusok adatait 12 évre, a mobiltelefonos adatokat két évre visszamenőleg kaptuk meg. Arra voltunk kíváncsiak, hogy mik egy csoport megszűnésének az okai. Él, virul, majd egyszer csak megszűnik. Ehhez néztük, igaz-e az, hogy ha cserélődnek a csoport tagjai, az a széthulláshoz vezet-e. Az derült ki, hogy 4-6 fős kis csoportoknál ez igaz. Ha nagyon cserélődnek a tagok, felbomlik a csoport. Egy-két tucat tagú csoportoknak viszont kifejezetten jót tesz a cserélődés, van egy erős mag, ami nem változik, és ez stabilabbá teszi. Mindenesetre egy vállalatvezető ebből azt a következtetést vonhatja le, hogy érdemes tíz-húsz fős csoportokat gyártani, stabil maggal, és hatékonyabb lesz.

Nem először publikál a Nature-ben, ami a világ legrangosabb tudományos folyóiratainak egyike. Hogyan viszi egy magyar tudós a Nature-ig?

Szerintem az eredetiség, újszerűség a döntő, illetve az eredmény fontossága. Mára értem el azt a szintet, hogy nem írják át a szövegemet.

És hogy a sikerek mellett egy kicsit kellemetlenebb témáról is kérdezzem, tavaly júliusban éppen a Nature-ben jelent meg egy nagy cikk, amelyben [magyar tudósok panaszkodtak](#) a Magyar Tudományos Akadémiára. Azt írták, az MTA látványosan ellehetetleníti a hosszabb külföldi tartózkodás után hazatérőket. Szabó Csaba - hazatelepülő, majd újra külföldre távozó - gyógyszerkutató ügyét vetik fel a cikkben, és leírják, nem értik, az Akadémiának miért ér kevesebbet egy külföldi folyóiratban publikált cikk, mint az, ami itthon jelenik meg. Ön akadémikus, mi a véleménye erről a vitáról?

Ez egy ellentmondásos ügy volt, mert két egymásnak feszülő tábor alakult ki, a kölcsönös megértésig azonban sajnos nem jutottak el. Megmerevedtek a határvonalak. Szabó Csaba visszautazott, az Akadémia végig elutasító volt a Szabó Csaba személyével kapcsolatban. Ugyanakkor ezzel párhuzamosan éppen reformba kezdett, ami most is folyik. Az Akadémia emiatt úgy fogta fel, hogy őt támadások érik, pedig épp reformokra készül a kifogásolt

ügyekben. A gyakorlatban azért a Szabó Csaba-féle ügy gyorsított a reformok folyásán. A Nature-ben valóban megjelent egy levélváltás, amelyben Szabó Csaba idézett számokat, adatokat, konkrét akadémiai beszámolókat. Örültem volna, ha konstruktívan tudtak volna tárgyalni egymással a felek. Én, számos kollégámmal ellentétben, úgy éreztem, mindkét félnek sok igazsága van ebben a vitában.

Vagyis a felek között semmilyen együttműködés nem született.

Az Akadémia hagyománytisztelő, vannak nagyszerű, becsülendő vonásai, de van visszatartó ereje is. A hagyománytiszteletbe tartozik például adott esetben olyan tudományterületek támogatása, amelyeket hungarikumnak tekintenek, de a világban máshol már nem úznek. Ez esetenként irritáló lehet például a nagypolitika számára, mert indokoltságát csak nagy körültekintéssel lehet megítélni. Én is, aki igyekszem dinamikusan a világ kutatási trendjeit követni, gyakran érzem, hogy bár maximálisan elismerik ilyen irányultságomat, de ez egyes témáim esetén nem igazán tud szervesülni az itteni viszonyokba.

Milyen változások lesznek az Akadémia életében, illetve a kifogásolt szakmai szabályzatban?

Még folyamatban van, egy év alatt sok minden történt. Nemsokára lesz az MTA Közgyűlése, amelyen megvitadjuk az újításokat.

Mostantól tudjuk megérteni az emberi viselkedést

[Stöckert Gábor](#)

<http://index.hu/tudomany/bal080429/>

2008. május 17.

Erdélyben született, bukaresti, majd budapesti tanulmányai után Bostonban doktorált, 1994 óta Amerikában kutat. Hálózatelméleti kutatásait 2002-ben angolul írta meg *Linked* című könyvében, a közérthető nyelven írt tudományos bestseller egy évvel később magyarul is megjelent *Behálózva* címmel. 2003-ban a *Wired* az év tudósának választotta. Barabási Albert-László hálózatkutatóval beszélgettünk, aki a *Behálózva* új kiadását bemutatva járt Magyarországon és nagy sikerű előadást tartott az [Ybl Klubban](#).

Az előadás beharangozója szerint "Magyarország egyetlen esélye a fejlődésre, ha a világ nemzetivel intenzív kapcsolódásokon keresztül szervezi meg jövőjét". Én úgy látom, talán túlságosan is "kapcsolódunk", rengeteg kutatónk Amerikában köt ki, például ön is.

Nem csak Magyarországon, Kínában is így látják, sőt, több nyugat-európai országban. De szerintem nincs ezzel semmi baj. Amerikában a kutatási feltételek általában sokkal jobbak, mint akár Nyugat-Európában. Most nem pénzről beszélek, hanem koncentrált kutatási központokról, ezek Amerikában jobban kiépültek. Budapesten is lehetne ilyet csinálni, ez elég nagy város, rengeteg különböző egyetemmel, de történelmi alapjai vannak annak, hogy az ország e tekintetben lemaradt.

Megjegyzem, ebből a lemaradásból nagyon sokat behozott: egyre kevésbé igaz, hogy a magyar kutatók elmennek külföldre. Én kint látom ezt, egy időben nagyon könnyű volt magyar diákokat kicsábítani, manapság lasszóval kell fogni őket. Részben azért, mert Magyarországon remek tanárok vannak, részben azért, mert sok külföldi cég kutatóhelyeket hoz létre itt – nagyon sok változás történt az elmúlt tíz évben. Legtöbb diák már csak ideiglenesen megy ki külföldre, sokan nem is maradnak kint doktorálni.

***Behálózva* című könyvének második kiadása jelent meg, a könyvben a skálafüggetlen hálózatokat³ mutatja be, ami egészen új fogalom volt az első kiadás idején. Mít kellett átdolgozni a második kiadásban? Volt olyan megállapítása, ami az elmúlt hat évben meghaladottnak bizonyult?**

Tartalmilag nem dolgoztam át semmit, csak megjelent egy új fejezet, ami az első kiadásból kimaradt, de az angol eredetiben benne volt. Amit a könyvben írtam, nem avult el, de a könyv alapvetően a hálózatok struktúrájáról szól, és azért a kutatási terület ennél tovább haladt az elmúlt években. Egyre több munkát fektetünk abba, hogy megtudjuk, a közösségek hogyan jönnek létre, hogyan kell feltérképezni a közösségeket egy hálózaton belül. Ma már nemcsak a hálózatok szerkezete érdekel bennünket, hanem az, hogy milyen folyamatok történnek benne, időben hogyan van kihasználva, mikor kommunikálnak benne az egyes csomópontok, és így tovább. Tehát a hangsúly eltolódott a hálózatok szerkezetétől afelé, hogy időben hogyan működnek ezek a hálózatok. Nemrég [Vicsek Tamással](#) írtunk egy cikket, ami a Nature-ben

³ Két magyar matematikus, Erdős Pál és Rényi Alfréd kutatásai nyomán a tudósok évtizedekig úgy gondolták, hogy a hálózatok – akár társadalmi hálók, akár a sejtek kémiai anyagai – véletlenszerűen rendeződnek el, a véletlenül múlik, hogy az egyes csomópontok kapcsolódnak-e egymáshoz. Többek között Barabási érdeme, hogy a kilencvenes évek végén felfedezték: a hálózatok többsége nem véletlenszerű, nagyon bonyolult matematikai összefüggések felfedezhetők bennük. Barabási kimutatta, hogy ezekben a skálafüggetlen hálózatokban több kiugróan sok kapcsolattal rendelkező, úgynevezett erősen kapcsolt csomópont található. Elég, ha ezekből csak néhányat eltávolítunk, és a hálózat jelentősen meggyengül, akár szét is esik.

[jelent meg](#), az pontosan azzal foglalkozott, hogy miként jönnek létre a közösségek, hogyan fejlődnek és hogyan tűnnek el.

A könyvében igazolta, hogy bármely két weboldal között legfeljebb 19 kattintásnyi a távolság. Azóta a World Wide Web mérete csak nőtt – igaz ez a tézis még ma is?

Igen, és többnyire le is van zárva ez a kérdés. Volt néhány mérés azóta, de egyik sem hozott meglepetést.

Amióta megírta a könyvet, feltörtek az iWiW-hez hasonló közösségihálózat-oldalak. Mi a véleménye ezekről?

Szenzációs, hogy feltörtek, mert rengeteg eszközt adnak az egyén kezébe. Én is tagja vagyok több ilyen oldalnak, élvezek ezeken lenni, még ha néha kicsit időrabló is. És remekül használhatók kutatásokhoz is, az iWiW-ről is jelentek meg cikkek neves szaklapokban. Tegnap voltam Kertész János professzor akadémiai székfoglaló előadásán, az előadás témája éppen az volt, hogy óriási elektronikus létrehozott lábnyomokat hagyunk magunk után, és ezek hihetetlen adatbázist szolgáltatnak a kutatásokhoz.

Én valahogy úgy érzem, most vagyunk tanúi annak a pillanatnak, amikor az emberi viselkedést meg tudjuk érteni. Mert az emberi viselkedést eddig lényegében interjúk alapján próbáltuk megfejteni: leültünk valakivel és megkérdeztük tőle, hogy mit csinált, hogyan érzi magát, satöbbi. Ma már szinte tízpercenként hagyunk magunk után valamilyen elektronikus nyomot: mobiltelefont, számítógépet, hitelkártyát használunk, és ezek elképesztően részletes képet adnak arról, hogy ez emberek hogyan viselkednek. Ezeket a nyomokat elemezve meg tudjuk érteni valós időben az emberi dinamikát – ez a tudományterület most fog robbanni, szerintem erről rengeteget fogunk még hallani.

A hálózatkutatásnak milyen alkalmazási területei fejlődnek leginkább?

Nagyon népszerűek a közösségihálózat-oldalokhoz kapcsolódó kutatások, ez a terület még mindig növekszik – akárcsak a társadalmi hálózatokra épülő szoftverek piaca, ezek a programok kezdik belopni magukat a mobiltelefonjainkba is. Egyre több olyan alkalmazás van, amivel megnézhetem például a mobilomon, hogy a tartózkodási helyem környékén hol vannak ismerőseim, barátaim. Ez a szegmens biztosan fog még növekedni, ezek a szoftverek még jobban beépülnek az életünkbe.

Ugyanakkor hihetetlenül nagy a mozgás a biológia területén is. Most jutottunk el oda, hogy egyre pontosabb térképek találhatóak az emberről. Amikor a könyvet írtam, minden, a biológiai hálózatokra vonatkozó adatunk a bacilusokra és az élesztőgombákra szorítkozott, mivel azok egyszerű és sokat vizsgált élőlények. Az utóbbi három-négy évben azonban egyre több géntérkép, anyagcsere-térkép és hasonló hálózati adat jelent meg az emberről. Kezd kialakulni a hálózatorvoslás, vagyis az, hogy hogyan gondolkodunk a betegségről hálózatként. Tavaly nyáron egy barátom tollából megjelent egy érdekes tanulmány, amely azt állította, hogy az elhízásban a géneknél fontosabb szerepet játszik az, hogy az egyénnek hány elhízott barátja van.

A közgazdászok is kezdenek rájönni a hálózatok fontosságára, bár ez a terület lassabban indult be. A közgazdászoknak még nincs annyi adatuk, mint például a biológusoknak, elsősorban az adatok jellege miatt – egy vállalatvezető nem szívesen árulja el, hogy éppen kikkel üzetel.

Az ön által említett, Nature-ben is leközölt kutatásba ön hozta egy külföldi telefontársaság adatbázisát, az adatbázisért cserébe a cég konkrét piaci kutatásokat kért. A telefonszolgáltató nevét bizonyára nem árulhatja el, de azt talán elmondhatja, milyen jellegű hálózati jelenségekre kíváncsi egy telefontársaság?

Először is meg akarták tudni, hogyan néz ki egyáltalán a felhasználói struktúrájuk. Aztán nagyon sok marketinges kérdésük is volt. Például egy új termék esetében azt mondták, hatezer embernek szeretnék ingyen odaadni. Nekünk kellett megmondanunk, ki legyen az a hatezer ember, aki a terméket a legnagyobb valószínűséggel használni fogja és még elég befolyásos is

ahhoz, hogy másokat a termék használatára buzdítson. Vagyis a kérdés lényegében ez volt: ki az a hatezer személy, akikkel egy ilyen reklámakció a legnagyobb hatást éri el? Egy másik megrendelt kutatásban megpróbáltuk megjósolni, kik azok az ügyfelek, akik el akarják hagyni a céget. Egyébként elég jól teljesítettünk, megdöbbentően jól meghatároztuk ezeket a csoportokat.

Szegeden egyénre szabott allergiaellenes terápiát kutatnak, az ön elmélete alapján összetett hálózatoknak tekintik azokat a komplex betegségeket, amiket mi allergiaként ismerünk. Ön is részt vesz ebben a kutatásban?

Hallottam róla, de nem vagyok benne. A gondolatmenet jó, de én nem tudom eldönteni, mennyire lehet sikeres, mert semmit nem tudok az allergiáról.

Sok ilyen kutatást ihlet az ön munkája?

Kicsit talán túl sokat. Sok kutató úgy gondolja, hogy az én munkám inspirálta őket, de sokszor nem is értem, mit csinálnak. Ez egyébként nem feltétlenül rossz, mert pontosan ez a lényege a hálózatkutatásnak, hogy mások fogják az eredményeimet és akár nem triviális módon ráhúzzák a saját területükre. Ezt én nyilván nem tudnám megtenni, mert nem értek az ő területükhöz, például fogalmam sincs arról, hogyan lehet használni a hálózatokat az immunológiában. És sok ilyen kutatás van, amit nem értek, talán ezért érzem néha úgy, hogy túl sok.

Egyébként most a társadalmi hálók és az emberi dinamika mellett a másik fő kutatási területem éppen a betegségek. A kutatócsoportom egyik felével azt próbálom megérteni, hogyan jelennek meg a betegségek, járványok, és hogyan írjuk le ezeket hálózatként.

1995-től tavaly szeptemberig az indianai Notre Dame Egyetemen dolgozott, ahol korábban Erdős Pál, a különc életmódú utazó matematikus, akiről nagy szeretettel beszél a könyvében. Ön hasonlít életmódjában az elődjére?

Nem igazán, legfeljebb annyiban, hogy már én sem tanítok sokat, és nyitottan állok mások gondolataihoz, tudományos problémáihoz. Bostonban élek, ahol a Northeastern Universityn és a Harvardon dolgozom. Reggel hét körül kezdek kutatni otthon, ez nagyjából délig tart, majd az ebéd mellett cikkeket, anyagokat olvasok. Minden egyetemi tevékenységem délután 2-től 6-ig zajlik, ekkor tanítok, illetve az ajtóm nyitva áll bármelyik kollégám előtt.

Nem egy cikkben olvastam, hogy önt esélyesnek tartják a Nobel-díjra. Elgondolkodott már azon, hogy a díj odaítélésében milyen szerepet játszanak a társadalmi hálózatokban terjedő információk – például az, hogy valakiről sokan azt tartják, Nobel-esélyes?

Szellemes kérdés, de a válasz nem. Az ember nem teszi, nem teheti fel az életét arra, hogy kap-e Nobel-díjat. És egyáltalán nem esedékes még ez a kérdés, a Nobel-díj sokszor egy életmű elismerése. Húsz-harminc év múlva lehet, hogy elgondolkoznom azon, van-e esélyem, de addig még bőven van időm.

Magyar tudós felfedezése a Nature címlapján

Index/MTI

<http://index.hu/tudomany/halo080610/>

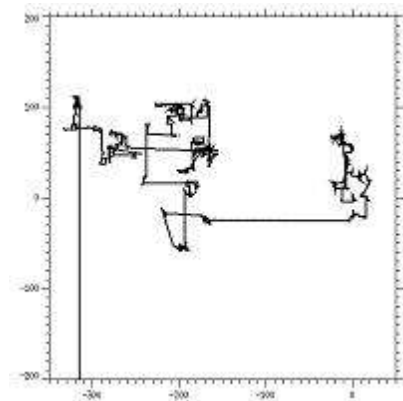
2008. június 11.

Az emberi helyváltoztató mozgás dinamikájában megfigyelhetők bizonyos előre megjósolható mintázatok – erre a következtetésre jutott egy amerikai kutatócsoport, amelyben egy erdélyi származású magyar tudós, Barabási Albert-László is részt vett. A felfedezést közlő tanulmány az egyik legrangosabb szaklapban, a Nature-ben [jelent meg](#), ráadásul a címlapon.



A Nature címlapja

A helyváltoztató mozgások dinamikájának feltérképezése a hálózat kutatás egyik legnépszerűbb területe. Korábban állatokon végzett megfigyelések azt mutatták, hogy egyes állatfajok nem véletlenszerűen, hanem az úgynevezett Lévy-eloszlást követve mozognak: ebben az eloszlásban ritkán előforduló hosszabb lépések bontják meg a véletlenszerűséget. A Lévy-eloszlás szerepe az állati viselkedésben ugyan máig vitatott, de az utóbbi években egyre gyakrabban hangoztatott elmélet volt, hogy az emberi mozgás elég jól követi ezt az eloszlást. A teóriához a gyúanyagot egy olyan [honlap](#) szolgáltatta, amin bankjegyek útját lehetett követni a világban.



Egy kétdimenziós példa a Lévy-eloszlásra: sok véletlenszerű lépés néhány nagyobb ugrással

A Nature-ben megjelent tanulmány szerzői – Barabási mellett Marta C. González és César A. Hidalgo, mindhárman a bostoni Northeastern University kutatói – az eddigi legátfogóbb kutatást folytatták a témában: hat hónapig figyelték 100 ezer mobiltelefon-tulajdonos mozgását. A tudósok arra jutottak, hogy az emberi mozgás dinamikája nagyban hasonlít a Lévy-eloszláshoz, de több időbeli és térbeli szabályszerűség figyelhető meg benne – ez nem meglepő, hiszen az emberek többsége kötött időben jár például dolgozni vagy bevásárolni, és általában ugyanarra a helyszínre. Leegyszerűsítve: az emberek nem mozoghatnak olyan szabadon, mint az állatok.



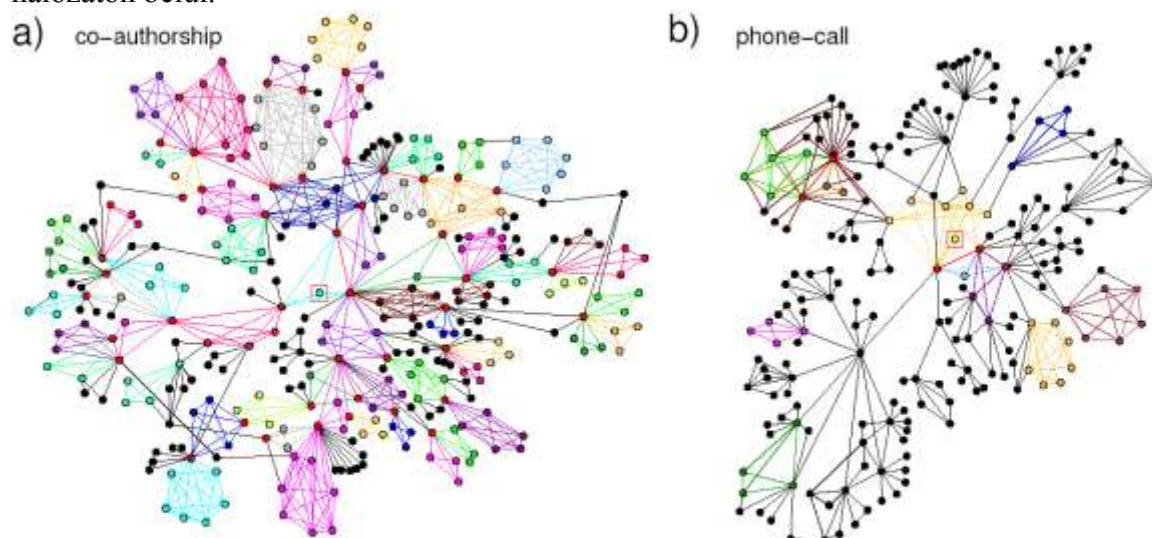
A szabályosabb mintázatok viszont magukban hordozzák azt, hogy ezek a mintázatok megjósolhatók. E ténynek pedig fontos szerepe lehet például a város- és közlekedéstervezésben, illetve egy járvány terjedésének megjósolásakor vagy éppen megelőzésekor.

Barabási Albert-László (fotó: Huszti István)

Digitális lábnyomok

"Nincs mindenki tudatában, de életünk a hálózatokról szól, azok különböző megnyilvánulási formái vesznek körül minket, szinte hálózatokban élünk" – kommentálta a tanulmányt az MTI-nek [Vicsek Tamás](#) akadémikus, statisztikus fizikus, az ELTE Biológiai Fizika tanszékének kutatója. Mint Vicsek elmondta, mindenütt digitális lábnyomokat hagyunk magunk után azáltal, hogy interneten rendelünk, közösségi oldalakon nézelődünk, esetleg mobiltelefonunkkal a zsebünkben intézzük napi ügyeinket.

A fizikus – akinek Barabási egyébként a tanítványa volt – hasonló adatbázissal dolgozott az egy évvel ezelőtt, egy másik, szintén a Nature-ben [közölt](#) tanulmány elkészítésekor. A magyar hálózatkutatók akkor nem egyes emberek mozgását vizsgálták, hanem azt térképezték fel kódolt formában, hogy ki kivel beszélt, hogyan, és milyen hálózatok alakultak ki az emberek között. Azt vizsgálták, hogyan alakul embercsoportok dinamikája ezen a nagy hálózaton belül.



Vicsekék akkor megállapították, hogy a kis csoportok akkor stabilak, ha kevés a külső kapcsolatuk; ha nagy a fluktuáció, akkor könnyen szétesnek. A nagyobb csoportok, például a vállalatok viszont akkor stabilak, ha folyamatosan vannak kilépők és belépők úgy, hogy ezek száma nagyjából megegyezik. Ebben az esetben éppen az állandóság, merevség az, ami a csoport hirtelen széthullásához vezethet.



Vicsek Tamás

A matematika új útjai

A hálózat kutatás tudománya robbanásszerűen fejlődött az elmúlt pár évben, többek között azért, mert egyre több ingyenes, nyíltan hozzáférhető adat áll rendelkezésre hozzá (ilyenek például a közösségi oldalak). "A matematikáról gyakran vélik úgy, hogy lezárt tudomány" – fogalmazott korábban Lovász László akadémikus az ELTE Tudós Klubjában. "A hálózat kutatás példa arra, hogy egy új feladat új matematikai fogalmakat, hozzáállást igényel."

Hálózat kutatásban egyébként a magyarok mindig is erősek voltak: a tudományág alapjainak lefektetésében oroszlánrésze volt két magyar tudósnak,

Erdős Pálnak és Rényi Alfrédnek. Vicsek szerint a továbblépés abban rejlik, hogy a csúcspontokhoz és élekhez, amelyek a hálózatot ábrázolják, tulajdonságokat rendelünk. Jobb leírást kapunk a rendszerről, ha nem egy pont a csúcs, és nem egy vonal az él, hanem többdimenziós mindkettő. Vicsek csoportja most éppen a kollektív mozgást tanulmányozza. Legutóbbi kísérletükben sólyomra, gólyára és siklóernyősökre erősítettek helymeghatározót, és repülési stratégiájukat hasonlították össze. A madarak és a siklóernyős is meglepően pontosan követték azt a modellt, mellyel a fizika leírja, hogyan lehet optimálisan átjutni egyik légrétegből a másik, eltérő hőmérsékletű rétegbe. Eredményeiket a Proceedings of National Academy of Sciences amerikai tudományos szakfolyóiratban, márciusban közölték.

Barabási Albert-László – akivel alig egy hónapja [készítettünk interjút](#) – korábban a skálafüggetlen hálózatok fogalmának megalkotásában játszott nagy szerepet. Erdős és Rényi kutatásai nyomán a tudósok évtizedekig úgy gondolták, hogy a hálózatok véletlenszerűen rendeződnek el, és a véletlenül múlik, hogy az egyes csomópontok kapcsolódnak-e egymáshoz. Többek között Barabási érdeme, hogy a kilencvenes évek végén felfedezték: a hálózatok többsége nem véletlenszerű, matematikai összefüggéseket lehet felfedni bennük. A kutató azt is kimutatta, hogy ezekben a skálafüggetlen hálózatokban több kiugróan sok kapcsolattal rendelkező, úgynevezett erősen kapcsolt csomópont található. A skálafüggetlen hálózatok stabilak maradnak, ha néhány elem véletlenszerűen eltűnik belőlük, csak akkor gyengülnek meg jelentősen, ha célzottan távolítjuk el az erősen kapcsolt csomópontokat (ekkor a hálózat akár szét is esik).

Az ember nem céltalanul kóborló lény

Jónás Katalin

2008. 07. 15.

<http://www.origo.hu/tudomany/20080715-barabasi-albertlaszlot-a-natureben-megjelent-emberi-mozgasmodellrol-kerdeztuk.html>

A távközlési eszközök által nyújtott információk rendszerezésével az emberi dinamika és mobilitás korábban elképzelhetetlen szintű feltérképezésére nyílik lehetőség – ez volt a leglényegesebb üzenete annak a Nature-ben nemrég megjelent, a rangos folyóirat címlapjára került cikknek, amelyben Barabási Albert-László és kollégái ismertették legfrissebb kutatási eredményeiket.

Milyen törvényszerűségek fedezhetők fel az élőlények mozgásában? Vizsgálták már például albatroszok, majmok, tengeri ragadozók, sőt bankjegyeken keresztül az ember utazásait is, azonban annak leírására, hogy az emberi helyváltoztató cselekvések milyen mintázatokat követnek különböző tér- és időskálákon, csak hozzávetőleges matematikai összefüggések álltak rendelkezésre. A pontosabb modell felállítását leginkább az adatok hiánya korlátozta. Ám napjainkra az ember olyannyira "összenőtt" a mobiltelefonjával (a világ számos területén), hogy a kis eszközökből nyerhető információkra már egzakt statisztikai módszereket lehet alapozni.

Mindenki egy jellemző körön belül mozog

A bostoni Northeastern Egyetem kutatói két adathalmazon vizsgálták az emberi mozgásokat. Az első, féléves mérésorozat alkalmával százezer véletlenszerűen kiválasztott ember mobiltelefonjának jeleit elemezték. A felhasználó tartózkodási helyét és idejét jellemző adatokat használták fel, amelyek minden olyan alkalommal előálltak, amikor az illető hívást vagy sms-t kezdeményezett, illetve fogadott. A második, egyhetes mérésorozatban mindössze 206 emberre szűkítették a kört, akiknek mozgását kétóránként megállapított helyzetük alapján tanulmányozták. (A vizsgálattal kapcsolatos személyiségi jogi kérdésekről lásd keretes írásunkat.)⁴

A több mint 16 millió rögzített idő-távolság-adatból is visszaigazolódott az előfeltevés, mely szerint az ember korántsem tekinthető céltalanul kóborló lénynek: mozgásunkban állandóságok, erős szabályosságok fedezhetők fel. Az esetek elsősorú többségében ugyanazokat a rövid távolságokat tesszük meg (leginkább a munkahely és az otthon között), és ezektől csak nagy ritkán térünk el. Barabási Albert-Lászlót, a kutatócsoport vezetőjét arról kérdeztük, hogy mindennek egzakt matematikai leírásán túl hozott-e új felismeréseket a vizsgálat.

"Számomra a legnagyobb a meglepetés az egyének közötti szisztematikus különbségek felfedezése volt. A mérések azt mutatták, hogy minden emberhez hozzá lehetett rendelni egy tipikus távolságot, illetve egy kört, amelyen belül mozgott" – mondta a kutató. "Ez a távolság egyénről-egyre jelentősen különbözött: egyesek két-három kilométeres körön belül

⁴ A kutatás személyiségi jogi kérdései

A vizsgálat során többszörös kódolással biztosították, hogy a résztvevők mindenki számára teljes anonimitásban maradjanak. Barabási Albert-László az adatfelvételi módszerekről szólva hangsúlyozta az [origo]-nak, hogy ők nem figyelték meg az embereket, az adatok regisztrációja nem kizárólag a kutatás céljából történt. Mindössze olyan adatokat használtak fel, amelyeket a szolgáltatók egyébként is rögzítenek, vagy törvényi kötelezettségük, vagy az általuk nyújtott szolgáltatás működtetése folytán.

Az előfizetők holléte nem volt tökéletesen pontos, valójában minden esetben csak azt az adótoronyt jelezte, amelyen keresztül a mobiltelefonos kommunikáció zajlott. A kutatók még azt sem árulták el pontosan, hogy mely országban zajlott a kísérlet. A vélhetően európai helyszínről mindössze annyi derült ki, hogy a területen tízezer adótorony van, átlagosan három négyzetkilométerenként.

mozogtak, míg mások több száz kilométeres távolságot tettek meg rendszeresen. Ez első látásra nem igazán megdöbbentő, hiszen sejtettük eddig is. A meglepő inkább az volt, hogy bár egyesek gyalog, mások autóval, megint mások repülővel járnak, az egyes emberek mozgása mégis mindig egy bizonyos körön belül történik, és nagyon pontos törvényszerűséget követ. Bár látszólag mindenki azt teszi, amit igazából fontosnak talál, mégis részét képezi egy nagyobb törvénynek, még akkor is, ha nincs ennek tudatában" - mondta Barabási.

Cselekvések lökésszerű impulzusai

Vagyis az emberi mozgás sem időben, sem térben nem véletlenszerű, mint ahogy azt a korábbi matematikai leírások már feltételezték. Barabási szerint a cselekvések időben nem állandó módon, hanem lökésszerűen zajlanak, és az aktivitások között eltelt időszakok lassan lecsengő eloszlást mutatnak. Megfigyelhető ez egy ember egy nap alatt elküldött emailjeinek időbeli eloszlásán, sőt kimutatható például Einstein egész élete során elküldött postai leveleinek időbeli alakulásán is. A kutató ezeket a jellemzőket azzal magyarázza, hogy az emberek teendőiket fontossági sorrendbe állítva hajtják végre. Bár az ezekhez társuló várakozási idő elvileg exponenciális lenne, a gyakorlatban nemcsak a fontossági sorrend, hanem a rendelkezésre álló idő mennyisége is megszabja a feladatok elvégzésének gyorsaságát.

Hasonló megállapítások tehetők a térbeli mozgásmintázatokra is: jóval rendezettebben zajlanak, mint ahogy az a korábbi, úgynevezett diffúziós modellek alapján várható volt. A [random walk](#), vagyis a tisztán véletlen bolyongás helyett az emberi helyváltoztatást inkább a [Lévy flight](#) nevű modell írja le, ahol csak ritkán szakítják meg nagyobb elmozdulások a több kisebb elmozdulást. Sőt, mindez egy meghatározott pont körül történik. Vagyis matematikailag olyanok vagyunk, mint egy központi vonzerő hatása alatt lévő részecske: nagyjából ugyanakkora és jól jellemezhető távolságokra távolodunk el egy adott helytől, ami általában az otthonunk. Valaki csak néhány kilométerre, mások többre távolodnak el a centrumtól, de a távolság adott egyén esetén nagyjából állandó.

Hatékonyabb járványmodellek

Barabási szerint a korunk technológiájának felhasználásával feltáruló új hálózati modellek az emberi természet megismerésének forradalmasításával kecsegtetnek. Eredményeik alapján nemcsak a mobil-átjátszótornyok elhelyezése optimalizálható, de hatékonyabbá tehető a tömegközlekedés szervezése, a várostervezés és a biológiai vírusok nyomon követése is.

"A mozgásunk nagyban meghatározza azt, hogy a járványok hogyan terjednek, kórokozóinkat ugyanis a magunkkal hordozzuk, valahányszor útra kelünk. Úgy gondoljuk, hogy az általunk talált törvényszerűségek jövőbeli járványmodellek alapját képezhetik. Ahhoz, hogy korrekt leírást adjon, igazából minden részletes járványmodellnek követnie kell valamilyen szinten ezeket a mozgásokat. Ha például elhanyagolnánk azokat az egyéneket, akik nagy távolságokat tesznek meg rendszeresen, vagyis potenciális terjesztői lehetnek a betegségeknek, sokkal lassúbb terjedést jósolnánk meg, mint amit a valóságban észlelünk" – mondta.

A kutatás tervezett folytatásával kapcsolatban Barabási elmondta: a betegségek terjedésének leírásán túl van néhány ambiciózusabb tervük is. Ilyen például annak felderítése, hogy mekkora veszélyt jelenthetnek a jövőben a mobiltelefon-vírusok, és hogyan lehet küzdeni ellenük. Bár jelenleg több mint 300 mobiltelefon-vírus van a világszerte, ezek inkább úgynevezett smart phone-okon terjednek, amelyek jelenleg még csak a piac 5%-át képezik. Viszont néhány éven belül a telefonok zöme ilyen lesz, és akkor a telefonvírusok éppen olyan óriási károkat tudnak majd okozni, mint manapság a számítógépes vírusok. Jó volna tehát előre megérteni azokat a problémákat, amelyekkel rövidesen szembe kell nézzünk. Egyelőre még inkább az álmok kategóriájába tartozó kérdés az, hogy mennyire jósolható meg az egyének mozgása.

Barabási Albert-László: Villanások – A jövő kiszámítható

<http://www.libri.hu/konyv/villanasok-1.html>

Ezekre a kérdésekre is keresi a választ Barabási Albert-László, a hálózatok tudományának világhírű kutatója. Napjaink digitális eszközei a világot hatalmas kutatólaboratóriummá változtatták. A használatuk során hagyott elektronikus nyomok - a hangüzenetektől a netes rákeresésekig - olyan gazdag adatbázis összeállítását tették lehetővé, amelyet korábban elképzelni se tudtunk volna. Követhetővé vált a mozgásunk, a döntéseink, az egész életünk. Ezeknek a nyomoknak az elemzése fontos felfedezéshez vezetett: a véletlen korántsem uralja oly mértékben az életünket, mint ahogy eddig gondoltuk. A könyv ennek a meglepő kutatásnak az eredményeivel ismerteti meg az olvasót. Miközben elméletét magyar és egyetemes történelmi példákkal is alátámasztja, a szerző megmutatja, hol ér véget az emberi viselkedésben a spontaneitás, és hol kezdődik a kiszámíthatóság.

* * *

Rózsás Tamás

Barabási Albert-László könyve kellemes nyári olvasmány ügyesen végigvitt párhuzamos történetekkel a XVI. és a XXI. századból. Az erdélyi magyar származású szerző ellenére a könyv eredetileg angolul jelent meg, de kivételesen a fordítás is élvezetes és jól sikerült. Ráadásul a téma hasznos is, hiszen megtudhatjuk belőle mennyit tudhat meg rólunk a Nagy Testvér a technika révén és mennyire és milyen értelemben kiszámítható a jövőnk. Az olvasmány élvezetéhez nem kell tudósnak lennünk, nem kell értenünk a technikához mégis hasznos és élvezetes élménnyel lehetünk gazdagabbak. Ja, és az internetnél könnyebben vihetjük a könyvet a strandra és a napsütés sem homályosítja el a kijelzőjét :-

[http://bookline.hu/product/home!execute.action?id=88060&type=22&v=Barabasi Albert Laszlo Villanasok a jovo kiszamithato](http://bookline.hu/product/home!execute.action?id=88060&type=22&v=Barabasi+Albert+Laszlo+Villanasok+a+jovo+kiszamithato)

Nyitott Könyvműhely, 2010

300 oldal

Vajon elkerülhető lett volna a Dózsa-féle parasztfelkelés?

Van-e összefüggés a madarak röpte és az emberek mozgása között?

Mennyire kiszámítható az emberi viselkedés?

Megjósolható-e tudományos módszerekkel a jövő?

Ezekre a kérdésekre is keresi a választ új könyvében Barabási Albert-László, a hálózatok tudományának világhírű kutatója. Napjaink digitális eszközei a világot hatalmas kutatólaboratóriummá változtatták. A használatuk során hagyott elektronikus nyomok – a hangüzenetektől a netes rákeresésekig – olyan gazdag adatbázis összeállítását tették lehetővé, amelyet korábban elképzelni se tudtunk volna. Követhetővé vált a mozgásunk, a döntéseink, az egész életünk. Ezeknek a nyomoknak az elemzése fontos felfedezéshez vezetett: a véletlen korántsem uralja oly mértékben az életünket, mint ahogy eddig gondoltuk. A könyv ennek a meglepő kutatásnak az eredményeivel ismerteti meg az olvasót. Miközben elméletét magyar és egyetemes történelmi példákkal is alátámasztja, a szerző megmutatja, hol ér véget az emberi viselkedésben a spontaneitás, és hol kezdődik a kiszámíthatóság.

Barabási Albert-László az erdélyi Karcfalván született 1967-ben. A világhírű tudós jelenleg Bostonban, a Northeastern Egyetemen és a Harvardon dolgozik. A komplex hálózatok elméletének területén elért eredményei hozták meg számára a tudományos elismertséget. Írásait

olyan jelentős lapok közölték, mint a The New York Times, a Nature, a Science, a Scientific American és a Die Zeit.

* * *

Részlet:

http://konyves.blog.hu/2010/05/25/barabasi_albert_iaszlo_villanasok_a_jovo_kiszamithato_reszlet

1

A világ legjobb testőrei

Ha minden jól megy, mire a könyv végére ér, Ön is eljut a felismerésig, hogy akármilyen spontán embernek gondolta magát, valójában sokkal kiszámíthatóbb, mintsem hajlandó lenne beismerni. Ezzel persze egyáltalán nincs egyedül. Az én reakcióimat éppen olyan könnyű megjósolni, mint bárki máséit a környezetemben. Az emberek kiszámíthatóságát meghatározni hivatott algoritmusainkat több millió emberen teszteltük, és mindössze egyetlen ember esetében vallottunk kudarcot. Az illetőt Hasan Elahinak hívják. Szinte tapintani lehetett a feszültséget a levegőben. Ez tűnt fel Hasannak, amikor végigfuttatta tekintetét azon a mintegy ötven külföldi beutazón, akiket a detroiti Metropolitan repülőtéren feltartóztatott a Bevándorlási Hivatal. „Látszott rajtuk, hogy először járnak Amerikában, és hogy mindannyian rettegnek” – emlékezik vissza. „Nem értettem, hogy én mit keresek közöttük.” Hasannak, akinek útlevelét szinte könyv vastagságúra kellett bővíteni, hogy az utazásai során kapott összes vízum és pecsét beleférjen, volt némi tapasztalata a beutazás rendjéről. Tudta például, hogy az Egyesült Államok polgárait hazaérkezésükkor nem állítják félre. Pontosabban, csak kivételes esetben. Félelménél erősebb volt a kíváncsisága, megpróbált hát szóba elegyedni az örökkel, de rövidesen rájött, hogy azok ugyanolyan zavarban vannak, mint ő maga. Végül egy szürke öltönyös férfi lépett oda hozzá, és bemutatkozás helyett szárazon csak ennyit közölt vele:

– Idősebbnek gondoltam. A férfi az ötvenes éveinek közepén járhatott. Hasan annyira esetlennek érezte ezt az üdvözlést, hogy automatikusan valami frappáns és könnyed válasszal próbálta csökkenteni a feszültséget:

– Igyekszem olyan gyorsan öregedni, amennyire csak lehetséges. Nem jött be. Sem a hely, sem az idő nem volt alkalmas a tréfálkozásra. Úgy döntött hát, hogy egyenesen rákérdez:

– Megmondaná, mi ez az egész? A férfi érzéketlenül bámult rá, keresgélte kicsit a szavakat, majd megvonta a vállát, és szenvtelen hangon így szólt:

– Itt éppenséggel Önnek lenne magyarázkodni valója.

Mindez 2002. június 19-én történt. Hasan Elahi harminckét éves médiainstalláció művész éppen egy embert próbáló hathetes útról tartott hazafelé. A floridai Tampából indult, onnan Detroitba repült, majd Amszterdam, Lisszabon és Párizs érintésével a szenegáli Dakarba érkezett. Tíz nappal később, egy negyvennyolc órás autóbuszutat követően érte el Mali fővárosát, Bamakót, ahonnan aztán Elefántcsontpartra utazott. Ott felkereste Afrika legnagyobb, háromezer hívő befogadására alkalmas katedrálisát – egy olyan országban, ahol a keresztények száma alig éri el a negyvenezretet –, majd május 28-án az ország déli partján fekvő nagy kikötővárosba, Abidzsánba érkezett. Ekkorra jócskán elfáradt.

„Nyugat-Afrika nagyon sokat kivesz az emberből, és próbára teszi a türelmét is” – mondja. Amikor aztán egy vihar során a szállodaszoba mennyezete is beomlott, úgy érezte, ideje

odébbállni. Visszarepült Dakarba, de egy nappal később már ismét buszon ült Bissau-Guinea fővárosa, Bissau felé. Még két határt szelt át, majd vörös tincseket fonatott festett szőke hajába, mielőtt újból megérkezett volna Szenegálba. További hat napjába került befejezni a Dakari Biennáléra szánt művészi installációját, ezután visszatért Párizsba, ahonnan vonattal Strasbourgba utazott, majd átsétált a német határon, és Karlsruheban megnézett egy digitális kollekciónál híres múzeumot, Kasselben beugrott a Documenta kiállításra, Hannoverből pedig a Portugália déli csücskén fekvő Faro üdülőhelyre repült. Két napot töltött a tengerparton, végül a lisszaboni repülőtéren átaludt éjszaka után a reggeli géppel hazarepült az Egyesült Államokba. Hasan tehát most dús illatokat eregetve, hajában vörös raszta tincsekkel a michigani Detroit egyik szűk kihallgató helyiségében próbált értelmes választ adni egy szürke öltönyös férfi értelmes kérdésére:

– Merre járt? Hol is kezdje? Gondolta, nem bonyolítja túl a dolgot.

– Éppen Amszterdamból jövök.

– És előtte? – jött a következő kérdés.

– Faróban voltam, a tengerparton. Hasan lépésről lépésre visszafelé felgöngyölytette saját útját, amíg el nem érkezett Dakarba.

– Hát az meg hol van? – érdeklődött a férfi. Hasan ránézett az erezett, L-alakú faasztal fölé, és meggyőződött róla, hogy szó sincs keresztkérdésről vagy tréfálkozásról – kihallgatójának valóban fogalma sincs, merre lehet Dakar. „Ugyan még mindig nem tudtam, miről van szó, de valahonnan úgy sejtettem, a terrorizmussal kapcsolatos. Én pedig afféle gyanúsított vagyok itt, és egy hatósági személlyel állok szemben” – emlékszik vissza. Természetesen nem őrzönghet, és nem hülyézheti le a tisztviselőt, amiért nem hallott még Nyugat-Afrika legnagyobb városáról. Akármennyire szeretné, nem mondhatja ki. Higgadtnak és profinak kell maradnia. Így tehát Hasan ujjá begyével lerajzolta Afrika képzeletbeli térképét az asztalra. Rábökött a láthatatlan nyugati csücskére, és elmagyarázta, hogy Dakar valamikor a rabszolga-kereskedelem egyik központja volt.

– Élnek ott muzulmánok is? – hangzott a következő kérdés.

– Igen, nagyjából a lakosság 95%-a – felelte Hasan, alig észrevehető gúnyval a hangjában.

– Kikkel találkozott ezeken a helyeken?

– Más művészekkel, tudja, olyanokkal, akik a művészszakmában dolgoznak, azonkívül írókkal, újságírókkal – felelte Hasan. Majd aprólékosan beszámolt róla, milyen is a művészet.

– Na, és miféle művészettel foglalkozik? Erre megint csak nem volt könnyű felelni. Hasan ugyan művész, de nem az a fajta, akinek a munkáit a nappaliban szokás kiaggatni. Művei nem annyira esztétikai célokat szolgálnak, mint inkább tele vannak gondolatokkal, szellemes és néha csípős kommentárok a világunkról. Dakari installációja például egy négyméteres, bambuszbotokból álló távközlési torony volt, tetején tévéantennával. Négy neonlámpa kékes fényvel világította meg a termet, miközben egy hangszóróból értelmetlen zaj sistergett. A kívülállónak mindez nem sokat jelentett. Pedig minden elemének megvolt a maga értelme. Amikor Hasan Szenegálba érkezett, lefelől az tűnt fel neki, hogy mennyire kék minden. „Különösen, amikor az óceán partján áll az ember, egészen fantasztikusan kék a víz és kék az ég” – idézte fel. Ezért kerültek bele installációjába a kék neonlámpák. A másik észrevétele az volt, hogy a szenegáliak sziszegéssel jeleznek egymásnak. Rejtélyes módon még félsaroknyi távolságból is pontosan tudják, ki sziszegett rájuk. Ezzel a hangfelvétellel tehát lényegében azt akarta kideríteni, mit szólnak a szenegáliak, ha egy műtárgy sziszeg rájuk. Hasan nagyokat derülve idézi fel, amikor a kihallgató azt kérte tőle, magyarázza meg a művészetét. „A többi művésznek sem könnyű elmesélni – emlékszik vissza nagy derűvel –, hát még egy hatósági embernek.” Miután a Szenegálban kiállított műtárgy többé-kevésbé afféle szobor volt, szobrásznak mondta magát, de nem nagyon részletezte a dolgot, mert biztos volt benne, hogy ha a médiainstallációkat említené, csak még jobban összezavarná a dolgokat. A következő kérdés váratlanul érte:

– Van Önnek egy raktárhelysége az egyetem közelében?
– Van bizony – bólintott Hasan. Azóta bérlti, hogy Tampába költözött, és a University of South Floridán kezdett tanítani.

– Mit tart benne?

– Téli ruhákat, amikre Floridában nincs szükségem, meg bútorokat, amelyek nem férnek be az icipici lakásomba. Ezenkívül mindenféle kidobott holmit, mert tudja, megszállott gyűjtő vagyok. Szóval egy csomó limlomot. – Robbanóanyag nincs köztük? – kérdezte ekkor a hivatalnok, kissé zavarban, gyanakvó tekintettel.

– Biztos vagyok benne, hogy robbanóanyag nincs – felelte Hasan. Így derült ki kérdésről kérdésre, hogy feltartóztatásának mi a valódi oka. Az FBI tampai részlege néhány hete bejelentést kapott, hogy eltűnt egy férfi, aki robbanóanyagot tárolt egy raktárhelyiségben. 2001. szeptember 12-én veszett nyoma. A gyanúsított neve Hasan Elahi volt. „Nem tudom bizonyítani, de meg vagyok róla győződve, hogy a raktár tulajdonosai voltak. Ismerem őket, órákon át szoktunk beszélgetni. Régebben, amikor minden hónapban elmentem kifizetni a bérleti díjat, mindig leültem velük csevegni. Idősebb pár, Kentuckyból jöttek Tampába, és abból élnek, hogy raktárakat adnak ki. Az ország lelkiállapotáról sem szabad megfeledkezni. Mindez 2002 nyarán történt, amikor az volt a közfelfogás, hogy ha valaki lát valamit, rögtön be kell jelentenie! Ráadásul azonnal, nem csak akkor, amikor már a sajtó is lehozta a hírt. Láttak egy barna bőrű alakot, hallották a nevét, és tanakodni kezdtek. Miféle név ez? Nyilván valami arab. Egész biztos, hogy robbanóanyag van nála!

Ez a házaspár nem rosszindulatú, és nem gonosz, velem személy szerint semmi bajuk nem volt. Csak túl óvatosak voltak.” Tíz perc sem kellett hozzá, hogy kiderüljön, akármilyen arabosan hangzik is a neve, Hasan közelében sem járt az Al-Kaida kiképzőtáborainak. Bangladesben született, enyhe New York-i akcentussal beszél az angolt, amely brooklyni gyermekkorából ragadt rá, mert hétéves kora után egy ideig ott élt. Igen, a bőre tényleg olajbarna, ám fakó szőke hajáról aligha a dzsihád jutna eszünkbe. Az utcában az átlagos második generációs gyerekek közé számított, amerikainak érzi magát, a nyelve és egész élete ide köti. Minderre az FBI-ügynök is gyorsan rájött, rögtön el is engedte, hogy elérje a Tampába induló gépet. A történet egy normális világban ennyivel véget is ért volna. Ám 2001. szeptember 11-e után a világ cseppet sem volt normális, különösen, ha az embert Hasannak hívják, és barna bőrű, még akkor is, ha Floridában ő az egyetlen ember, akinek nincs lőfegyvere. Így aztán a rákövetkező öt hónapban Hasan egyfolytában ki-be járkált az FBI tampai kirendeltségére, ahol néha órákig tartó kihallgatásnak vetették alá. „Lényegében életem minden részletéről beszámoltam nekik, semmit sem hallgattam el” – emlékszik vissza, anélkül, hogy a leghalványabb keserűség lenne a hangjában. „Tudod, az az igazság, hogy ha az ember élet és halál uraival ül szemtől szemben, nem racionális lényként viselkedik. Érzékeli, hogy mit tesz, de nem képes befolyásolni.” Nem egészen öt hónap múlva, nem sokkal hálaadás után, még egy utolsó fárasztó hazugságdetektoros vizsgálatot követően, egy nagydarab, rövid hajú FBI-ügynök közölte, hogy nincs több dolguk vele, vége, szabadon távozhat. Hasan megdöbbsent.

„Ez minden? Most egyszer csak vége az egésznek, mintha az elmúlt öt hónapban mi sem történt volna?” Ránézett az FBI-ügynökre, és megkérdezte:

– Álljunk csak meg! Nemsokára megint külföldre utazom. Mi lesz, amikor hazajövök?

– Hova készül?

– Indonéziába.

– Ott pedig vigyázni kell, mert terrortámadások voltak – felelte az ügynök aggódó hangsúllyal. Hasan megdöbbsent ezen a bizarr fordulaton. Mindazok után, amin keresztülment, ez az ember nyilván tréfál – gondolta. De látszott, hogy az ügynök őszintén aggódik. Elhatározta hát, hogy kimondja, ami a szívét nyomja.

– Idehallgasson, én nem attól félek a legjobban, hogy lezuhan a gépem, vagy felrobbantanak egy épületet. A legjobban attól tartok, hogy maguk közül valaki, aki lelke mélyén azt gondolja, jót cselekszik, elvisz valahová, és onnantól kezdve senki nem tudja, hol vagyok, és hogyan szabadíthatna ki onnan. Mindezt olyankor, amikor az Egyesült Államok a világ minden részéről kezdte a kubai Guantánamóra hurcolni a foglyokat. Hasan látta, hogy az FBI-ügynök megértette, amit mondott, és igazán aggódik érte. Nem szólt ugyan semmit, de testbeszéde és viselkedése erről árulkodott.

– Igen, manapság megtörténik ilyesmi, és félttem magát! Hasan nem hagyta annyiban a dolgot:

– Elég, hogy valakihez ne érjen el a legutolsó értesítés, és máris kész a baj. Szóval mit tegyek? Az FBI-ügynök néhány másodpercig elgondolkodott. Aztán a tárcájához nyúlt, kivett belőle egy névjegyet, és átnyújtotta Hasannak:

– Van rajta egy pár telefonszám, ha bajba kerül, hívjon minket! Majd rövid szünet után hozzátette:

– Azonnal lépni fogunk, egy pernyi késlekedés nélkül. Hasan először a névjegyre pillantott, aztán az ügynökre. Majd valamelyest megkönnyebbülve így reagált:

– Csodálatos. Végül egy csipetnyi humorral hozzátette:

– Húha, úgy látom, nekem vannak a legeslegjobb testőreim a világon. Napjaink technikai újításainak jó része, a számítógéptől a mobiltelefonig, az úrutazáson át az új gyógyszerekig, több száz év tudományos kutatásain alapul, amelyeket mindaz a töretlen meggyőződés hatott át, hogy a legtöbb természeti jelenség megérthető, megmérhető, előrejelezhető, és végső soron befolyásolható. Ennek a tudósoknál szinte megszállottsággal határos meggyőződésnek az áldásai körülvesznek bennünket.

Megtanultuk félvezetőkkel befolyásolni az elektronok áramlását, és ezáltal tranzisztort meg iPodot készíteni. Megfejtettük, hogy milyen törvények irányítják a rádióhullámokat, ezért ma már drót nélküli mobiltelefonokon is tudunk beszélgetni. Megértettük, milyen szerepet játszanak a kémiai anyagok a szervezetünkben, így gyógyszert fejlesztettünk ki a leggyakoribb betegségekre. Felfedeztük a gravitáció törvényeit, így a Hold is elérhetővé vált számunkra. Sajnálatos módon a felvilágosodás forradalma megtorpant a természettudományok kapuinál, soha nem érte el azt a területet, amely pedig ma már egyre fontosabbá válik, nevezetesen az egyén és emberi társadalom működését. Embertársaink viselkedésében a nap mint nap megfigyelhető események sorozata ma éppoly titokzatosnak és érthetetlennek látszik, mint a tizenötödik században a csillagok mozgása. Máskor pedig úgy tűnik, hiába vagyunk szabadok döntéseinkben, életünk jó részét mégis mintha egy automata vezérelné. Társadalmunk történetében bőség és ínség, háború és béke váltogatja egymást. El kell tűnődnünk, hogy az emberek a maguk alkotta szabályokon kívül vajon milyen rejtett törvényszerűségeknek engedelmessé válnak. Hasan története ebből a szempontból különösen tanulságos. Vajon az FBI felbukkanása az ő életében véletlen, vagy előre megjósolható lett volna börszínének, nevének, elsősorban pedig viselkedésének ismeretében? Vajon az általa megélt tapasztalatok beleillenek-e az olyan szabályok és események sorába, amelyeket a miénkhez hasonló társadalmak elfogadhatónak tekintenek? Vajon a Kentuckyból való házaspár csak a dolgát tette-e, jól illeszkedve a patriotizmus és félelem bonyolult hálózatához, amely 2001. szeptember 11-e után az egész világot jellemzi? Lehetséges, hogy a cselekvéseinket irányító szabályok a maguk egyszerűségében felérnek a gravitáció newtoni törvényének prediktív erejével? Ne adj' Isten merészkedhetünk-e odáig, hogy megpróbáljuk megjósolni az emberi viselkedést? Korábban az efféle kérdésekre egyetlen válasz létezett: fogalmunk sincs! Ennek következtében ma többet tudunk a Jupiterről, mint a saját szomszédunkról. Valóban, előre tudjuk jelezni egy elektron pályáját, ki-be tudunk kapcsolni géneket, képesek vagyunk robotot küldeni a Marsra, ám tanácstalanul tárjuk szét a kezünket, ha olyan jelenségeket kell előrejeleznünk vagy

megmagyaráznunk, amelyekről pedig a legtöbbet illene tudnunk, nevezetesen embertársaink cselekedeteit.

Ennek egyszerű az oka. Mindeddig sem adataink, sem eszközeink nem voltak, hogy feltárjuk, valójában hogyan is működünk. A baktériumok nem idegeskednek, ha mikroszkóp alá tesszük őket. A Hold nem perel be, amiért űrhajóval leszállunk a felszínén. Ám egyikünk sem szívesen vetné alá magát olyan durva beavatkozásoknak, mint amilyenekkel a baktériumokat vagy a bolygókat vizsgáljuk – abból a célból, hogy mindig mindent tudjunk róluk. Na jó, egyetlen ember kivételével.

Villanások: lehetséges-e előrejelezni és befolyásolni az emberek viselkedését?

2010.05.14.

http://bookline.blog.hu/2010/05/14/villanások_leheteseg_e_elorejelezni_es_befolyasolni_az_emberek_viselkedeset_1



Barabási Albert-László, amikor éppen nem az emberek cselekedeteinek előrejelzése köti le, hálózatok és komplex rendszerek kutatásával foglalkozik. Villanások: a jövő kiszámítható című új könyve május 27-étől kerül a magyarországi könyvesboltokba. Ennek kapcsán közöljük a szerző ajánlását.

Tudós vagyok, tehát hiszek abban, hogy a legtöbb természeti jelenség megérthető, megmérhető, előrejelezhető és végső soron befolyásolható. Ezeket az állításokat a legtöbben nem is kérdőjeleznék meg.

Mi lenne azonban, ha az előbbi mondatban a természeti jelenségek helyett emberek szerepelnének? Tehát ha úgy szólna, hogy az emberek megérthetőek, előrejelezhetőek, végső soron befolyásolhatóak? Nos, ez már meglehetősen ijesztő gondolat!

Van egy parányi titok, amelyről mi, tudósok nem szívesen beszélünk. A tudományos forradalom megtorpant a természettudományok kapujánál, és bennünket, embereket elkerült. Meg tudjuk jósolni az elektron mozgását, ki-be tudunk kapcsolni egy-egy gént, robotot küldünk a Marsra, ha azonban olyan jelenségekre kellene magyarázattal vagy előrejelzésekkel szolgálnunk, amelyekről azt gondolhatnánk, hogy a legjobban ismerjük, nevezetesen embertársaink cselekedeteire, tanácstalanul széttárjuk kezünket. Ennek következtében ma többet tudunk a Jupiterről, mint saját szomszédunkról.

Van persze egy alapvető különbség az emberi viselkedés előrejelzése és a baktériumok vagy az elektronok kutatása között. A baktériumok nem idegeskednek, ha mikroszkóp alá tesszük őket. A Hold nem perel be, amiért űrhajóval leszállunk a felszínén. Az elektronoknak nincsenek személyiségi jogai. Ám egyikünk sem szívesen vetné alá magát olyan durva beavatkozásoknak, mint amilyenekkel a baktériumokat, elektronokat, bolygókat vizsgáljuk – abból a célból, hogy mindig mindent tudjunk rólunk, emberekről. A Villanások arról kívánja meggyőzni az Olvasót, hogy e kérdésben küszöbön állnak olyan változások, amelyek messzeható következményekkel fognak járni.

Manapság már jóformán bármit teszünk, annak digitális lenyomata marad valamilyen adatbázisban. E-mailjenket őrzik az e-mailszolgáltatók naplófájljai, az arra vonatkozó adatok, hogy mikor, hol, mit vásárolunk, milyen az ízlésünk és a fizetőképességünk, rendelkezésre állnak a hitelkártya-kibocsátóknál, arcunkat és öltözködésünket a bevásárlóközpontokban és számtalan utcasarkon felállított biztonsági kamerák sokasága rögzíti. Ha sokszor nem is szívesen gondolunk rá, az igazság az, hogy nem csupán egy mikroszkóp csöve mered ránk. A gombamódra szaporodó adatbázisokból egész életünk a legapróbb részletekig rekonstruálható. Azok az elemzések, amelyeket saját kutatócsoportom tagjai és más tudósok elvégeztek ezeken az adatbázisokon, meglehetősen váratlan felfedezéshez vezettek: ezek nemcsak a múltunkat követik nyomon, hanem a jövőnkét is képesek feltárni. Miután sok millió ember kommunikációját és mozgását tanulmányoztuk a maguk mögött hátrahagyott elektronikus adatok segítségével, azt találtuk, hogy az egyedi viselkedés rendkívül nagy pontossággal előrejelezhető. Az elemzésekéből kiderült, hogy akik ismerik a múltunkat, azoknak a jövőnk sem igazán okozhat meglepetést.

Miközben napi céljainkat vagy hirtelen támadt késztetéseinket követjük, aligha vesszük észre, hogy olyan egzakt matematikai törvényeknek engedelmessé válunk, amelyek segítségével pontosan leírhatók cselekvéseinket. Ezek a mintázatok semmiképpen sem újak, évszázadok óta irányítják az emberek viselkedését, és a háborúktól kezdve Einstein levelezéséig mindent meghatároznak. Az a képességünk azonban új, hogy fel tudjuk ismerni ezeket a mintázatokat, és segítségével meg tudjuk határozni azokat a törvényszerűségeket, amelyek néha még a legbensőségesebb pillanatainkban is irányítanak bennünket. Munkánk során azt tapasztaltuk, hogy minden cselekvésünket villanások – az intenzív aktivitás hosszú tétlenséggel váltakozó rövid periódusai - jellemzik. Ezek a villanások annyira az emberi természet lényegéhez tartoznak, hogy nemcsak butaság, de lehetetlen is megpróbálni elkerülni őket.

De vajon meg tudjuk-e tervezni előre ezeket a villanásokat? Erre tettem nemrégiben kísérletet a bursts.com weboldal létrehozásával – amely másokat is próbál bevonni egy kitalálós játékhoz kapcsolódó villanásba. A kísérlet rendkívül egyszerű szabályokkal folyik. Ezen a site-on elérhető a [Villanások](#) szövege pontosan úgy, ahogy a könyvben megjelenik. Csakhogy minden egyes szót letakartunk egy-egy téglalappal. Mindegyik felhasználó „örökbe fogadhat” egy szót, és abban a pillanatban, amikor ezt megteszi, a mások által örökbefogadott összes többi szó is láthatóvá válik a számára. Így tehát ha már nyolcvannégyezren örökbefogadtak egy-egy szót, ami nagyjából megfelel a könyvben szereplő szavak számának, a teljes szöveg feltárul a résztvevők előtt. Ám bármelyik felhasználó néhány nap alatt egymagában is kibonthatja az egész könyvet, ha elegendő számú letakart szót kitalál, mert minden sikeres találgatással pontokat gyűjt, amelyek segítik az újabb részek megsejtésében.

Két héttel a Bursts.com indulása után tizenegy felhasználónak sikerült annyi pontot összegyűjtenie, hogy az egész könyvet kibonthassa és elolvashassa. Meglepetésünkre ezzel a lehetőséggel egyikük sem élt. Inkább tovább folytatták a találgatást. Volt, aki ötmillió pontot szerzett, vagyis ötvenszer annyit, amennyi a könyv kibontásához és elolvasásához szükséges! A [Villanások](#) kitalálós játéka erősebb szenvedélynek bizonyult az olvasásánál.

Manapság a Facebook, a Myspace és a Twitter iránt rajongunk, kiéhezve felfelé barátaink gondolatait, ötleteit, képeit. Képzeld el a közösségi oldalak egy új generációját, amely nem a múlttal foglalkozik, hanem a jövőbe enged bepillantást. Nem azzal törődik, hogy „Mi jár a fejedben?”, hanem az eljövendő eseményekre koncentrál. Aki úgy érzi, hogy a Twitter és a Facebook be tudja szippantani, annak a Villanások azt üzeni, hogy a jövő előrejelzésének lehetősége még ezeknél is sokkal magávalragadóbb szenvedély lehet.

Álmodó robotok vagyunk - Barabási új könyve a hálózatkutatásról

2010. 05. 27.

<http://www.origo.hu/tudomany/20100527-barabasi-albertlaszlo-uj-konyv-a-villanasok-a-halozatkutatasrol-es-az.html>

"A kockadobást vagy a tombolát el is felejthetjük, mint életünk metaforáit. Gondoljunk magunkra úgy, mint automata vezérlésre kapcsolt, álmodó robotokra, és sokkal közelebb kerülünk az igazsághoz" - írja új könyvében Barabási Albert-László⁵, az erdélyi származású világhírű hálózatkutató, akit már Csíkszeredán is felismernek a taxisok. A *Villanásokat* csütörtökön mutatták be Magyarországon, a szerzővel előtte beszélgettünk.

Közhelynek számít, hogy napjainkban a kommunikáció forradalmát éljük át. Kevesen tudják azonban, hogy az internet és a mobiltelefon használatával milyen irtózatossá váló mennyiségű adattömeget szolgáltatunk magunkról. "Manapság jóformán mindannak, amit teszünk, marad digitális lenyomata valamilyen adatbázisban. E-mailjeinket megőrzi a szolgáltatók naplófájljai, telefonbeszélgetéseink pontos időponttal ellátott adatai ott nyugszanak a telefonszámunk hatalmas merevlemezein" - írja Barabási Albert-László *Villanások (Bursts)* című, Magyarországon csütörtökön bemutatott új könyvében. Ez az információmennyiség olyan lehetőséget teremt az emberi tevékenység tanulmányozásához, amilyenre a történelemben még nem volt példa. Társadalmunk egy óriáslaboratóriummá vált, melyben az emberi viselkedés természettudományos alapossággal vizsgálható. Barabási új könyve bepillantást enged az új kutatási terület izgalmas részleteibe, eddigi eredményeibe.

A könyv központi tézise az, hogy az emberi viselkedés - ellentétben a tudományos közösség körében ma elfogadott nézettel - alapvetően nem véletlenszerű. Mit jelent itt a véletlenszerűség?

Barabási Albert-László: Jogos a kérdés, hiszen senki sem gondolja, hogy saját viselkedése véletlenszerű volna: mindannyian eltervezzük, hogy holnap mit fogunk tenni, ez a mi döntésünk, és ha nem úgy teszünk majd, annak is meglesz a maga oka. Viszont ha olyasvalaki szemével nézzük saját viselkedésünket, aki nem ismeri a gondolatainkat, motivációinkat, szokásainkat, akkor olyan döntéseket fog látni, amelyekre nem tud magyarázattal szolgálni. Éppen ezért, amikor az emberi viselkedés matematikai leírására kerül

⁵ Barabási Albert-László fizikus és hálózatkutató [az erdélyi Karcfalván](#) született 1967-ben. A Budapesten tanult, majd az Egyesült Államokban dolgozó fizikaprofesszor a kaoszelmélet és a fraktálok iránt érdeklődött, mielőtt hálózatkutatással kezdett foglalkozni. Az utóbbi témában számos megkerülhetetlen cikket publikált és *Behálózva (Linked)* címmel nagyszerű könyvet is írt, 37 évesen pedig a Magyar Tudományos Akadémia külső - és egyben legfiatalabb - tagja lett. Legfontosabb tudományos eredménye a skálafüggetlen hálózatok felfedezése (ezekről [bővebben itt olvashat](#)).

Barabási kutatócsoportja 1999-2000-ben két nagyon fontos tanulmányt publikált a világ egyik legfontosabbnak tartott tudományos magazinjában, a Nature-ben. Ezekben a cikkekben egy réges-régi hiedelmet sikerült szertefosztatniuk. Hosszú évtizedeken keresztül a tudósok azon a véleményen voltak, hogy az összes természetben és mesterséges úton létrejövő hálózat véletlenszerű. Bármelyik hálózatról volt szó, alkosson akár olyan összetett rendszert, mint a társadalom, vagy a sejtek kémiai anyagai, esetleg a honlapokat összekötő URL-ek, mindegyikről azt feltételezték, hogy véletlenszerűen rendeződnek el. Többek között Barabási kutatócsoportjának érdeme, hogy a 90-es évek legvégén fokozatosan rájöttek: [nem minden hálózat engedelmeskedik a "véletlenszerűség törvényeinek"](#).

2008-ban Barabási csoportja - szintén a Nature-ben - egy másik fontos tanulmányt is közölt. Az ember eszerint [nem céltalanul kóborló lény](#): mozgásunkban állandóságok és erős szabályosságok fedezhetők fel. Az esetek elsősorban többségében ugyanazokat a rövid távolságokat tesszük meg (leginkább a munkahely és az otthon között), és ezektől csak nagy ritkán térünk el. A 2008-as kutatás alapvető üzenete, hogy a távközlési eszközök által nyújtott információk rendszerezésével az emberi dinamika és mobilitás korábban elképzelhetetlen szintű feltérképezésére nyílik lehetőség. Barabásiék egyik ambiciózus terve például annak felderítése, hogy mekkora veszélyt jelenthetnek a jövőben a mobiltelefon-vírusok, és hogyan lehetne küzdeni ellenük.

a sor, feltételezzük, hogy az emberek azzal a frekvenciával, amivel a tevékenységeiket végezni szokták, véletlenszerűen döntenek, hogy éppen ezt vagy azt tegyék. Ez a gondolkodásmód rengeteg elméletben megjelenik, és különösen jelen van a technológiákban. A telefonvonalaink úgy vannak megtervezve, hogy feltételezzük, a telefonálók véletlen időpontokban hívják egymást, az internet routerei arra vannak szabva, hogy az e-mailek és adatcsomagok véletlenszerűen érkeznek és mennek keresztül rajtuk. Tehát nem feltételezünk semmilyen belső rendet. A kérdés az, hogy hol van a valóság a két dolog között, vagyis hogy az egyén viselkedése abszolút megérthető-e, vagy hogy teljesen véletlenszerű. A viselkedési formák tanulmányozása során azt láttuk, hogy alapvető eltérések mutatkoznak a véletlenszerű viselkedéstől, és ezek az eltérések meglehetősen univerzálisak.

A könyv egyik fő mondanivalója szerint életünket "villanásokban" éljük - utal erre a könyv címe is. Mit jelent ez?

Az [origo] felhasználóinak viselkedését elemezve azt láttuk, hogy vannak hosszú időszakok, amikor az egyén feléje se néz a portálnak, majd olyan rövid időszakok jönnek, amikor záporoszerűen, egymás után néz meg jó néhány oldalt (Barabási és kollégái az [origo] olvasóinak internetezési szokásait is vizsgálták kutatásaik során - *a szerk.*). A meglepő ebben az volt, hogy az időintervallum két kattintás között nem egy véletlen folyamat statisztikáját követte, hanem ún. hatványeloszlást mutatott. Egy egyetlen email-adatsorában ugyanezt a viselkedést láttuk az email-küldéssel kapcsolatban: az emberek hosszú időn keresztül nem küldtek levelet, majd rövid időn belül rengeteg e-mailt postáztak. Persze ezt a villanásszerűséget – tehát azt, hogy rövid időn belül nagyon sok minden történik – rendszeresen átéljük, érezzük, hogy nagyon is ott van az életünkben. Ami viszont szerintem senkinek nem volt nyilvánvaló az az, hogy ez matematikailag pontosan leírható és, hogy tényleg nagyon univerzális, nemcsak az embereket tekintve, hanem a jelenségeket is. A könyvben olvasható részletesen az a példa, amely azt támasztja alá, hogy a villanások nem az elektronikus világ termékei, megfigyelhetőek például Einstein és Darwin levelezésében is. Ez valahol egy belső emberi tulajdonság megnyilvánulása.

A könyv alcíme "A jövő kiszámítható". Az embernek Asimov pszichohistóriája jut az eszébe. Mennyiben van itt szó az egyén és a társadalom viselkedésének megjósolhatóságáról?

Valóban, a *Villanások* egyik alapkérdése az, hogy hol állunk az előrelátás kérdésének tudományos megválaszolásában. Erre a legjobb példa az időjárás kérdése. Az 1930-as években már volt időjárás-előrejelzés, amit az angolok nagyon egyszerűen csináltak. Minden reggel bejöttek a jelentések Anglia egész területéről, hogy mennyi a hőmérséklet, milyenek a szélviszonyok stb. Aztán leültek az asztal köré, megnézték az adatok alapján elkészült friss időjárás térképet, és azt mondták: "Igen, emlékszem. Nyolc évvel ezelőtt, április 2-án pont ilyen idő volt!" Majd előhúzták a 8 évvel azelőtti, április 3-ai térképet, és megmondták, milyen idő lesz másnap. És ez egész tűrhetően működött! Mert ha ma tényleg pont olyan az idő, mint azon a bizonyos napon, akkor a légköri viszonyok nagyon hasonlítanak az akkorihoz, és az időjárás valószínűleg tényleg abban az irányban fog fejlődni, mint akkor. Mindamellet egy Richardson nevű ember a harmincas években megpróbálta egyenletek segítségével megjósolni az időjárást. Ő kudarcot vallott. Manapság viszont a másnapi időt nagyon pontosan lehet előrejelezni, egy hétre előre tűrhető pontossággal, körülbelül 19 napon túl pedig reménytelen. Mi történt? Richardson ugyanazokat a képleteket használta, mint amelyekkel ma dolgoznak. A meteorológusok azonban rájöttek arra, hogy van egy kritikus adattömeg, ami szükséges ahhoz, hogy jóslni tudjunk. Ez Richardsonnak nem állt a rendelkezésére, nekünk viszont már igen. Ha ez birtokunkban van, akkor előre tudunk jelezni egy napra, egy hétre, a 19 nap viszont elvi, fizikai határt jelent. A kérdés az, hogy ha Asimov példáját követve a társadalmi folyamatokat akarjuk megjósolni, akkor mi a 19 napnak megfelelő elvi határ, és mekkora az az adattömeg, amely a határon belüli előrejelzéshez szükséges. És ez a *Villanások* alapvető kérdése: hogyan

közelítsünk a problémához, nem a sci-fi szintjén, nem is filozófiai alapon, hanem adatokra építve.

Igen, de az időjárás esetében az adatok mellett egyenletek is rendelkezésre állnak, amelyek az időjárási viszonyokat produkáló fizikai folyamatokat leírják, és amelyekbe a jósláshoz az adatokat inputként beletöltik. Látunk ilyen törvényeket a társadalom esetében is?

Eddig nem láttunk, mert nem tudtuk mérni őket. Ám éppen az a *Villanások* lényege, hogy léteznek ilyenek, ha még statisztikus jellegűek is. Hadd mondjak erre egy szép példát. A statisztikus fizika alapjai Boltzmann idejében, a 19. század derekán születtek meg Bécsben, amikor rájöttek, hogy a gáztörvények – melyeket előtte is ismertek a termodinamikából – lényegében levezethetők az atomok véletlenszerű mozgásából. Az atomok mozgása a levegőben túlságosan bonyolult ahhoz, hogy leírjuk, de tudván, hogy ez a mozgás többé-kevésbé véletlenszerű, illetve tudván, hogy statisztikailag mik az eltérések a véletlentől, le lehet vezetni a hőmérsékletet, ki lehet számolni a nyomást és a levegő sok más fizikai tulajdonságát. A véletlenszerű mikroszkopikus mozgástól eljutottunk tehát a mérhető, reprodukálható mennyiségekhez. Az emberi viselkedés olyan, mint ahogy az atomok mozognak a levegőben: látszólag véletlen, de azért mégsem egészen. Az alapvető kérdés az, hogyan skálázzuk fel ezt a sok, látszólag véletlenszerű mozgást úgy, hogy megtaláljuk azokat a mennyiségeket, amelyek már mérhetőek, reprodukálhatóak, és amelyek leírják a társadalmat. A *Villanások* üzenete az, hogy az adatok lehetőséget teremtenek arra, hogy ezeket a kérdéseket feltegyük, és megpróbáljuk többé-kevésbé megválaszolni őket.

Nyilvánvaló, hogy az új technológia adta információgyűjtési lehetőség komoly adatvédelmi kérdéseket vet fel. Mi a véleménye erről a helyzetről? Mit tud az egyén tenni saját biztonsága érdekében?

Erre nincs univerzális válasz. Attól függ, hogy milyen az egyén toleranciája. Ha az a cél, hogy eltűnjünk, akkor kikapcsolunk mindent, és el van intézve. Áttérhetünk a készpénz használatára, amit a dunya alatt tarthatunk, nincs internet, nincs mobiltelefon és minden meg van oldva.

Azért az sejtethető, hogy akkor hátrányba kerülök az átlagemberrel szemben.

Nyilvánvalóan. Pontosan ebben áll az egészségnek a kényes egyensúlya. Mindezek az eszközök igenis előnyt jelentenek, viszont a működésüket nem lehet adat nélkül megoldani. Nem lehet egy olyan kapcsolati háló, amelyben nem tudni, kik a barátaid. Mindenki maga kell, hogy meghatározza ezt az egyensúlyt. Arra sincsen válasz, hogy egyáltalán mi az a személyi adatbiztonság. Például az amerikai és az európai rendszer gyökeresen eltérő. Az amerikai törvények azt mondják, hogy a cégek bármit megtehetnek az adatokkal, viszont tiltják az adatok megosztását a kormánnyal. Európában pont fordítva van: minden törvénykezés arról szól, hogy a cégek nem tehetnek semmit az adatokkal, cégen belül is nagyon korlátozottan használhatják, ám minden adatot azonnal meg kell osztani a kormánnyal. Hol van tehát az univerzális ellenség, kitől félünk igazából? Mint minden kérdésnek, ennek is megvan a maga Gauss-görbéje: az egyik végén van az a néhány ember, akit szörnyen izgat ez az egész és nagyon fél; a másik végén az a néhány, aki felől bármit meg lehetne tenni, váljon az élete akár nyitott könyv; és középen van a nagy tömeg, akik azt mondják, hogy "engem nem érdekel, nincs erre időm, oldjátok meg!". Akkor most hogyan szabályozzuk ezt az ügyet, kinek a boldogsága legyen a cél?

Mit gondol tudomány és áltudomány viszonyáról? Mit kell tenni az áltudományok ellen? Kell-e keresztes háborút folytatni?

Ebből a szempontból nagyon toleráns vagyok. Az a véleményem – és ez nemcsak az áltudományra, hanem a tudományon belülre is vonatkozik –, hogy legtöbbször nem érdemes az áltudomány, a rossz tudomány ellen felszólalni, mert az el fog veszni a süllyesztőben önmagától. Ez egy önszerveződő folyamat: ha butaságokat írsz, akkor egy idő után az emberek

nem figyelnek oda rád, és anélkül, hogy én kirohannék ellened, hogy ez milyen badarság, el fogsz tűnni. És ez többnyire így is történik. Ennek ellenére van néhány visszatérő, perzisztens téma, például az evolúcióval kapcsolatban. De ez egy piac. A piacon mindig vannak vásárlók, és annak nem lennék híve, hogy ezt erőszakosan el kell nyomni. Annak vagyok a híve, hogy legyen alternatíva, ami a pillanatnyi tudományos megértésünknek megfelel. Az inkvizíció már rég kiment a divatból. És az nem eszköz, mert, hogy őszinte legyek, annál nagyobb figyelmet keltünk egy áltudomány iránt, minél jobban támadjuk. Én az ignoranciát tartom a legnagyobb fegyvernek.

Milyen gyakran jut el Csíkszeredába?

Ó, éppen tegnap reggel érkeztem onnan! Évente legalább egyszer, néha kétszer is eljutok Csíkszeredába.

Ott mennyire ismerik a munkásságát?

Most már egyre inkább. Szerintem a Behálózva egy kicsit megváltoztatta a dolgokat, a híre kijutott, és olvasóközönséget teremtett. Egy kedves kis történet hadd meséljek el. Érettségi találkozóon voltam a minap. Éppen taxira vártam a sötét utcán Csíkszeredában. Megáll egy taxi, de nem az, amit hívtam. Már ülnék be, de a sofőr figyelmeztet, hogy ő nem a hívásra jött - épp telefonáltam. Kérdezem, hogy akkor miért állt meg, ha nem a hívásra jött. "Mert felismertem" - mondja. Az egyetemen hálózatelméletet kellett tanulnia, és megnézte az előadásomat a Mindentudás Egyetemén. És éjjel kettőkor felismert Csíkszeredán az úton. Nagyon kedves volt, velem még ilyen nem történt.

Az első cikk után majdnem leharapták a fejünket

[Stöckert Gábor](#)

2010. június 2.

http://index.hu/tudomany/2010/06/02/az_elso_cikk_ut_n_majdnem_leharaptak_a_fejuket/

Az Erdélyben született Barabási Albert-László bukaresti, majd budapesti tanulmányai után Bostonban doktorált. 1994 óta Amerikában él, a bostoni Northeastern Universityn és a Harvardon kutat. 2003-ban a Wired az év tudósának választotta, miután megírta hálózatalméleti kutatásait Linked (Behálózva) című könyvében. A közérthető nyelven írt tudományos-ismeretterjesztő könyv óriási sikert aratott. Barabási az elmúlt években az emberi mozgás dinamikáját és az emberi viselkedés megjósolhatóságát kutatta, erről írt könyve, a Bursts Villanások címmel most jelent meg magyarul.

Kapcsolódó

Az előző, [Behálózva](#) című könyvében jobban megjelenik a tudományos szöveg, mint a [Villanásokban](#). Utóbbiban képletek, egyenletek legfeljebb csak lábjegyzetben vagy a könyvvégi jegyzetekben szerepelnek. Miért?

Tudatosan más könyvet akartam írni, mint a Behálózva. Az számomra meglepően sikeres volt, és a kiadó is azt várta, hogy írok egy Behálózva 2-t, de ezt unalmas feladatnak gondoltam, úgy éreztem, kell egy újabb kihívás. Meg akartam mutatni, hogyan lehet tudományról írni másként, hogyan lehet bevonni az olvasót anélkül, hogy észrevenné, tudományról van szó.

Egy regénynél elvárhatjuk az olvasótól, hogy végigolvassa azt, de egy ismeretterjesztő könyv esetében ez már nem nyilvánvaló. Megpróbáltam úgy írni a Villanásokat, mint egy regényt: elvárom az olvasótól, hogy eljusson a könyv végéig, hogy ne felejtse el, amit az előző fejezetekben olvasott, és hogy a könyv végén összeálljon neki, miről is volt szó. Görgetek egy történetet, aminek mentén mindig megválaszolok egy kérdést, de újabb kérdéseket vetek fel, amire a válasz a következő fejezetben lesz, míg végül a különböző szálak csak az utolsó fejezetekben találkoznak.

A Behálózvat nagyon szoros határidőre kellett megírnom. Amint egy fejezet elkészült, ment a kiadóhoz. Nem adatott meg, hogy megírjam az elejétől a végéig a könyvet, és ha elkészült, újradolgozzam, akár az elejétől. Most direkt hosszabb időt kértem a kiadótól, a Villanások biza évekig készült. Öt éve kezdtem neki, de az elmúlt két évben szinte csak ezzel foglalkoztam.

A könyv ugyanakkor több tudományos tanulmányon alapszik, amik az emberi mozgás és más tevékenységek sűrű időszakokkal – villanásokkal – tarkított mintázatait írják le. Milyen visszhangja volt a szűk tudományos elitben ezeknek a tanulmányoknak?

A könyv valóban [néhány Nature- és Science-cikkre](#) épül. A tudós fő feladata, hogy a természeti jelenségeket matematikailag leírja, ezáltal jósolhatóvá és kontrollálhatóvá tegye. A jósolhatóság kérdése az egyéni viselkedés szintjén korábban ritkán merült fel, kollégáimmal mi foglalkoztunk vele először komolyabban. Az első cikk után, amit az emberi mozgásról [írtunk a Nature-be](#), majdnem leharapták a fejünket. Akkora cirkusz lett belőle, ügyvédekkel kellett bevonnunk, hogy védekezhessünk a támadások ellen.

A kritizálóknak nem a tudománnyal volt gondjuk. Az a cikk arról szólt, hogy az emberek hogyan mozognak, milyen törvényszerűségek fedezhetők fel az emberi mozgáson belül – ezt egy mobiltelefon-társaság adatbázisán elemeztük. A nagyközönség pedig a cikk és a róla megjelent híradások révén jött rá először, hogy milyen részletes információ van a telefontársaságok kezében arról, hogy ők hol vannak és mit csinálnak. És az emberek első reakciója az volt, hogy lőjük le a hírvivőt.

Aztán persze kiderült, hogy mindenben etikusan jártunk el, hogy a kutatócsoportom minden tagjának le kellett tennie egy etikai vizsgát, mielőtt az adatokhoz nyúlt és hogy a telefontársaság szerződésekkkel követte végig, hogyan kezeljük az adatokat. Nem láttunk személyes információt, a nevek helyett például csak számokat kaptunk – de ez a sajtóban nem

jelent meg. Csak azt írták meg, hogy követni tudtuk az embereket, és az emberek levonták a következtetéseket: ez annyira ijesztő, hogy illet nem szabad csinálni, etikátlan és törvénytelen. Aztán ez lecsitult. Amikor már az emberi jóslhatóságról volt szó – ez a cikkünk most jelent meg tavasszal –, akkor már kimondottan a tudományról beszéltünk és szakmai reakciók jöttek. De az első Nature-cikk után volt néhány álmatlan éjszakám.

Csak lazán kötötte össze a könyvet a Behálózásával, illetve a hálózatokkal. Engem például érdekelt volna, hogy az első könyvében leírt, erősen kapcsolt csomópontok viselkedése mennyiben más egy hálózatban, mint a többi.

Amikor a Behálózást írtam, eleve úgy gondoltam, hogy az egy háromkötetes munka első könyve. Az maga a hálózati térről szól, arról, hogyan alakulnak ki a hálózatok, milyen a struktúrájuk. A következő kutatási téma a dinamika megértése – nem a hálózatfejlesztési dinamikáé, hanem az, hogy mikor csinálunk bizonyos dolgokat, például mikor küldünk emailt, illetve hogy ezek a tevékenységek mennyire írhatók le és jóslhatók. A Villanások követi ezt a problémát, kimondottan a dinamikáról szól. A harmadik kötet lesz az, ami az előző kettőt megpróbálja majd összehozni – de lehet, hogy elmegy más irányba, ahogy a tudomány halad.

A könyvet olvasva néha úgy tűnt nekem, hogy józan paraszti ésszel sejthető dolgokat, evidenciákat igazol.

A hálózatoknál is előjött ez, de azt kell mondjam, utólag könnyű okosnak lenni. Utólag azt mondják, persze, természetes, hogy villanásokat produkálunk például a levelezésünkben, de ha előre megkérdeztem volna öt embertől, hogy szerintük milyen eloszlással leveleznek általában az emberek, valószínűleg öt különböző választ kaptam volna.

De említhetném az emberi mozgást is: nyilvánvalóan vannak különbségek az egyének mozgása között, van, aki közel lakik a munkahelyéhez, így kevesebbet mozog naponta, és akadnak olyanok, akik naponta rendszeresen több száz kilométert tesznek meg. Ez könnyen belátható, az viszont már meglepő, hogy hány olyan ember van, aki két kilométert mozog naponta, és hány olyan, aki kétszázat, illetve hogy a természetben ez az eloszlás mennyi helyen megtalálható még. Én soha nem gondolkozok azon, hogy egy matematikai képlet szerint viselkedjek, mégis megfelelek neki, és ha megfelelek neki, jóslható lesz a viselkedésem. De ez csak akkor derül ki, ha ezt elkezdjük mérni.

Milyen alkalmazási területei lehetnek ezeknek a méréseknek?

Rengeteg potenciális alkalmazási terület van, de mivel új tudományterületről van szó, nem is látom mindet. De már látszik néhány nagyon fontos alkalmazás, például az orvostudomány területén. A villanások ugye viselkedései formára utalnak: vannak rövid időszakok, amikor nagyon aktívak vagyunk egy-egy területen, és hosszú időszakok, amikor kevésbé – és ezzel matematikailag leírható törvényszerűségeket követünk. Japán kutatók rájöttek arra, hogy ha ettől a mintázattól eltér az ember, az depresszió jele is lehet. Dolgoznak már olyan órán, ami méri az egyén mozgását, és ha a normális mozgás képletétől eltérést észlel, akkor figyelmeztet. Egy másik alkalmazási terület a várostervezés, az emberi mozgás mintázatait egy városon belül is lehet értelmezni és felírni, és így jelezni például ezt, hogy hol alakulhatnak ki közlekedési dugók.

Jó példa a vírusok terjedésének vizsgálata is. Tudjuk, hogy egy vírus elleni oltóanyag kidolgozása néhány hónaptól néhány évig terjed. Ezért eleinte csak azzal védekezhetünk egy új vírus ellen, hogy megállítjuk, amihez előbb meg kell állapítani, hogyan terjed időben emberről emberre. Nagyon pontos módszereket dolgoztak ki erre amerikai kollégáim, menetrendek alapján egész pontosan meg tudták jósolni például, hogy hány H1N1-megbetegedés lesz Magyarországon. Azt is megmondták már május-június környékén, hogy a terjedés csúcsa októberben lesz – ami azért érdekes, mert az orvosság csak ezután készült el. Ezek a kutatások egyelőre makroszinten léteznek, de mi lenne, ha a telefonunk megmondaná, hogy ha ma elutazunk valahova, mennyi ott annak a valószínűsége, hogy megkapjunk egy vírust? Erre megvan a lehetőség, az ehhez szükséges adatok léteznek vagy előállíthatók.

És lehet jó néhány alkalmazási terület, amik nem feltétlenül kellemesek számunkra, mert sérthetik az egyéni szabadságunkat, és fontos erről beszélni. A Villanásokban nem is rejtem el ezeket a problémákat, fontos, hogy tudjunk róluk, és hogy értelmesen fel tudjunk szólalni ellenük.

Bizonyára arra céloz, hogy az emberek viselkedését rögzíteni komoly személyiségi jogi kérdéseket vet fel. A tudományos és technológiai fejlődés olyan vívmányokat hoz majd, amik betolakodnak a magánéletünkbe?

Ez generációs váltás kérdése. A fiatalabb generációk sokkal kevésbé érzékenyek erre, mint az idősebbek – ugyanakkor az idősebbek nem használják ki annyira ezeket a technikai lehetőségeket, mint a fiatalok. Drasztikus különbségek vannak, a negyvenes-ötvenes korosztály egyszerűen nem tudja felfogni sem, mennyire nyílt a tizenéves-huszonéves korosztály ilyen szempontból.

De nem tartom kilátástalannak a helyzetet. Az adatok, amiket összegyűjtenek rólunk, többnyire cégek kezében vannak, amik paranoid módon vigyáznak az adatokra, mert az egész üzletük erre épül – és ha kiderül, hogy nem etikusan használták fel az adatokat, annak komoly üzleti következményei lehetnek. Ezért elég nehéz is hozzáférni ezekhez az adatokhoz.

Viszont elég nyilvánvaló, hogy a társadalom – különösen a fiatalabbakon keresztül – olyan modell felé tart, amelyben az adatok nem lesznek titkosak hosszú távon. A törvénykezés próbálja biztosítani a személyiség jogokat, viszont az egyének egyre nyitottabbá válnak Facebookon, Twitteren és így tovább, és egyre kevésbé érzékenyek a személyiségi jogokra. Hogy ennek az ellentmondásnak hol fogjuk megtalálni az egyensúlyát, azt nagyon nehéz most megmondani, és nem hiszem, hogy erre lesz egy definitív válasz. Akármilyen válaszra jutunk is ma, lehet, hogy öt-tíz év múlva teljesen újra kell gondolnunk, ahogy fejlődik a technológia.

A könyv azt sugallja, hogy az ember kiszámíthatóbb, mint gondolná, de a múlt ismerete nélkül nem megjósolható a jövő. Ön most hiába próbálná megjósolni, hol leszek holnap este, mert nem ismeri a múltamat. Mennyi adatra lenne szüksége a viselkedésemről ahhoz, hogy nagy – mondjuk legalább 90 százalékos – valószínűséggel meg tudja jósolni a holnap estémet?

Három hónapnyi adatra, óránkénti lebontással. Olyan adatokra, amiket egyébként mér az ön mobiltelefonja. Fontos megjegyezni, hogy csak méri, de nem rögzíti. A mobiltelefon-társaságok csak azt rögzítik, amire szükségük van, és arra nincs szükségük, hogy hol tartózkodik minden órában a felhasználó. Csak híváskor rögzítik, hogy melyik adótorony közelében volt a telefon gazdája, mert ez az információ kell ahhoz, hogy pontosan számlázhassanak. A gps-es telefonok persze ennél többet tudnak.

Három hónap alatt lényegében meg lehet ismerni egy átlagos ember viselkedését. Persze vannak kivételes események, például vakációk vagy esküvőmeghívások, amik bizonytalanná teszik a jóslást, de ezek nagyon kis százalékban jelentkeznek.

Egy érdekes netes játékot szervezett a könyv köré, az igazán kitartó játékosok akár a teljes könyvet elolvashatták ingyen. Milyen utóélete volt a játéknak?

A játék célja az volt, hogy egy villanást teremtsünk a könyv köré – ezt mindenképpen elérte. Annyiban kapcsolódott a könyv témájához, hogy a játékosoknak letakart szavakat kellett megjósolniuk az anagrammáikból, és egy-egy sikeres jóslatért pontokat kaptak, a pontokért pedig szavakat fedhettek fel. Ezen kívül felhasználónként egy szót adoptálni is lehetett, és amit mások adoptáltak, az minden felhasználó számára láthatóvá vált. Vagyis ha nyolcvanezer júzer adoptál egy-egy szót, az egész könyv elolvashatóvá válik. Itt még nem tartunk, részben azért, mert nem voltunk felkészülve a magunk teremtette villanásra. Indulás után nem sokkal harmincezer ember akart bejönni az oldalra, de technikai okok miatt csak kétezret tudtunk beengedni – ha mind a harmincezret sikerül, az olyan hullámot indított volna el, hogy már olvasható lenne a könyv.

A legmeglepőbb tapasztalat azonban az volt, hogy néhány felhasználónak milyen addikciót jelentett a játék. Miután az oldal elindult, éppen a Harvardon voltam, egy egyetemi tanári megbeszélésen, és közben a leveleimet nézegettem. Kértem egy listát a tíz legaktívabb játékosról, és az éppen akkor jött meg. A második név nagyon ismerős volt, odafordultam az egyik professzorhoz, és megkérdeztem tőle, ez te vagy? Azt mondta, igen, egész éjjel ezt csináltam, a feleségem éjjel háromkor kelt fel és beráncigált az ágyba. Ma van néhány felhasználó, akinek több mint ötmillió pontja van, pedig nyolcvanezernél már az egész könyvet meg lehetne nyitni. De számukra a pontgyűjtő játék volt az érdekes, nem annyira a tartalom.

Átlengi a könyvet a hazaszeretet, megjelenik Dózsa György kicsit idealizált alakja, bepillantást nyerünk a Barabási család múltjába is. Hogyan lett ilyen személyes a könyv?

A Behálózva is nagyon személyes, azt sem lehet elválasztani tőlem. Az első könyvemnél az olvasók nagyon szerették, hogy a kutatás személyes folyamata is le volt írva, nemcsak az eredmények, hanem az is, hogy hogyan jutottunk el az eredményekig, milyen kudarcok voltak. Ezt a Villanásokban is megőriztem, és tudatosan többet foglalkoztam a személyes oldallal, amit egy idő után vissza is kellett fognom, hogy ne menjen az üzenet rovására. Dózsa esete pedig több gondolathoz is nagyon jó példa volt, a könyvben leírt személyes okok miatt is foglalkoztam vele, és összefonódott a tudományos gondolatmenettel. Majd kiderül, hogy ez jó döntés volt-e, a kiadó óvott tőle, mondták, hogy ez esetleg többeknek nem fog tetszeni. És valóban kaptam is olyan visszajelzéseket, hogy nem ezt várták a Behálózva után, kifogásolták, hogy miért hígítottam a tudományos részt ezzel. Másoknak kimondottan ez tetszett. Fontos megjegyezni még, hogy a könyv nem magyaroknak készült, angolul írtam. Tehát olyan dolgokat is le kellett írnom benne, amik esetleg egy magyarnak egyértelműek, de azt akartam, hogy a hihetetlenül gazdag Dózsa-történetet elmondjam az amerikaiaknak is, és az olvasó figyelmét végig fenntartsam vele.

Szinte napra pontosan két éve beszélünk. Akkor azt mondta, most vagyunk tanúi annak a pillanatnak, amikor az emberi viselkedést meg tudjuk érteni, és hogy az emberi dinamika modellezése mint tudományterület most fog robbanni. Mi változott azóta?

Most már érezzük a robbanást. Néhány hónapja jelent meg egy cikk a Science-ben, aminek társszerzője voltam, egy policyt fektettünk le, ami körvonalazta az úgynevezett kvantitatív szociológia vagy komputációs szociológia megjelenését. Körülírtuk, hogy egy új tudományterület születik meg, leírtuk, mely alapok a segítségével, hogy ez minőségileg új szakértelmet igényel, új kérdéseket vet fel, új alkalmazásai vannak, és így tovább. Tavaly jelent meg ez a cikk, azóta több konferencia volt már erről, és az amerikai támogatásrendszer is mozdult ennek a tudományterületnek az irányába. Végző soron azt remélem, hogy ez a kutatási irány – és hozzá kapcsolódóan a Villanások – is annyira gondolatébresztő lesz, mint a hálózat kutatás, illetve a Behálózva volt.

Szántó Zoltán, syi: – Fizikusok, bélyeggyűjtők, emberjárás-jelentők⁶

2010. ősz

http://epa.oszk.hu/00000/00015/00059/pdf/03bir_szanto.pdf

A két recenzens egyike a középiskolában sokáig fizikusnak készült. Végül más lett belőle, de a fizika iránti csodálata megmaradt. A másik recenzens sosem akart fizikus lenni, de néha feltette a kérdést magának, miért is nem lett az. Most mindketten szociológusok, akik e tudományt cselekvéseméleti alapon művelik, és hisznek abban, hogy a társadalmi cselekvések világában léteznek szabályszerűségek, amelyek leírhatók, megérthetők, megmagyarázhatók, sőt, amelyek alapján előrejelzéseket is tehetünk.

Barabási Albert-László világhírű fizikus, aki 2010- ben könyvet írt az emberi viselkedés törvényszerű- ségeiről.⁷ „Előrelátható-e az emberi magatartás?” – ismétli meg Barabási a már oly sokszor feltett kérdést. Sokan úgy vélik, mivel nem tudjuk pontosan leírni az emberi cselekvéseket, prediktív állításokat sem tehetünk rájuk vonatkozóan. Barabási szerint viszont „a jövő kiszámítható”. Kinek van igaza? Barabási válasza egyértelmű: annak a szava számít, aki számol. A fizikusé.

„A sejt észvesztő bonyolultságával szembeesülő biológusok, az ideghálózatok rejtélye előtt megszégyenülten álló agykutatók, a társadalmi és gazdasági folyamatok, jóléti buborékok és válságok labirintusában tévelygő társadalomtudósok és közgazdászok sokszor vélekedtek úgy, hogy az ő területükön talán nem is léteznek alapvető törvények. Így tehát, amikor a fizikus kitartóan keresi az univerzális törvényt, tevékenységét jobb esetben energiapocsékolásnak, rosszabb esetben garantált kudarcnak értékelik.” (62-63. old.)

A biológusok tehát eszüket vesztik, az agykutatók megszégyenülnek, a társadalomtudósok tévelyegnek és feladják a küzdelmet, mondván, az ő szakterületükön nincs remény sem arra, hogy „az emberi viselkedést olyan pontossággal le tudjuk írni, mint az anyagi valóságot” (63. old.), sem általánosítható szabályszerűségek azonosítására. S ekkor jön a fizikus, aki megtalálja az univerzális törvényt. Azért képes erre, mert a digitális korszakban rengeteg adatot tudunk összegyűjteni és elemezni az emberek viselkedéséről. Egyben választ ad egy másik, régóta vitatott kérdésre is: egy vagy két kultúra, egy vagy két tudomány létezik-e? Barabási itt Rutherfordot idézi: „a tudomány kizárólag fizika: minden más csupán bélyeggyűjtés.” (62. old.)

Hát... Kicsit merész. Kicsit provokatív. Kicsit talán megalapozatlan. Ilyenkor illik kicsit megsértődni. Mi mégsem tesszük. Azért nem, mert lényegét tekintve egyetértünk e sarkos véleménnyel. Igaza van Barabásinak: valóban korszakváltáshoz érkeztünk, és innentől kezdve nekünk, társadalomtudósoknak (és egyéb bélyeggyűjtőknek) arra kell törekednünk, hogy meginduljon a közös gondolkodás, a közös munka. Mert az alap jó, de az irány nem mindig. Barabási nem társadalomtudós, de Barabási nélkül tovább már nem érdemes társadalomtudományt csinálni. Nem kell feltétlenül követni őt, de megérteni muszáj.

A KÖNYVRŐL - KICSIT BŐVEBBEN

A *Villanások* vélhetően követi majd a siker útján Barabási korábbi kötetét, amely magyarul *Behálózza. A hálózatok új tudománya* címmel látott napvilágot 2003-ban.⁸ Abban hálózatelméleti kutatásainak eredményeit foglalta össze könnyed és közérthető stílusban. Elemzése középpontjában a skálafüggetlen hálózatok állnak. Bemutatja ezek sajátos topológiá-

⁶ SZÁNTÓ ZOLTÁN – SYI – Barabási Albert-László: *Villanások - a jövő kiszámítható*, Fordította: Kepes János, Nyitott Könyvműhely, Budapest, 2010. 300 oldal, 3980 Ft. In: *Buksz, Budapesti Könyvszemle – kritikai írások a társadalomtudományok köréből*, 22. évf. 3. sz. (2010. ősz), 201-213. l.

⁷ Bursts. *The Hidden Pattern Behind Everything We Do*. Dutton Adult, New York, 2010.

⁸ *Linked. How Everything Is Connected to Everything Else, and What it Means for Science, Business, and Everyday Life*. Penguin Group, 2002. A könyv igazi tudományos bestsellerré vált.

ját, felépítését, valamint széles körű elterjedtségét. A korábbi elképzelések szerint a különböző típusú (fizikai, kémiai, biológiai és társadalmi) hálózatok véletlenszerűen alakulnak ki. Barabási viszont az elsők között ismerte fel a kilencvenes években, hogy ez nem így van: a különböző típusú hálózatok felépülése mögött sok esetben szigorú és egyetemes szabályszerűségeket fedezhetünk fel, ráadásul ezek ugyanolyan mintázatot, mégpedig hatványeloszlást mutatnak. Új könyvében izgalmas és – főleg a társadalomtudományok művelőinek körében – sok vitát kiváltó irányban viszi tovább korábbi gondolatait.

A *Villanásokat* Barabási a bevezetőnkben már említett, a társadalomkutatók számára igencsak provokatív, a klasszikus pozitívizmus szellemét idéző kérdéssel indítja: „Lehetséges, hogy a cselekvéseinket irányító szabályok a maguk egyszerűségében felérnek a gravitáció newtoni törvényének prediktív erejével?” (18. old.) Határozott igennel válaszol, majd megfogalmazza végső következtetését: „ha egész életünket számok, képletek és algoritmusok segítségével fejezzük ki, kiderül, hogy valójában sokkal jobban hasonlítunk egymásra, mintsem gondolnánk. Elismerem, mindenki azt teszi, amit a legjobbnak tart, és akkor, amikor tudja, meg amikor a legalkalmasabbnak érzi az időt rá. Az egyik ember talán Los Angelesben él, én pedig Bostonban. Ő ázsiai, én meg magyar vagyok, ő mondjuk éttermet vezet, én viszont kutatok, tanítok és időnként könyvet írok. Mindez valóban fontos, nem is tagadta soha senki. Ha azonban a cselekvéseinket és azok időzítését vesszük szemügyre, olyan mintázatokra bukkanunk, amelyek nemcsak nálam vagy nála figyelhetők meg, hanem több milliárd másik embernél is. Egyidejűleg villanások és szabályosságok jellemeznék minket. Látszólag véletlenszerű, mégis alapvetően kiszámítható vonások. Persze teljesen véletlenszerű eseményekkel is találkozunk. Ám azok között is egészen univerzális módon evickélünk át.” (278. old.)

Hogy megértsük, miért is gondolja így, röviden bemutatjuk azokat a tudományos eredményeket, empirikus és elméleti vizsgálódásokat, hétköznapi megfigyeléseket, amelyekre támaszkodva Barabási kísérletet tesz az általa *humán dinamikának* elnevezett – új tudományterület megalapozására.

A könyv elején leszögezi: „Az emberek kiszámíthatóságát meghatározni hivatott algoritmusainkat több millió emberen teszteltük, és mindössze egy ember esetében vallottunk kudarcot. Az illetőt Haszan Elaninak hívják.” (11. old.) Elani, a médiaművész története végigvonul a könyvön. Barabási éppen azt akarja illusztrálni vele, hogy ő igazi *kivétel* abban az értelemben, hogy nem illeszkedik azokba a szabályos és kiszámítható mintázatokba, amelyeket az emberek többségének mozgása mutat. Pontosabban fogalmazva: ő az egyik szemléltető példa arra, mit képviselnek a villanások az emberi mobilitás jelenségén belül. Sajátos története, amelynek érdekes részletei újból és újból felbukkannak a könyv későbbi fejezeteiben, éppen azt példázza, hogy néhány, kivételes mobilitással jellemezhető ember előfordulása éppúgy törvényszerű, mint a mozgásukban nagyfokú kiszámíthatóságot mutató embertömegeké. Még akkor is, ha a kivételek ritkák, sőt éppen ezért. Ezt az összefüggést Barabási a „minél nagyobb, annál kevesebb” közérthető fordulattal érzékelteti (196. old.), ami a konkrét esetben azt jelenti, hogy a sokat és sokfelé utazók (mint például Elani) kevesen, a keveset és kevés helyre utazók viszont sokan vannak. Az emberek mozgása pontosan leírható és megjósolható a hatványeloszlás segítségével.

A könyvben egy másik - a magyar történelemből vett, de a nem magyar olvasók többsége számára vélhetően ismeretlen - villanással is találkozunk. A kötet páros sorszámú fejezetei ugyanis - első hallásra meglepő módon - a Dózsa-féle parasztfelkelés előzményeit, lefolyását és kimenetét írják le történelmi alaposítással. Ezekben a fejezetekben átfogó képet kapunk erről a történelmi eseményről – Bakócz Tamás pápai ambícióinak kudarcától kezdve a kereszties hadsereg szerveződésén, Telegdi István jóslatán, az apátfalvi mézszárláson, a kolozsvári és a temesvári csatán keresztül az utolsó leszámolásig, az izzó vastrónra ültetésig. Maga a szerző is

megfogalmazza a jogosan felvethető kérdést: „mit keres Székely György⁹ [...] egy humán dinamikával foglalkozó könyvben?” (278. old.) Válasza az, hogy a részletes történelmi esettanulmány nem pusztán ékesen bizonyítja a villanások jelentőségét a történelemben, hanem azért is érdekes gondolatmenete szempontjából, mert az események éppen úgy zajlottak le, ahogyan azt Telegdi gróf előre megjósolta. Ebből kiindulva fogalmazódik meg az általános kérdés: előre jelezhető-e a történelmi események? Barabási vitatja Karl Popper széles körben elfogadott álláspontját, amely szerint elvi akadályai vannak a társadalmi, gazdasági és politikai folyamatok bármiféle előrejelzésének, és azt állítja, „nincs rá szilárd bizonyíték, hogy a társadalmi rendszereket nem lehet előre jelezni” (281. old.). Fejtegetése szerint:

„noha egyetlen fizikusnak sem sikerült még előre jelezni 10^{23} gázmolekula pályáját, ez mégsem akadályozott meg bennünket abban, hogy előre jelezzük a gáz nyomását és hőmérsékletét – és ez, mondhatni, sokkal fontosabb az egyes molekulák pályájánál. Ugyanez a helyzet a humán dinamikával kapcsolatban. A mi mélyen gyökerező kiszámíthatatlanságunk a társadalom szintjén nem adódik össze. Ha a véletlenszerű és előrejelezhető eseményeket gondosan elválasztjuk egymástól, a társadalom szövetének sok lényeges fodrozódását előre láthatjuk.” (Uo.)

Érvelése során egy másik analógiára is hivatkozik. Napjainkban a rövid távú (3 napos) meteorológiai előrejelzések megbízhatósága közel 95%-os. Ezzel szemben a XX. század elején, az időjárás-előrejelzés úttörője, Lewis Fry Richardson úgy próbálta megjósolni a másnapi időjárást, hogy keresett egy korábbi napot, amelyen közel azonos volt az időjárás, s azt jósolta, hogy másnap olyan időjárás várható, mint amilyen a rákövetkező napon volt. Ezt az előrejelzést rendkívüli erőfeszítések árán, hosszú idő alatt és igen pontatlanul tudta megtenni. Barabási szerint Richardson kudarca egyáltalán nem az időjárás-előrejelzés lehetetlenségét, hanem az akkoriban rendelkezésre álló időjárási adatok és számítási kapacitás korlátozottságát mutatja. Az előrejelzés módszertana ugyanis nem változott meg lényegesen, ám azóta sokkal több adatot tudunk az elemzésekbe bevonni, a számításokhoz pedig sokkal nagyobb kapacitás áll rendelkezésre.

A kérdés itt az, vajon joggal feltételezi-e Barabási, hogy a társadalomtudományi kutatások számára éppen az elmúlt években következett be az a fordulat, mind az egyre inkább felhalmozódó adatforrásoknak, mind pedig az egyre fejlettebb számítógépes elemzési technikáknak köszönhetően, amelynek eredményeképpen immár alaposabban feltárhatók a humán dinamika törvényszerűségei, s ezért jobban ki tudjuk számítani a jövőt az emberi mobilitást illetően. Szerinte erről van szó:

„Manapság jóformán mindannak, amit teszünk, marad digitális lenyomata valamilyen adatbázisban.

E-mailjeinket megőrzi a szolgáltatók naplófájljai, telefonbeszélgetéseink pontos időponttal ellátott adatai ott nyugszanak a telefontársaságok hatalmas merevlemezein. Hogy hol, mikor, mit vásárolunk, milyen az ízlésünk és a fizetőképességünk, kategóriákba rendezve megtalálható a hitelkártya-kibocsátónknál. Web- oldalaink, MySpace és Facebook profiljaink, blogjaink tartalmát számos szolgáltató tárolja és listázza. Pillanatnyi tartózkodási helyünk elérhető mobiltársaságunknál. Arcunkat és öltözködésünket a bevásárlóközpontoktól az utcasarokig számtalan helyre felszerelt biztonsági kamerák rögzítik. [...] ezekből a gomba módra szaporodó adatbázisokból a legapróbb részletekig rekonstruálható az egész életünk.

[...] a történelemben először lehetőség nyílik arra, hogy ezek az eddig ismeretlen részletességgel bíró adatbázisok egy sor kísérleti laboratóriumba is eljussanak, és ott számítógéptudósok, orvosok, matematikusok torzítatlan adatokat szerezzenek nem egy, hanem sok millió egyénről. Az elmúlt néhány évben szociológusok, pszichológusok és közgazdászok elemezték az állományt nagy teljesítményű számítógépek és a legkülönbözőbb új technológiák

9 Barabási Dózsára Székely Györgyként hivatkozik.

segítségével. És lélegzetelállító következtetésre jutottak: meggyőző bizonyítékot szereztek arra, hogy legtöbb tevékenységünket olyan törvények, mintázatok és mechanizmusok vezérlik, amelyek nagyon hasonlatosak a természettudomány törvényeihez.” (22. old.)

A könyv páratlan sorszámú fejezeteiben Barabási közérthető stílusban – a hivatkozásokat és forrásokat a könyv végi jegyzetekben közölve – bemutatja, milyen empirikus kutatási eredményekből jutott a fenti következtetésekre.¹⁰ A továbbiakban – a teljesség igénye nélkül – ezeket a vizsgálatokat vesszük szemügyre.

1. Az emberről emberre terjedő fertőző betegségek terjedését vizsgáló kutatóknak tudniuk kell, hogyan mozognak és érintkeznek az emberek. Ennek kiderítéséhez aranybányának tűnt a wheresgeorge.com website, amely egy sajátos össznépi játék formájában több millió dollárbankjegy útját követi az Egyesült Államokban. Ennek elemzése alapján állították fel az emberi mozgás véletlenszerű jellegére vonatkozó hipotézist a jelenséget vizsgáló természettudósok: a bankjegyek mozgása többnyire véletlenszerű, s mivel oda mennek, ahova az emberek viszik őket, tehát mi is véletlenszerűen mozgunk. Az eredményeket elsőként egy fiatal német fizikus, Dirk Brockmann és munkatársai tették közzé 2006-ban a *Nature* hasábjain *The scaling law of human travel* címmel, komoly tudományos visszhangot kiváltva. A hipotézisben rejlő várakozás ráadásul összhangban állt Albert Einstein és Baptiste Perrin szuperdiffúziós törvényével, amely a folyadékokban mozgó apró részecskék dinamikáját jelzi előre, s „mellesleg” bebizonyította az atomok létezését, meghozva Perrin számára a fizikai Nobel-díjat 1926-ban. Néhány bankjegy mozgása azonban nem illeszkedett ehhez a véletlenszerű mintázathoz, sőt az elvárt diffúziós mintához képest egészen más pályát követett. Az emberi mozgás véletlenszerűségére vonatkozó hipotézis ezzel szertefoszlni látszott ugyan, de maga a vizsgálat lavinát indított el: számtalan további izgalmas kutatás kiindulópontjaul szolgált.

2. 2003-ban Barabásinak a Collegium Budapest vendégeként alkalma nyílt arra, hogy hozzáférjen az origo.hu portál látogatóinak böngészési szokásaira vonatkozó adatbázishoz, természetesen a személyes azonosíthatóságot lehetővé tévő információk nélkül. Ez akkoriban a teljes magyarországi internetes forgalom mintegy 40%-át tette ki, körülbelül 6,5 millió látogatást jelentett havonta. Barabási kutatócsoportjának két fiatal tagjával kezdte vizsgálni az adatbázist, és ők is - bizonyos értelemben - negatív eredményre jutottak. Analógiaként az elemek véletlenszerű alakulásának hipotézisére (az Ernest Rutherford nevéhez fűződő „átváltozási törvényére”) támaszkodó vizsgálatuk során azt tapasztalták, hogy az egyes cikkek potenciális olvasóinak száma – várakozásaikkal ellentétben – nem csökken gyorsan, nem követi azt az exponenciális pályát, amelyet Rutherford átváltozási törvénye alapján várnánk. Kutatási beszámolójuk 2006-ban látott napvilágot a *Physical Review* hasábjain *Dynamics of information access on the web* címmel.

3. A fenti kutatások – legalábbis természettudományos szempontból vett – kudarca mindazonáltal két szempontból is elgondolkodtató: a) soha nem vizsgáltak még tudósok ilyenfajta emberi viselkedésre vonatkozóan ekkora méretű adatbázisokat, b) a vizsgálati szempontok és hipotézisek mindkét esetben természettudományi analógiákon alapultak. Mivel azonban mindkét esetben az előzetes várakozásoknak szögesen ellentmondó eredmények születtek, jogosan merülnek fel kételyek. Mennyire termékeny a természettudományok eredményeire támaszkodni a társadalomtudományi vizsgálódások során? Valóban hiábavaló próbálkozás-e hasonló elvek mentén elemezni egymástól ennyire különböző tudományágak hatáskörébe tartozó jelenségeket? Mégiscsak azoknak a társadalomkutatóknak volna igazuk, akik amellet érvelnek, hogy az ő vizsgálódási területükön nem léteznek egyetemes törvények, s hiú ábránd abban reménykedni, hogy valaha is képesek leszünk pontos előrejelzéseket megfogalmazni? Barabási nem adta fel, további bizonyítékokat keresett.

10 A könyv végi jegyzetekben található meg a hivatkozásokat azokra a szakfolyóiratokban megjelent cikkekre, amelyek megalapozzák Barabási gondolatmenetét.

4. Az időjárás-előrejelzés úttörőjeként már említett Richardson a *Statistics of Deadly Quarrels* (1953) című könyvében az 1820 és 1949 között lezajlott háborúk és konfliktusok statisztikai elemzését végezte el. Ennek során egyértelműen kimutatta, hogy az áldozatok száma szigorú matematikai összefüggést mutat: a kevés áldozatot követelő konfliktusból sok, míg hatalmas emberáldozattal járó háborúból kevés volt.

5. Hasonló megfigyelést tett korábban Vilfredo Pareto, olasz közgazdász és szociológus is a vagyon megoszlásával kapcsolatban: a sok szegény ember mellett, viszonylag kevesen rendelkeznek hatalmas jövedelemmel és vagyonnal. Sőt a gazdagok jóval gazdagabbak annál, mint amit a jövedelmek véletlenszerű megoszlása indokolna.¹¹ Mindkét utóbbi esetben hatványeloszlást figyelhetünk meg, vagyis „néhány kivételesen nagy esemény mellett számos apró létezik” (117. old.). Másképpen: mindkét esetben kizárhatjuk azt a véletlenszerűséget, amelyet a vizsgált események Poisson-eloszlása tükrözne.

6. A weboldalak népszerűségét vizsgálva Barabási hasonló hatványszerű mintázatot fedezett fel 1999- ben. Az e-mailezési szokások elemzéseiből ugyanez az összefüggés rajzolódik ki: az e-mailezők nem véletlenszerűen leveleznek, hanem időnként rendkívül aktívak, majd hosszabb-rövidebb szüneteket tartanak. Vagyis az elküldött levelek megoszlása szintén hatványeloszlást mutat valamennyi vizsgálati alany esetében. Az emberi viselkedés több hasonló empirikus vizsgálatának áttekintése után Barabási így általánosít:

„Akármilyen emberi tevékenységet vizsgáltunk, ugyanezzel a villanásszerű mintázattal találkoztunk. A nyugalom hosszú időszakai váltakoznak rövid, intenzív aktivitással [...] Villanások a világon mindenütt fellelhetők: a Wikipedia egyéneinek bejegyzéseitől a valutabörzsek ügyleteit, valamint az emberek és állatok alvási szokásain át egészen azokig az apró mozdulatokig, amelyek segítségével a zsonglőr a levegőben tartja a pálcáit. Már régen nem az e-mailt vagy a webböngészést tanulmányoztuk, inkább csak megfigyeltünk valamit, ami mélyen összefügg az emberi tevékenységekkel, és a napnál is világosabban jelzi, hogy viselkedésünk sohasem véletlenszerű. Ez önmagában nem is meglepő, hiszen senki nem gondolja önmagáról, hogy a véletlen irányítaná. Mindnyájan szabad akarattal rendelkezünk, ez pedig csak még tovább bonyolít mindent [...] És mégis, bármit teszünk, öntudatlanul ugyanazt a szabályos hatványeloszlást követjük. Elméletben egyszerű, mégis rendkívül meglepő.” (120. old.)

7. Az emberi viselkedés különböző típusaiban tapasztalható villanások eredetét Barabási a fontossági sorrendek felállításában véli felfedezni. Képtelenek vagyunk egyszerre sok feladatot elvégezni, ezért általában valamilyen sorrendet állítunk fel közöttük, s ennek alapján tevékenykedünk. Felidézi például Charles Michael Schwab történetét, aki a világ első milliárddolláros vállalatkomplexumának vezetője volt a XX. század első évtizedeiben. Schwab rendkívül egyszerű módszerrel számottevő mértékben fokozta a különböző munkahelyek termelékenységét: arra kérte a munkavállalókat, hogy állítsák fontossági sorrendbe másnapi teendőiket, s ennek megfelelően dolgozzanak. Az elvégzett feladatokat húzzák át, folytassák a következővel, s amire nem maradt idő, azt vigyék át másnapra. Ma már ez az egyszerű megoldás a legtöbb időkezeléssel foglalkozó kézikönyv alapja. Ezt a gyakorlatot alkalmazta ráadásul a könyvben többször hivatkozott, híres XIX. századi francia matematikus és fizikus, Siméon Denis Poisson is: kis jegyzetfüzetébe beírta új ötleteit, s csak akkor fogott újabb feladathoz, ha a korábbi már megoldotta. Az új ötletek megvalósításának sorrendjét pedig a

11 Paretónak ezt a gondolatát Barabási a *Behálózva* c. munkájában (71. old.) az ún. „80/20-as szabályként írta le. Pareto ugyanis lelkes kertészként, borsó-betakarítás közben figyelte meg, hogy a borsószemek 80%-a a borsóhüvelyek 20%-ában terem. Később ehhez hasonló arányokat figyelt meg gazdasági jelenségek kapcsán is: például az olasz termőföldek 80%-át a lakosság 20%-a birtokolta. Ennek a ma már Pareto-törvényként ismert szabálynak az érvényesülését azóta több területen kimutatták. Például a vállalati profit 80%-át az alkalmazottak 20%-a termeli, a szervezeti döntések 80%-a a megbeszélések 20%-a alatt születik. Barabási hasonló arányokat tapasztalt a világhálón a linkek egymáshoz kapcsolódásának, a tudományos hivatkozásoknak, sőt a hollywoodi színészek ismeretségi kapcsolathálójának vizsgálata során is.

problémák prioritása adta meg számára. Barabási mindezek fényében aprólékosan elemezte a fontossági sorrendek felállításának hatását az emberi viselkedésre, és arra a következtetésre jutott, hogy a fontossági sorrendbe állított feladatok várakozási idejének megoszlása a jól ismert hatványeloszlást követi.

8. Barabási arra is kíváncsi volt, vajon a villanások pusztán az elektronikus kor termékei, vagy esetleg korábbi időszakokban is kimutathatók. A választ Albert Einstein, valamint Charles Darwin levelezésének tanulmányozása során találta meg. A *Nature*-ben 2005-ben publikált *Darwin and Einstein correspondence patterns* című, társszerzős tanulmányában kimutatta, hogy a két szellemóriás levelezési szokásai kísértetiesen hasonló mintázatot mutatnak, mint amelyet az e-mailezés.¹² Ennek alapján pedig nyilvánvalónak tűnik, hogy az emberi viselkedésben tapasztalható hatványeloszlás és villanások jóval megelőzik a modern infokommunikációs technológiák általánossá válását. Vagy talán az emberi tevékenységek egyetemes törvényszerűségeit tükrözik? Sőt lehet, hogy még ennél is többről van szó?

9. Időközben a biológusok igazolták, hogy az állatok mozgása, főleg táplálékszerzés során, hasonló mintázatot mutat. Például a Föld legnagyobb madaraként ismert albatroszokra szerelt detektorokkal sikerült részletesen elemezni repülési szokásaikat – és kiderült, hogy halászási szokásaik a jól ismert mintázatot követik. A pókmajmaktól a rénszarvasokon, a dongókon és gyümölcslegyeken át a szürke fókákig ugyanazokat az univerzális mozgási sémákat találták. Barabási e kutatások ismertetése során kezdi el használni a Lévy- repülésnek a hatványeloszlás koncepciójához szorosan kapcsolódó fogalmát.¹³ A fizikában a véletlen bolyongásnak több válfaja ismert:

a) szabályos random bolyongás esetén a véletlenszerűen mozgó tárgy minden ugrásnál azonos távolságot tesz meg, ekkor az ugrások hossza Gauss-eloszlást követ (pl. az Einstein által tanulmányozott atomi pályák esetén, amelyekről már volt szó);

b) Lévy-repülés esetén viszont szeszélyes mozgást tapasztalunk, az ugrások hossza hatványeloszlásszerű, azaz sok apró lépés és időnkénti nagy ugrások véletlenszerű kombinációjaként írható le.

10. A Lévy-repülés gondolata újabb tudományos lavinát indított el, s az elmélet ma már messze túlmutat az állatok viselkedésének kutatásán. A sejtbiológiában például a legújabb elemzések szerint a génjeink aktivitását irányító fehérje is ilyen módon kapcsolódik a DNS-szálhoz. Az emberi memóriában tárolt információkat szintén hasonló módon hívjuk elő. Sőt a szemünk is Lévy-repülést végez, amikor új látvánnyal szembesül: az egyszerre nem befogadható, nagyméretű képeket úgy „tapogatjuk le”, hogy egy-egy részletet apró szemmozgásokkal körbejárunk, majd nagyot ugorva a kép egy másik, távolabbi pontjára, újra apró szemmozgást végzünk. Barabási mindezek alapján úgy fogalmaz, hogy vélhetően „a természet takarékos módon a legkülönbözőbb összefüggésekben ugyanazokat a megoldásokat alkalmazza” (179. old.). Mindazonáltal ha az emberi viselkedés valóban Lévy-repüléshez hasonló mintázatot mutatna, akkor az emberek sohasem, vagy csak véletlenül jutnának haza. Ez a paradoxon további vizsgálatokat ösztönzött.

11. A *Behálózva* élénk érdeklődést váltott ki a mobilszolgáltatókból is. Az egyik cég meg is bízta Barabásit, hogy kutatócsoportjával térképezze fel a mobilhívási kapcsolathálókat, és rájuk bízta sok százmillió telefonhívás anonim adatait. Eredményeik szerint szoros összefüggés van a mobilhasználók viselkedési szokásai és társas kapcsolathálói között. Az adatbázis azonban arra is lehetőséget kínált, hogy nyomon kövessék a telefonálók tartózkodási helyét, hiszen tartalmazta azt az információt is, hogy melyik adótorony körzetéből történtek a hívások, azaz hol tartózkodik a hívó fél. Barabási és kollégái az adatok egy részének elemzésével ismét alátámasztották, hogy az emberi mobilitás sajátos mintázatot mutat: a legtöbb telefonáló csak

12 Pusztán a hatványkitevő nagyságában mutattak ki eltérést Barabásiék, ami a különböző korok kommunikációs technológiáinak eltéréseit tükrözi.

13 Az elnevezés Paul Lévy, XX. századi francia matematikus nevére utal.

néhány kilométert tett meg két hívás között, de voltak néhányan, akik több százat. A távolságok hatványeloszlást követtek. Miközben azonban egyre több adatot sikerült feldolgozni, újabb kételyek merültek fel a Lévy-paradigma emberi viselkedésre vonatkozó érvényességét illetően.

12. A kételyeket erősítette az a felfedezés 2007-ben, hogy az albatroszok vándorlásában kimutatott Lévy-pálya csak egy sajnálatos mérési hiba következménye volt, habár az 1996-os beszámoló, a mérési hiba ellenére, igen termékenynek bizonyult, több száz tudományos publikáció megjelenését inspirálta. Ezekben az állati táplálékgyűjtő magatartás Lévy-jellegét újabb fajoknál (cápák, csontos halak, tengeri teknősök, pingvinek stb.) sikerült kimutatni.

13. A fenti kételyeket a dollárbankjegyek mozgásának újraértelmezése során sikerült némileg eloszlatni. A bankjegyek mozgása ugyanis nem egyes személyek mobilitását tükrözi. Így abból a tényből, hogy a bankjegyek Lévy-repülési pályát követnek, nem következik, hogy maguk a személyek is ilyen módon mozognának. A mobilhívási adatok további elemzése pedig arra az eredményre vezetett, hogy a legtöbb ember mozgása néhány jól behatárolható helyre korlátozódik. Barabási és kollégái azt is megmérték, milyen sugarú körökben mozognak a mobilfelhasználók. Itt is hatványeloszlást tapasztaltak. Megerősítést nyert az a tétel is, hogy törvényszerűen várható a kivételek, esetünkben a hatalmas sugarú körökben mozgó néhány személy előfordulása. A dollárjegyek pedig éppen azért követik a Lévy-pályát, mert van néhány kivételes mobilitású egyén, akik időnként messzire viszik a bankjegyeket. Mi magunk viszont nem a Lévy-repülés pályáját követjük, tehát jó eséllyel hazatalálunk.

14. Az elmúlt években az Egyesült Államokban több kutatás is vizsgálta az egyetemi hallgatók mozgását testen viselhető számítógépek és okostelefonok segítségével. 2004-ben például egy éven keresztül gyűjtöttek ilyen jellegű adatokat az MIT száz önként jelentkező diákjának mobilitásáról. 450 000 órányi információ feldolgozásának eredménye hajmeresztő: a múltbeli adatok birtokában a diákok napi mozgása 90-96%-os valószínűséggel volt megjósolható. Barabási maga is alávetette magát hasonló kísérletnek: hónapokig GPS-t viselt, és társai pontosan követték és rögzítették tényleges mozgását. Hallgatói egy idő után 80%-os valószínűséggel jelezték előre aktuális tartózkodási helyét. Ezeknek az eredményeknek az értelmezéséhez a fizikus az entrópia (rendezetlenség) és a redundancia (felesleges többlet) fogalmára támaszkodik. A fizika (vagy információelmélet) nyelvén a nullafokú entrópia a tökéletes kiszámíthatóságot és előrejelezhetőséget jelenti: ha például valakinek a mozgását mindig teljesen pontosan meg tudnánk jósolni, akkor az ő entrópiája nulla lenne. A másik végletet azok képviselik, akiknek a mobilitása maximális fokú entrópiájuknak köszönhetően teljesen kiszámíthatatlan. A mozgásunkat jellemző villanások, amelyeket a korábban vázolt kutatások több területen is kimutattak, úgy tűnik, alaposan megnehezítik viselkedésünk pontos prognosztizálását. Másképpen fogalmazva: entrópiánk ugyan nem nulla, de ha pontosan meg tudnánk határozni rendezetlenségünk fokát, akkor tisztában lennénk kiszámíthatóságunk mértékével is. Barabási egyik posztdoktori tanítványa, Chaoming Song – a mobiltelefonos adatbázis elemzésével – a redundancia fogalmára támaszkodva dolgozta ki azt az eljárást, amellyel pontosan meg lehet becsülni az egyes személyek tényleges entrópiáját.

15. Mivel az emberek többségének az entrópiája nem nulla, több-kevesebb kiszámíthatatlanság jellemzi mozgásunkat. Mivel már elég sok bizonyíték áll rendelkezésünkre arról, hogy különböző típusú aktivitásaink hatványeloszlást követnek, Barabásiék azt várták, hogy a cselekedetek előreláthatóságában is lényeges eltérések lesznek. A mobiltelefonos adatbázis újabb elemzése azonban ismét meglepetéssel szolgált: az összes felhasználóra vonatkozóan ugyanis a kiszámíthatóság átlagosan 93%-os volt. Találtak igen alacsony entrópiájú felhasználókat, akiknek a kiszámíthatósága közel 100%-os volt. Ugyanakkor – eléggé meglepő módon – a vizsgált embertömeg egyetlen tagjának sem volt 80%-nál alacsonyabb a kiszámíthatósága. Ennek a felfedezésnek a jelentőségét Barabási így foglalja össze:

„alapvető különbség áll fenn aközött, hogy *mit* teszünk, és mennyire vagyunk *kiszámíthatók*. Ami a cselekvéseinket illeti - hogy mekkora távolságokat utazunk, hány e-mailt küldünk, milyen sokszor telefonálunk –, ott hatványeloszlással találkozunk, ami azt jelenti, hogy egyesek lényegesen aktívabbak, mint mások. [...] Ez azt is jelenti, hogy mindig vannak kivételes esetek [...] Cselekedeteink előrejelezhetőségében azonban nagy meglepetésünkre, a hatványeloszlás helyett Gauss- eloszlással találkozunk. Ez azt jelenti, hogy akár egy három kilométeres körzetre korlátozzuk életünket, akár naponta több tucat kilométert vezetünk, gyorsvonattal vagy éppen repülőgéppel járunk munkába, ugyanúgy előre kiszámíthatóak vagyunk, mint bárki más. És amikor egy problémában a Gauss-eloszlás dominál, a kivételes esetek ki vannak zárva, ahogy Poisson kockadobásos univerzumában sem találkozunk villanásokkal. [...] Minden különbözőségünk ellenére tartózkodási helyünket illetően mindannyian ugyanolyan kiszámíthatóak vagyunk, és a statisztika rendíthetetlen törvényei kizárják az olyan egyének létezését, akik szembemennének ezzel a trenddel.” (218-219. old.)

16. A jövő kiszámíthatóságát a múlt ismerete alapozza meg. Ezt a közhelyszerű megállapítást Barabásiék vizsgálati eredményei mindenestre jól alátámasztják. Ha eléggé pontosan és részletesen ismerem korábbi tartózkodási helyeidet, továbbá az entrópiád fokát, akkor adott megbízhatósági szint mellett meg tudom jósolni, hol leszel a jövőben. Így tehát a viselkedések előrejelzéséhez a múlt alapos feltárása visz közelebb. Minél több és megbízhatóbb adatunk van a múltbéli cselekedetéről, annál inkább számíthatunk előrejelző képességünk javulására. A múlt feltárása és a korábbi viselkedésekre vonatkozó adatbázisok előállítása azonban igen nehéz feladat. A múltbéli viselkedéseinkre vonatkozó részletes adatbázisok csak korlátozottan állnak rendelkezésre, még ha az elmúlt időszakban számuk jelentősen emelkedni kezdett is. Ezek a korlátok azonban nem az emberi jövő kiszámíthatóságának és megjósolhatóságának elvi akadályaira, hanem gyakorlati nehézségeire hívják fel a figyelmünket. Barabási szavaival:

„Ha nem ismerjük a múltat, nagyon nehéz előre látni a jövőt. És mi a helyzet, ha a múlt egyszer csak átláthatóvá válik? Jövönk – egyéni és társadalmi értelemben – sem lesz annyira titokzatos. Ezért, ha a jövőt akarjuk ismerni, előbb vissza kell mennünk a múltba.” (225. old.)

17. A különböző típusú betegségek orvosi tanulmányozása egy sor érdekes és az eddigi fejtegetésekhez jól illeszkedő felfedezést szült az elmúlt években. Kezdve attól, hogy az idős házastársak közül sokan gyorsan elhaláloznak párjuk elvesztése után („özvegyjelenség”), egészen odáig, hogy az elhízás kockázatát jelentősen befolyásolják társadalmi kapcsolathálóink. Az adatelemzés megdöbbentő eredményei szerint, ha valamelyik barátunk meghízik, ez közel 60%-kal növeli annak kockázatát, hogy 2-4 éven belül magunk is hasonló sorsra jutunk. Legjobb barátunk túlsúlya pedig több mint 170%-kal növeli jelentős súlygyarapodásunk kockázatát. Egy másik vizsgálat betegségeink időzítését vette górcső alá. Kétfélmillió, 65 évesnél idősebb beteg tízéves időszakot átfogó orvoslátogatási adatait vizsgálva Barabási csoportja kimutatta, hogy a vizsgált személyek betegségtörténete egyáltalán nem véletlenszerű. A villanások itt is jelentkeznek: a betegségek előfordulása, pontosabban az orvoshoz fordulás időzítése ugyanolyan mintázatot mutat, mint mondjuk webböngészési vagy e-mailezési szokásaink. Vajon mi lehet ennek az oka? A prioritásaink – ahogy a korábbi jelenségek esetében? Könnyű lenne rávágni, hogy semmiképpen. Az adatok mindenestre azt mutatják, hogy az orvoshoz fordulásban is szerepet játszik a fontossági sorrend felállítása: a legtöbb ember ugyanis enyhe tünetek esetén nem fordul rögtön orvoshoz, prioritási listáján a rendelő felkeresése lejjebb csúszik. Ha viszont erősödnek a tünetek, jelentősen megnő az esélye, hogy hamarabb felkeresi az orvost. Ez pedig – mint korábban bemutattuk – maga után vonja a villanászerű mintázat megjelenését.

18. Az emberi mozdulatokat tanulmányozó japán kutatók testre erősített gyorsulásmérők adatai alapján kimutatták, hogy az emberi mozgásban, beleértve a legfinomabb csuklómozdulatokat is, szintén vannak villanások, és a mozdulatlan nyugalmi időszakok hossza

mindenkinél hatványeloszlást követ. A kísérleti alanyok egy része súlyos depresszióban szenvedett, s az ő nyugalmi periódusuk átlagos hossza az egészséges társaiknál mérténél több mint kétszer hosszabb volt. Ezzel a módszerrel ma már viszonylag egyszerűen lehet diagnosztizálni a depressziót. Hasonló következtetésekre jutottak a sejtek működését vizsgáló biológusok: a gének, fehérjék, metabolitok és RNS- molekulák aktivitása nem véletlenszerű, időről időre bekövetkező villanások jellemzik őket. Barabási végül az evolúcióról és a tudás fejlődéséről is kijelenti, hogy „villanások révén halad előre..” (263. old.). Végül levonja összegző következtetését:

„Azok a jelenségek, amelyekkel a korábbi fejezetekben találkoztunk, az e-mailezéstől az utazási szokásokig, arra utalnak, hogy a villanások mélyen összefüggenek az emberi akarattal és intelligenciával. A prioritások felállítása csak erősíti ezt a benyomást, mert a fontossági sorrend határozza meg, hogy melyik cselekvést hajtjuk végre azonnal, és melyiket halasztjuk el beláthatatlan ideig. Ez mintha arra utalna, hogy a villanásokhoz szükséges a prioritások felállításának képessége. Ebből a szempontból a fent említett eredmények meglehetősen szerénységre intenek. Arra utalnak, hogy a villanásokat nem mi, emberek találtuk ki, hanem jóval azelőtt megjelentek, hogy a tudatos élet kialakult volna a földön. Az élet megnyilvánulási formáiban semmi nem sima vagy véletlenszerű, sejteinkben milliszekundumoktól órákig, cselekvéseinkben óráktól hetekig, betegségeinkben hetektől évekig, az evolúciós folyamatokban évezredektől évmillióig terjedően mindenféle időskálán a villanások dominálnak. A villanások az élet csodájának elválaszthatatlan részét képezik, jellegzetes jegyei az alkalmazkodásért és fennmaradásért folytatott küzdelemnek.” (263. old.)

Barabási Albert-László új könyvében tehát feladja a leckét – leginkább a társadalomkutatóknak, akik többnyire nem ismerték az itt bemutatott, elsősorban természettudományos kutatási eredményeket. Nem beszélve arról, hogy ilyen hatalmas méretű adatbázisok kvantitatív elemzésével az empirikus társadalomtudományok művelői még nem próbálkoztak. Barabási részletesen és lebilincselően számol be ezekről a szerteágazó, interdiszciplináris kutatásokról, ráadásul épp akkor, amikor a társadalomtudósok többsége számára evidens, hogy az emberi viselkedésnek nincsenek univerzális törvényszerűségei, amelyek magyarázattal szolgálnának a társadalmi, gazdasági vagy politikai rendszerek működésére. Az előrejelzések lehetőségéről pedig nem, vagy csak igen korlátozott értelemben értekeznek. Ha egyáltalán a magyarázatot tekintik a társadalomtudományi kutatás feladatának, a társadalmi mechanizmusok szerepét hangsúlyozzák, amelyekkel legföljebb jól azonosítható viselkedési minták gyakori együttjárását lehet kimutatni.¹⁴ Ezzel szemben Barabási Auguste Comte vagy Karl Marx álmának valóra váltásával kecsegtet: ha kellő mennyiségű és minőségű adattal rendelkezünk a múlttól, olyan univerzális törvényeket fedezhetünk fel, amelyek alapján akár az emberi viselkedések területén is kiszámíthatjuk a jövőt.¹⁵ Igaz, hogy egyelőre nem társadalmi, hanem „pusztán” humán dinamikáról beszél. No de ne feledjük el, hogy már Comte is úgy érvelt a XIX. század derekán, hogy „[a] társadalmi fejlődés egyetlen törvényét sem fogadhatjuk el anélkül, még ha a történeti módszer a lehető legnagyobb tekintéllyel rögzíti is létét, amíg nem vezettük vissza racionálisan [...] az emberi természet pozitív elméletére.”¹⁶

Barabási következtetései derült égből villámcsapásként – vagy legyünk stílszerűek: villanásként – érik a társadalomkutatót, de legalábbis vitára ingerlik. Az ellenérveket azonban

¹⁴ Ennek az álláspontnak a részletes kifejtéséhez lásd többek közt: P. Hedström - R. Swedberg (eds.): *Social Mechanisms. An Analytical Approach to Social Theory*. Cambridge University Press, Cambridge, 1998. és P. Hedström - P. Bearman (eds.): *The Oxford Handbook of Analytical Sociology*. Oxford University Press, Oxford, 2009.

¹⁵ Comte *A pozitív szellem* c. könyvében, amely eredetileg 1844-ben jelent meg, például így fogalmaz: „a politikában - ugyanúgy, mint a csillagászatban, a fizikában, a kémiában és a fiziológiában - a múlt megfigyelése feltárhatja számunkra a jövőt.” (Magyar Helikon, Bp., 1979. 51. old.) Marx *A tőke* 1867-es előszavában pedig a „társadalom mozgását természeti törvényként aposztrofálja: „Álláspontom [...] a gazdasági társadalomalakulat fejlődését természettörténeti folyamatként fogja fel.” (MEM 23. Kossuth, Bp., 1967. 9. old.). Mindketten a XIX. századra jellemző tudományelméleti naturalizmus álláspontját képviselik, amely szerint - durván - a természettudományok és társadalomtudományok módszerei azonosak („módszertani monizmus”).

¹⁶ Az idézet Auguste Comte: *Cours de philosophie positive* c. művéből (1930-1942) származik, a szemelvény magyarul itt: Bertalan László (szerk.): *Szociológiatörténeti szöveggyűjtemény*. Kézirat, 1996. 16. old.

alaposan össze kell szedni és mélyen át kell gondolni, mert igen jelentősnek tetsző fordulat előtt állunk. Ezt a fejleményt maga a szerző így jellemzi: „a humán dinamika megértésének vágya nem pusztán szellemi torna. A tudomány végső tartóbástyája ez, és valamikor kiderülhet, hogy éppoly jelentős, mint a huszadik század fizikája, vagy a genetika napjainkban lezajló forradalma.” (282. old.)

Barabási könyvét mindenképpen érdemes alaposan megismerni, gondolatmenetére érdemes átgondoltan reflektálni. Mert lehet, hogy aki pusztán kézlegintéssel intézi el a *Villanásokat*, éppen a XXI. századi tudományfejlődés legfontosabb fejleményeinek nyomán követéséből marad ki.

AMI SÚLYOS TÉVEDÉS

Mielőtt a könyv számunkra legfontosabb gondolatainak kritikai értékelésébe kezdenénk, túl kell esnünk egy igen kellemetlen bírálaton. Barabási újra és újra visszatér ahhoz, hogyan értékeljük a Dózsa-felkelés egyik szereplőjének, Telegdi grófnak a jóslatát a keresztes hadjárat parasztfelkelésbe torkollásáról. Barabási erre az „előrejelzésre” hivatkozva feszegeti azt a kérdést, vajon előre láthatjuk-e a társadalmi jelenségek menetét. Szembeszáll Poppernek a társadalmi jelenségek előrejelezhetlenségéről szóló tézisével:

„Karl Popper tekintélye minden súlyával azt mennydörögte, hogy »szigorúan logikai okokból lehetetlen előre megmondanunk, hogyan alakul a jövő története«. A jövő előrelátása tehát nem egyszerűen nehéz vagy elmosódó, hanem kifejezetten lehetetlen. Nos, Sir Karl, akkor Telegdinek hogyan sikerülhetett?» (285. old.)

Hogy hogyan? Telegdi jóslata egyfajta naiv-laikus, hétköznapi ember- és társadalomismereten alapult. Láta a jövőt, ahogy - valamilyen mértékben mi valamennyien. „Kés, villa, olló, gyerek kezébe nem való!” Miért mondják ezt szerte a világon ezrek és milliók? Mert hétköznapi tapasztalataink alapján érvényes előrejelzéseket tudunk tenni a jövőre: ha a gyerek kezébe éles szerszámot adunk, előbb-utóbb megvágja vele magát. Sokszor tapasztaltuk ezt a múltban, ezért ezt a tudást kiterjeszthetjük a jövőre. Ennek a predikciónak azonban alapvetően más a minősége, mint a Barabási által bemutatott előrejelzéseknek. Teljesen megalapozatlan ilyen alapon összevetni Telegdi jóslatát Popper tézisével. Ettől persze még el lehet vetni Popper állítását, de nem azon az alapon, hogy, lám-lám, Telegdi előre látta az események alakulását, tehát Popper tévedett. A Telegdi példájára hivatkozás egy kicsit (bár nem teljesen) olyan, mint a lottónyertesé, aki miután megnyerte a lottóötöst, azzal henceg, ő tudta előre, hogy egyszer kihúzzák a számait. És mindegy is, mivel indokolja, mert nyilván csak a véletlennek köszönhette a szerencséjét. Telegdi kortársai között lehettek olyanok, akik hozzá hasonlóan gondolkoztak a „Dózsa-ügyben”, és voltak sokan, akik másként. Ez mindig így volt, mindig így is lesz. Voltak és lesznek, akik pontosabban látták, látják előre a jövőt másoknál. Politikusok, közgazdászok, társadalomtudósok, demográfusok tudtak és tudnak igaz „jóslatot”, előrejelzést mondani a „jövőre” vonatkozóan.

Érthetetlen, miért volt szüksége Barabásinak erre a Telegdi-szálra. Mondanivalóját nem támasztja alá, és önmagában véve a Telegdi-tézis – szerintünk - tarthatatlan.

A „Telegdi-ügy” ellenére azonban minden elismerésünk a szerzőé a gondolatmenetébe szőtt Dózsa-szál miatt. Méltányolható, hogy tudományos ismeretterjesztő művében nemcsak tudományos tételeket népszerűsít, hanem a magyar-székely történelem egyik fontos állomására is ráirányítja az érdeklődő tudományos közvélemény figyelmét. Országimázs-ápolás ez a javából. Barabási a saját hírneve által sok más magyar tudós ismertségét növelte az elmúlt években azzal, hogy magyar társszerzőkkel publikált. Igazán tiszteletre méltó dolog. A *Behálózva* című könyvét számos nyelvre lefordították, valóságos bestseller, vélhetőleg ez vár a *Villanásokra* is. Barabási könyvében fognak sokan először olvasni magyar történelemről, székelyekről, Dózsa Györgyről, Bakócz Tamásról. Köszönjük meg neki.

És akkor lássuk, mit mondhat két bélyeggyűjtő egy fizikusnak az emberjárás-előrejelzésekről.

ADATROBBANÁS ÉS ELŐREJELZÉS

A könyv alaptézisének középpontjában a számítógép, pontosabban az ember számítási-elemzési lehetőségeinek kiteljesedése áll. Két okból is. Egyrészt a számítógépek és egyéb digitális eszközök széles körű elterjedésével egyre több és egyre többféle adatot tudunk rögzíteni és összegyűjteni életünk legkülönfélébb jelenségeiről (például az emberek mozgásáról, cselekvéséről, de persze sok minden másról is). Másrészt a fejlett számítógépek a nagy tömegben keletkező adatok feldolgozásához szükséges, nagy számításigényű műveletek elvégzésére is képesek. Két fontos feltétel teljesül egyszerre: van mit és van mivel elemezni. Ám van egy harmadik előfeltétel is: az adatok feldolgozásához szükség van megfelelő – a vizsgált terület szabályszerűségeit releváns módon megragadó elméleti modellekre és elemzési technikákra.

Az adatrobbanásnak (vagy másik nézőpontból: szenzorforradalomnak) köszönhetően a nagy bonyolultságú rendszerek is elemezhetővé és ezáltal előre jelezhetővé váltak. Legjobb példa az időjárás-előrejelzés története. Az elméleti modell, a számítási technológia már régóta rendelkezésre állt, de megfelelő mennyiségű adat, illetve számítási kapacitás hiányában az előrejelzés hosszú ideig sikertelennek bizonyult. Amint lettek adatok, illetve elég erős számítógépek, az előrejelzések pontossága, megbízhatósága egyre jobb lett.

Ennek analógiájára kézenfekvőnek tűnik Barabási következtetése, hogy a napjainkban zajló adatrobbanás kiteljesedésével, amikor a szenzorok már az emberekről is képesek adatokat gyűjteni, esély nyílik arra, hogy előrejelzéseket tegyünk az emberi viselkedésre vonatkozóan is. Ezzel valóban új korszak küszöbén állunk. Hogy a *computational social science*, a számítógépes társadalomtudomány időszaka jön-e majd el, ahogy ez programadó cikkekben¹⁷ már meg-megjelenik, vagy humán dinamika lesz-e az új tudomány neve, hogy találunk-e majd valamilyen más címkét (esetleg meghagyjuk a régieket), az most nem annyira érdekes. Barabási tézise fontos és igaz, az általa megragadott, leírt változás jelentős. Nekünk, bélyeggyűjtőknek is rá kell lépünk arra az útra, amelyen a fizikusok elindultak. És át kell tudnunk adni azt az elméleti, modellezési tudást, amelyet eddig felhalmoztunk az emberi cselekvésekről, a társadalmi kapcsolathálókról, a társadalmi csoportokról és szervezetekről, az intézményekről, a társadalmi rendszerekről és alrendszerekről.

AKKOR MIT IS VIZSGÁLUNK?

Az első fontos feladat, hogy pontosan rögzítsük, miről akarunk adatokat gyűjteni, mit akarunk elemezni, és miről is akarunk majd előrejelzéseket tenni. Másképpen: miben, hogyan és miért keresünk szabályszerűségeket. Ebben a kérdésben Barabási igen pongyola. Van, hogy az emberi cselekvést vizsgálná:

„Minél alaposabban vesszük szemügyre az emberek cselekvéseit, annál nyilvánvalóbbá válik, hogy egyszerű, rekonstruálható mintázatokot követnek, amelyeket átfogó törvények urálnak.” (22. old.)

Máskor az emberi mozgás szabályairól beszél:

„Dirk munkássága viszont igazi reményt adott arra, hogy valamikor meghatározhatjuk az emberi mozgás törvényeit.” (46. old.)

Az is előfordul, hogy az emberi viselkedést akarja megérteni:

„engem az zavart, hogy [...] nem jól értjük az internetes látogatási folyamatok természetét. Mi több, kifejezetten rosszul. Ez pedig azt jelenti, hogy az emberi viselkedés megértésében is súlyos korlátaink vannak.” (62. old.)

Emberi mozgás, viselkedés, cselekvés, társadalmi cselekvés - váltakoznak a fogalmak, mintha felcserélhetők lennének. Szörszálhasogatásnak tűnhet, mégis azt állítjuk, a társadalmi

17 David Lazer, Alex (Sandy) Pentland, Lada Adamic, Sinan Aral, Albert Laszlo Barabasi, Devon Brewer, Nicholas Christakis, Noshir Contractor, James Fowler, Myron Gutmann, Tony Jebara, Gary King, Michael Macy, Deb Roy, Marshall Van Alstyne: Computational social science, *Science* 323 (5919. szám), 721-723. old. (6 February 2009).

cselekvések elemzésében igenis pontosan el kell különítenünk egymástól ezeket a fogalmakat. Az emberi viselkedés nem csak mozgásból áll, illetve vannak olyan emberi mozgások, amelyeket nem tekintünk viselkedésnek. Ha valaki egy balesetet látva csak áll, és nem csinál semmit, nem segít a rászorulónak, akkor mozdulatlanságát bizony cselekvésnek tartjuk (amiért az illető akár büntethető is). Olykor látjuk, ahogy egy ember kidagadó ereiben pulzál a vér, ahogy minden levegővétellel emelkedik és süllyed a mellkasa, az ilyen mozgásokat mégsem soroljuk az emberi viselkedés körébe. Nem kérdezzük meg tőle, „Miért mozgatod a vért az ereidben?” vagy „Miért veszel levegőt?”. Azt viszont adott esetben megkérdezzük tőle, hogy „Miért fogtad meg a vállamat?”. Ettől még igaz és fontos is, hogy bármelyik mozgásunkban felfedezhetünk szabályszerűségeket. Gondoljunk csak arra a felismerésre, amelyet Barabási is idéz, hogy a depressziót megelőzi a páciens lelassult testmozgása. Ez detektorokkal ma már megfigyelhető, így ezt a tudást hasznosítani lehet a megelőzésben. De vannak más példák is. Kamionsofőröknél alkalmazzák helyenként azt a megoldást, hogy a szemmozgásukat követő érzékelők az elalvás előtt jellemző mozgásmintázat felléptekor figyelmeztető jelzéseket adnak, amellyel ébren tartják a vezetőt, esetleg leállítják a motort, hogy ne vezethessen tovább. Japán kutatók pedig olyan technikát fejlesztettek ki a mobiltelefonok „titkosítására”, hogy a billentyűzárát ne egy betűkombináció beírásával lehessen kioldani, hanem legyen elég megrázni az eszközt. Kiderült ugyanis, hogy minden ember másként, teljesen egyedi módon (utánozhatatlanul) rázza a kezét. Ha ezt az egyedi mozdulatsort „megtanulja” a mobil eszköz, akkor csak a gazdája férhet hozzá a benne tárolt információkhoz: mielőtt használná, megrázza az eszközt. Nyilván lesz még több (és olykor még meglepőbb) felfedezés az emberi mozgás szabályszerűségeinek feltárásában. Bármennyire fontosak is a rájuk alapozott, új technológiákkal egyetemben, látnunk kell, hogy az emberi cselekvés nem szűkíthető le pusztán mozgásra. Ha a mozgás speciálisan emberi sajátosságát akarjuk megérteni, akkor a viselkedésünk *intencionalitását, szándékolt értelmét* is meg kell ragadnunk, hiszen csak ebben az esetben beszélhetünk emberi *cselekvésről*. A cselekvés olyan viselkedés, amelyhez szándékolt értelem kapcsolódik. Ezért nem cselekvés a légzés mint olyan általában, mert a hétköznapi esetekben mindenfajta értelemadás, szándékoltság nélkül lélegzik az ember. Előfordulhat persze olykor, hogy a légzésünk módjához valamilyen szándékot kapcsolunk, gondoljunk csak a sportoló vagy az énekes tudatosan szabályozott lélegzetvételére vagy a színész kommunikatív sóhajára, de a légzésre mint viselkedésre tipikus módon a szándék hiánya jellemző. Ettől persze még nyugodtan vizsgálhatjuk a légzés szabályszerűségeit az emberi viselkedés egyik altípusaként, csak nem keressük a hozzá kapcsolt értelmet. Még tovább mehetünk a fogalmi pontosításban, ha a cselekvésen belül elkülönítjük a társadalmi cselekvés, azon belül pedig a társadalmi kapcsolat kategóriáját. A *társadalmi cselekvés* szándékolt értelme egy másik ember viselkedésére (vigyázat: nem cselekvésére) irányul. Amikor az orvos gyógyszert ad be a betegnek, hogy a légzését rendbe tegye, akkor cselekvésének szubjektív értelme a gyógyítás szándéka, és mivel meg akarja gyógyítani páciensét, társadalmi cselekvésről beszélünk. A társadalmiság magasabb fokát állapíthatjuk meg abban az esetben, amikor legalább két társadalmi cselekvő kölcsönösen egymáshoz igazítja cselekvését. Ekkor társadalmi kapcsolatról beszélhetünk. Mindezek alapján már felvázolhatunk egy kissé elnagyolt, de hasznosnak tűnő tipológiát, amely elkülöníti egymástól az alábbi fogalmakat, szinteket: a) emberi mozgás, emberi viselkedés; b) emberi cselekvés; c) társadalmi cselekvés; d) társadalmi kapcsolat. Ezeknek a Max Weber-től eredő fontos és termékeny megkülönböztetéseknek az elmélyítéséhez fontos eredményekkel járult hozzá a XX. század analitikus cselekvésemélete, beleértve a racionális döntések és játékok elméletét is.¹⁸

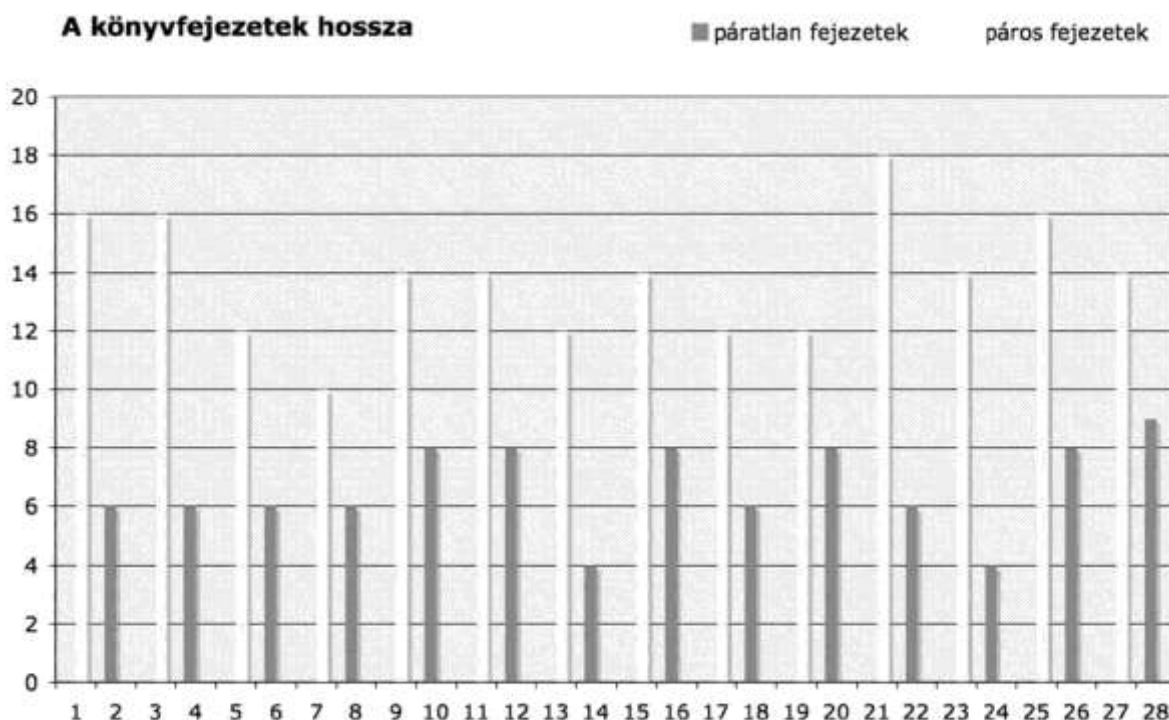
A szóban forgó distinkció értelme és szempontja az intencionalitás megragadása. A jelenségek tudományos vizsgálata a leírástól továbblép a magyarázat/megértés (majd később az

18 A cselekvéseméletről rövid áttekintése: Syi: *Cselekvésemélet dióhéjban*. Typotex, Bp., 2008.

előrejelzés) felé. A cselekvéseknél fontos figyelembe vennünk azt a kettősséget, amely a „szándékolt értelem megértésének” weberi fogalmában rejlik. Weber kétféle megértésről beszél, melyek egyaránt fontosak a cselekvések vizsgálatában. *Közvetlen megértésnek* nevezi azt az esetet, amikor a jelenségeket „önmagukban”, a maguk egymásra hatásában, egymásra következésében tudjuk leírni. Valaki fut egy másik ember után – ezt látjuk, és le tudjuk írni, miként megy végbe. A dolgok „puszta” leírása ilyen minden tudományterületen. Ilyen esetekben akár találhatunk ismétlődő, tipikus mintázatokat (például hatványeloszlásokat) is a vizsgált jelenségekben, ahogy ez a *Villanások*ban számtalanszor előfordul. A cselekvés megértésének másik szintje a *motiváció szerinti megértés*, amelyen a cselekvés oksági (vagy intencionális) magyarázata alapul. Az ember fut a másik után, mert versenyeznek, vagy mert az egyik kergeti a másikat. Amikor a cselekvéseket, de különösen a társadalmi cselekvéseket elemezzük, a szándékolt értelem feltérképezése, interpretálása miatt szükség van a motivációszerű megértésre.

A *Villanások* nem „törődik” a fenti megkülönböztetésekkel. Egyelőre talán még nincs is szükség rá. Amíg egy új tudományterületen a tudásfelhalmozás a fontos, addig a magyarázatokkal lehet még várni. Van így is elég meglepődnie az, hogy a mintázatok feltárásában oly gyakran előkerülnek a villanások (hatványeloszlások). A gépi mintázatfelismerésben hatalmas potenciál rejlik, de tudnunk kell, hogy interpretáció, értelmezés, magyarázat – egyelőre nem származhat géptől, csak embertől.

És a mintázat felismerése önmagában keveset ér, ha nincs valamilyen magyarázat hozzá. Egy kreált példán szeretnénk ezt érzékeltetni. Az egyikünk felfedezte, hogy a *Villanások* páros, illetve páratlan fejezetei szorosabban kapcsolódnak egymáshoz, míg a másikkal megszámlálta, hány oldalból állnak a könyv páros és páratlan részei. Kiderült, hogy szignifikáns eltérés mutatkozik a könyv oldalszám-eloszlásában.



A páros fejezetek (amelyekben a Dózsa-felkelés történetéről van szó) átlagos terjedelme 7 oldal, a páratlanoké 14. Mintázatnak mintázat, talán még meglepőnek is mondható, de lássuk be, a felismert mintázat vajmi kevésbé használható vagy érdekes. Hiába tehát a felismert

mintázat, amíg nem tudunk meg többet a szerző motivációjáról, a felismert szabályossággal nem tudunk semmit kezdeni.¹⁹

Nem véletlen, hogy amikor Barabási a keresztes háború valódi indokairól értekezik, akkor a pápa és Bakócz bíboros hatalmi harcát állítja a középpontba. Mintázat ide vagy oda, a társadalmi cselekvéseket a motivációszerű megértésen keresztül tudjuk érvényes módon leírni, megmagyarázni. A jelzett példában Barabási is ezt teszi - ösztönösen. A továbbiakban pontosan erre kell törekednünk, tudatosan, reflektált módon.

A társadalmi cselekvések világában is szabályszerűségeket különíthetünk el, ha figyelembe vesszük az intencionalitást. Vagy azért alakulnak ki szabályszerűségek az életünkben, mert a) megszokunk bizonyos cselekvésformákat (rutin, bevésődés vagy érdekkövetés miatt), vagy azért, mert b) társadalmi normákat írunk elő magunk és mások számára, és ezekhez igazodó cselekvéseket hajtunk végre. Ha cselekvéseink mintázatait feltártuk, s kíváncsiak vagyunk a lehetséges magyarázatokra is, akkor a mintázatok mögött például szokásokat, érdekeket, normákat kell keresnünk. Ha észrevesszük, hogy a nyugdíjas odahaza, a rab a börtönben, a katona a kaszárnyában vagy az östermelő a tanyáján mindennap 5 órakor kel fel, a közös mintázat mögött nagyon eltérő értelmeket, cselekvéseket találhatunk. A nyugdíjas megszokásból, a rab kényszerből, a baka kötelességtudatból, az östermelő érdekből teszi ugyanazt. Ugyanaz és mégis más.

Azokban az emberrel kapcsolatos jelenségekben és mintázatokban, amelyeket a *Villanások* bemutatott, a motívumok ma még nehezen ismerhetők fel, sőt bizonyos esetekben hiányoznak. De azt is meg kell jegyeznünk, hogy Barabási példái többnyire az ember mozgásával vagy viselkedésével, nem pedig cselekvésével kapcsolatosak. Éppen ezért mi is kihasználjuk Barabási időjárás-jelentés analógiáját: miért ne nevezhetnénk az emberi mobilitás előrejelzését „emberjárás-jelentésnek”?

A VIZSGÁLÓDÁS SZINTJEI

Korábban idéztük már Barabási azon érvét, hogy a fizikus nem tudja ugyan megjósolni az egyes gázmolekulák pályáját, de a molekulákból álló gáz nyomását, hőmérsékletét már képes előre jelezni. Amikor ezt analógiaként alkalmazza az emberi cselekvésre, azt sugallja, hogy az emberi viselkedésben is csak a társadalom szintjén található szabályszerűségeket. Bár ennek némileg ellentmondani látszik, hogy az egyes ember viselkedésében (pl. Darwin levelezésében) éppúgy hatványeloszlást fedez fel, mint mondjuk több millió ember e-mailezési szokásaiban.

„Ugyanez a helyzet a humán dinamikával kapcsolatban. A mi mélyen gyökerező kiszámíthatatlanságunk a társadalom szintjén nem adódik össze. Ha a véletlenszerű és előrejelezhető eseményeket gondosan elválasztjuk egymástól, a társadalom szövetének sok lényeges fodoródását előre láthatjuk.” (281. old.)

Nem lévén társadalomtudós, Barabási nem reflektál a társadalomelemzés vizsgálati szintjeinek különbségeire, ezért példáiban keverednek a társadalomtudósok szerint egymástól elválasztandó dolgok. A társadalmi jelenségek vizsgálatában meg szoktuk különböztetni a módszertani individualizmus és a módszertani kollektívizmus szemléletét. Ennek klasszikus példaként hivatkozhatunk a mikro- és a hagyományos makroökonómia egymást feltételező, de egymástól élesen elváló szakterületére. Az individualista szemlélet a makroszintű gazdasági vagy társadalmi jelenségek magyarázatában a cselekvő egyénekre hivatkozik, a kollektívista a „szupraindividuális” jelenségek közti oksági kapcsolatokat keresi. Mindkettő lehet új tudás forrása, arra azonban ügyelni kell, hogy az elemzési szintek ne keveredjenek. A makroszintű gazdasági és társadalmi jelenségek magyarázatában nem kerülhető meg a mikro- és makroszint közötti kapcsolatot megteremtő hatásmechanizmusok feltárása. Ez a reflexió a *Villanásokban* nem jelenik meg, pedig szükség lenne rá -

¹⁹ Ettől még kereshetnénk olyan oksági magyarázatot, amelyben nem jutna szerep a szándékoltságnak, de ezzel a lehetőséggel most nem foglalkozunk.

kiváltképp ha az egymástól olyannyira különböző jelenségekben megfigyelt mintázat, a hatványeloszlás lehetséges magyarázatát keressük. Nem igazán róható fel a *Villanások*knak ez a hiány, ez a reflektálatlanság. A könyv igazi erénye az azonos mintázatok felismerése a különböző jelenségekben, a magyarázatok majd ezután következnek. Amikor háborúról, gazdasági válságról, járványról van szó, akár állhatunk a módszertani kollektivismus talaján, amikor levelezésről, e-mailezésről, utazási szokásokról van szó, a választott szempontunk inkább individualisztikus, amikor pedig a látás (szemletapogatás) vagy a kézmozgás mintázatairól beszélünk, nem is igazán társadalmi jelenségeket vizsgálunk. Ettől még mindegyik esetben előfordulhatnak a hatványeloszlás mintázatai, de a magyarázatokat vélhetőleg más és más módon lehet majd megtalálni.

MÁS ELŐREJELZÉSEK

Anélkül, hogy a *Villanások* érdemeit csökkenteni akarnánk, meg kell jegyeznünk, hogy némiképp igazságtalan és félrevezető azt sugallni, miszerint most érkeztünk el ahhoz a történelmi pillanathoz, amikor esélyünk nyílik a társadalmi jelenségek általános szabályszerűségeinek feltárására. Régóta léteznek ugyanis olyan megalapozottnak tekinthető előre jelző rendszerek, amelyek az emberi, társadalmi viselkedés szabályait írják le és jelzik - sokszor nagyon pontosan – előre.

A demográfia már régóta nagy megbízhatósággal képes előre jelezni a népességmozgalmi adatok várható alakulását, még ha olykor tévednek is a demográfusok. A közvélemény-kutatások reprezentatív mintákból származó adatai alapján már évtizedek óta képesek vagyunk előre jelezni a teljes népességre vonatkozó véleménymegoszlásokat. A mintázatfelismerés régóta ismert és alkalmazott eszköze a szomszédsági viszonyok kifejezésére alkalmas térinformatikai elemzés. A térinformatika, a földrajzi térben topológiailag egyenlőtlenül eloszló erőforrások, adatok elemzése képes a térben szegmentált gazdasági, politikai, kulturális, fogyasztási mintázatok előrejelzésére. Az evolúciós játékelmélet pedig olyan elemzési apparátusokat alkalmaz társadalmi viszonyok változásainak szimulálására, amelyek előre jelezhetik cselekvési és értékelési stratégiák – tanuláson, társas követésen keresztül megvalósuló - kiválasztódást és elterjedését.

A digitális univerzumon belül is találhatunk olyan elemzéseket, amelyek jóval a humán dinamikai kutatások előtt jelentek meg. Az adatbányászat a nagyméretű adatbázisok „rejtett” mintázatait fedi fel, és már sok éve sikeresen alkalmazott technika a banki, telekommunikációs, pénzügyi adatbázisok elemzésében. A rejtett összefüggések keresésének mások a módszerei (például klaszterezés), és persze nemcsak hatványeloszlásokat fedez fel, de az adatbányászat „logikája” és termékenysége a *Villanások*ban bemutatott módszerekéhez hasonlatos.

A web elterjedésének viszonylag korai szakaszában megjelentek az ún. ajánlórendszerek, közösségi (kollaboratív) szűrő rendszerek, amelyek a hálózaton keresztül végzett emberi tevékenységek (olvasás, megtekintés, vásárlás, szavazás) adataira támaszkodva az azonos értékvilágú emberek klasztereit, ízléscsoportokat, felhasználói profilokat képesek előállítani, és a csoport tagjainak sokszor nagyon megbízható előrejelzéseket tenni. Ezek az ajánlórendszerek az érintettek korábbi értékelkötelezettségeit kifejező események, cselekvések (kattintások, vásárlások, megtekintések, szavazások stb.) adatainak elemzése alapján képesek olyan ajánlatokat tenni a „jövőben”, amelyeket a látogatók, a címzettek nagy valószínűséggel elfogadnak. Az Amazon könyvárúháza, a LastFM online rádióadó így működik. Mi ez, ha nem jövőbe látás?

MIÉRT HATVÁNYELOSZLÁS?

A *Villanások*ban végig kiemelt szerepe van a hatványeloszlásnak.²⁰ Valóban lenyűgöző, milyen „sok helyen” található meg a hatványeloszlás mintázata, szabályszerűsége. A kráterek

20 Nemcsak a társadalomtudományok, a fizika világában is vannak lényegében ugyanarra a problémára vonatkozó, versengő fogalmak és elméletek. A könyv egyik központi fogalma a „hatványeloszlás, a villanások matematikai megfelelője” (140. old.), amely helyett Barabási - és mások, máshol és máskor – a skálafüggetlen

méretében, a települések nagyságában, a szavak gyakoriságában, a szemmozgásban, az állatok táplálékszerzésre irányuló mozgásában, a sejtek, molekulák világában, a kommunikációs cselekvéseinkben, utazási szokásainkban s még sokáig folytathatnánk a sort. A társadalomtudós számára azonban talán még ennél is izgalmasabb Barabásinak az a felvetése, miszerint a hatványeloszlások (vagy legalább egy részük) megjelenéséhez, kialakulásához szükséges valamilyen prioritás érvényesítése.

„Ez mintha arra utalna, hogy a villanásokhoz szükséges a prioritások felállításának képessége.” (263. old.)

A levelezések, e-mailezések, a megbetegedések eloszlásainak vizsgálatokor Barabási magyarázóerőt tulajdonít a prioritások kialakításának, de ezt a szálát nem viszi tovább, nem bontja ki teljesen. Pedig érdemes lenne, még akkor is, ha tisztában van vele, sőt hangoztatja is, hogy sok természeti, társadalmi jelenség – például a kráterek, települések mérete vagy a betűk gyakorisága – esetében nehéz lenne a jellemző hatványeloszlásban a prioritásoknak valós magyarázóerőt tulajdonítani.

Mégis, a *Villanások* elolvasása után a társadalomtudós számára az egyik leginspirálóbb kérdés az, hogy a társadalmi jelenségek villanásos mintázatainak elemzésekor mennyire fogadhatjuk el és hogyan interpretálhatjuk a prioritások (a mi nyelvünkön: a preferenciák) központi szerepét, magyarázó potenciálját. Izgalmas és ma még megválaszolatlan kérdés. Könyve egyik pontján Barabási – inkább megérezésből, mint tudatosan, de ez most mindegy – „elrejt” néhány olyan fogalmat, amelyek közel állnak a – nekünk oly kedves – weberi cselekvésemélet alapkategóriáihoz:

„Az ember nem is olyan nagyon különbözik a vízben lebegő virágporszemcsétől. Éppoly rejtélyes okokból, mint a pollenek, az idő nagy részében mi is mozogni akarunk. Bennünket nem apró, láthatatlan atomok taszigálnak, hanem idegsejtjeink észrevehetetlen, finom villódzásai, amelyek aztán feladatok, kötelességek, motívumok képében jelennek meg a számunkra.” (41. old.)

A cselekvés magyarázatakor a legalapvetőbb kategóriák a vágyak és lehetőségek, a szándékok, a vélekedések, a preferenciák, az akarat, a motívum, amelyekből olyan további fontos kategóriák vezethetők le, mint érték, hatalom, uralom, rend, norma, szervezet, intézmény és így tovább. Barabási jó helyen kapiskál. Akkor kezdjünk el ásni.

TÁRSADALMI TÉNYEZŐK

Ha azonban munkához látunk, mindent vegyünk figyelembe. Azt, amit talán a fizikus lát a legjobban: a tényeket. Ha már tonnaszámba gyűlnek az adatok, hát elemezzünk úgy, ahogy kell. De vegyük figyelembe, hogy társadalomról, emberekről van szó, tehát emeljük be az elemzésekbe a társadalmi tényezőket is.

„El kell tűnődnünk, hogy az emberek a maguk alkotta szabályokon kívül vajon milyen rejtett törvényszerűségeknek engedelmességeknek.” (18. old.)

Barabási ebben a könyvében azt mutatta meg, hogy vannak rejtett törvényszerűségek az emberi mozgásban, viselkedésben, amelyek feltárhatók, előre is jelezhetők. Nagy tanulság ez nekünk, bélyeggyűjtőknek. De mi, filatelisták tudjuk azt is, hogy Barabási mit nem kezel a súlyának megfelelően. Pedig tud róla, meg is nevezi: az ember életében ugyanolyan fontosak a maga alkotta szabályok. Biztosan lehet ezen a terepen is adatokat gyűjteni, számolni, mintázatokot keresni. De arra is szükség van és lesz, hogy megértsük és megmagyarázzuk, hogyan és miért engedelmességek az ember a maga alkotta szabályoknak. Barabási azt javasolja: „Gondoljunk magunkra úgy, mint automata vezérlésre kapcsolt, álmodó robotokra, és sokkal közelebb kerülünk az igazsághoz.” (22. old.) Ebben szerintünk nincs igaza. Emberként - leg-

megjelölést is használja, de ugyanerre máshol használatos még a Zipf-törvény, a Pareto-eloszlás, Pareto-elv, a Levy-repülés, a 80/20-as szabály, a hosszú farkok elnevezés is, sőt, ide sorolhatjuk a káoszelmélet fraktáljait is.

M. E. J. Newman: Power laws, Pareto distributions and Zipf's law. *Contemporary Physics* 46 (2005), 323-351. old.

alább részben a magunk alkotta szabályok miatt - reflexív módon vagyunk képesek cselekedni a világban. Kultúrát teremtünk magunk köré. Ez tesz emberré és ez tart meg akként minket.

Barabási Albert-László: BEHÁLÓZVA²¹

Füstöss László

2011. május

Helikon Kiadó, Budapest 2011, 320 oldal

Barabási Albert László könyve 2002-ben jelent meg először, magyarul 2003-ban. Azóta igen sok nyelven kiadták – különösen kifejező borítót terveztek hozzá Izraelben és Koreában. Nem csupán kiadták, de több országban felkerült a bestsellerlistára.

A széleskörű elismertség indokolt, mert Barabásinak sikerült egy nem habkönnyű tárgykört érdekesítővé tenni. A 15 fejezet mindegyike (ebben a mostani, harmadik kiadásban van egy 16., egy utolsó utáni fejezet is) 8-10 szakaszra bomlik, ami azt jelenti, hogy egy-egy gondolatkör kifejtése nagyjából 2 oldalon valósul meg. Ilyen mértékű koncentrációra pedig egy átlagosan fáradt olvasó is képes.

A szerkezet tehát teherbíró, a tartalmat a láncszemeknek mondott fejezetek hordozzák. A láncszemek kapcsolódása természetesen példás, hiszen erről, a kapcsolódásról szól a könyv. Ezután már csak a kétoldalas szakaszokat kell érdekes tartalommal megtölteni, és biztos a siker. Barabásinak ez is megy — még ha valójában nem így készült a könyv — az egyes szakaszok érdekesítőek, jól komponáltak.

Az elsőből megtudjuk, hogyan bénította meg egy 15 éves hacker a Yahoo-t az internetes hálózat felhasználásával. A következő azt a lehetőséget taglalja, hogy Pál az általa ismert kapcsolatrendszer segítségével elindított egy alig ismert szektát a világvallássá válás útján.

A második láncszem (fejezet) azzal a történettel kezdődik, hogy *Euler* a königsbergi hidak egyszeri bejárásának feladatához gráfokat rendelt. A következő szakaszokban *Erdős Pál* és *Rényi Alfréd* együttműködését követhetjük a gráfelmélet véletlen hálózatokra alkalmazása során.

És jön a *Hatlépésnyi távolság* című harmadik láncszem, amely 1929-ben kezdődik egy *Láncszemek* című írással, amely szerint a szerző legfeljebb öt más egyénen keresztül kapcsolatot tud létesíteni a Föld másfél milliárd lakójának bármelyikével. A szerző *Karinty Frigyes*, akinek jól megalapozott gondolkísérletét majd 40 évvel később igazolta vizsgálataival a kísérleti pszichológia neves professzora, akinek méréseiből 5,5 adódott két tetszőleges amerikai közötti „távolság”-ra.

A következő láncszemek különféle csoportképződési jellemzőkkel foglalkoznak. Ilyen jellemző az Erdős-szám, ami azt mutatja meg, mennyire közeli az illető publikációs tevékenysége Erdőshöz; például akinek olyan szerzővel van közös publikációja aki írt Erdőssel közös cikket, annak az Erdős száma 2. A matematikusok, sőt a sok matematikát alkalmazó egyéb területek kutatói között is tanulságos az Erdősszámok eloszlása.

A mindennapi gyakorlatban az Erdős-számnál ismertebb csoportjellemző a 80/20 szabály, amely szerint például a büntettek 80%-át a bűnözők 20%-a követi el; a szemek 80%-a borsóhüvelyek 20%-ban található. Tendenciát kijelölő szabályról van szó, így ide sorolható, hogy a tudományos közleményekre történő hivatkozások 80%-át a szerzők 38%-a kapja. Az empirikus szabályok és a kapcsolatok eloszlásának közvetlen elemzéséből derült ki, hogy a hálózatok többsége nem véletlen, hanem skálafüggetlen, azaz a kapcsolódási pontok száma a kapcsolatok számának függvényében nem haranggörbe, hanem hatványfüggvény lefutású.

A továbbiakban a hálózatok struktúrájának, növekedésének vizsgálatára a legkülönbözőbb területeken kerül sor. A részecskék megkülönböztethetlenségének figyelembe vétele

²¹ FIZIKAI SZEMLE 2011/5, 174–176

http://epa.oszk.hu/00300/00342/00250/pdf/FizSzem-201105_174-177.pdf

megváltoztatta a gázatomok vagy fotonok eloszlásáról kialakult képet és elvezetett a Bose—Einstein-kondenzátum lehetőségének kimondásához. A kísérleti ellenőrzésre ugyan még hetven évig várni kellett, de a szupravezetésben, a kozmológiában addig is fontos felismerésekre vezetett.

Barabási Albert-László fizikus diplomával rendelkezik, ezért megkülönböztetett gondossággal mutat rá a fizikai alkalmazásokra. Hamarosan eljut a fizikusok információs rendszereként indult, ám mindenki által használatba vett világhálóhoz. „A világháló egy skála-független hálózat, amelyet középpontok és sok kapcsolattal rendelkező csomópontok uralnak.” (181. oldal.) Ezt a születésétől — sőt, tervezésétől — nyomon követhető rendszert számos mérésre és kísérletre használták a szerző és munkatársai. „A világháló digitális természete és hatalmas mérete miatt egy olyan modellrendszert ajánl számunkra, amelyben minden részlet felfedezhető. Soha eddig nem jutottunk ilyen közel egyetlen hálózathoz sem. Ez továbbra is az ihlet és az ötletek forrása marad majd bárki számára, aki hálószerű világegyetemünk tulajdonságait akarja megérteni.” (195. oldal.)

A könyv még folytatódik. A 13. láncszem az élet térképét mutatja be. Azokat a csalódásokat, amelyek egy-egy gén és valamilyen betegség, betegségcsoport összekapcsolásának kudarcát követték. Kiderült, hogy a legfontosabb információ a gének közötti kapcsolatokban rejlik, amelynek megértéséhez a hálózat megismerésén keresztül vezet az út. „Ha feltesszük, hogy minden gén egymástól függetlenül ki vagy bekapcsolható, akkor egy N génből álló sejt 2^N különböző állapotban lehet.” (215. oldal.) Megalapozottan állítja a szerző, hogy századunk kutatási programjainak várhatóan a komplexitás lesz leggyakrabban a tárgya.

A hálózat szerepe a globalizált gazdaságban annyira magától értetődő, hogy csak a konkrét elemzések tehetik érdekessé ezt a fejezetet. „Az igazgatótanácsi hálózat attól a 21 százaléknyi vezetőtől lesz kis világ, akik egynél több igazgatótanácsban tagok, hiszen ők azok, akik ezt a komplex hálózatot összetartják.” (222. oldal.) Ezek közül is kiemelkedik egy-egy kulcsfigura, konkrétan egy olyan, aki 10 igazgatótanács tagja, és a legtöbb igazgatótanács tagjaitól 3 vagy kevesebb kézfogás választja el. Meglepő és hűsbavágó, hogy a közgazdasági elméletek és modellek milyen kevés figyelmet szentelnek a hálózatok szerepének.

Az utolsó két rövid fejezet a mondanivaló időbeli elhelyezését rögzíti. A 2002-ben megjelent első kiadásnak foglalkoznia kellett 2001. szeptember 11-vel, azaz a terrorista hálózatok elleni küzdelem stratégiájával. A befejező — utolsó utáni — láncszem pedig a legfőbb következtetést, mint a 21. század feladatát fogalmazza meg: „Visszatekintve arra a sebességre, ahogy a skálafüggetlen hálózatok felfedezése után kibogoztuk a körülöttünk lévő hálózatokat, egy dolog biztos: mihelyt rábukkantunk a komplexitás helyes elképzelésére, azután már csak rövid idő kell ahhoz, hogy termőre fordítsuk. Hogy mikor fog ez megtörténni, egyike azoknak a titkoknak, ami sokunkat mozgásban tart.” (256. oldal.)

Az utolsó oldalt 43 oldalnyi jegyzet követi, a szövegben felmerülő személyek, fogalmak és helyzetek körültekintő bemutatására. Végül egy 12 oldalas név- és tárgymutató könnyíti a könyv használatát.

Barabási könyve nemcsak siker volt, de a hálózatok új tudományát elfogadtató alapkönyv lett. Hamarosan ilyen bejegyzéseket lehetett olvasni az *Index* fórumán: „Igazán olvasmányos könyv, kis sztorikkal, földi halandó számára tökéletesen érthető nyelvezettel. Persze nem lehet kapni sehol.”

A nyilvánvaló igény kielégítésére azután 2008-ban megszületett a Helikon gondozásában a második, majd 2011-ben a harmadik kiadás. Áprilisban a szerző a Mindentudás Egyetemén tartott előadást az emberi viselkedés kiszámíthatóságáról. Nem volt nehéz az előadást a komplexitás program részeként értelmezni.

Barabási Albert-László: VILLANÁSOK - a jövő kiszámítható²²

Berényi Dénes

2011. május

Nyitott Könyvműhely, Budapest, 2010. 335 o.

A fizikus *Barabási Albert-László* könyvében a tudományok egy most megszülető ágát, a *humán dinamikát* mutatja be, és utal arra, hogy erről kiderülhet, „... hogy éppoly jelentős, mint a huszadik század elejének fizikája, vagy a genetika napjainkban lezajló forradalma”.

De miről is van szó valójában? A kutatások során nyilvánvalóvá vált, „... hogy legtöbb tevékenységünket olyan törvények, mintázatok és mechanizmusok vezérlik, amelyek nagyon hasonlatosak a természettudomány törvényeihez”. Miből derült ki ez? Hatalmas adatmennyiséget megvizsgálva e-posta küldési szokásainktól a mobiltelefon-használati gyakorlatunkon, a bankjegyek forgalmán, továbbá az albatroszok repülési pályájának jellegzetességein és a sejtek aktivitásának megfigyelésén át a betegségek elterjedéséig meg tudták állapítani a következőket: „Akármilyen tevékenységet vizsgálunk, ugyanazzal a *villanásszerű*²³ mintázattal találkozunk. A nyugalom hosszú időszakai változnak rövid, intenzív aktivitással, mint amikor Beethoven valamelyik remekművében a hegedűk behízselő hangját hirtelen heves dobpergés szakítja meg. ... Az élet megnyilvánulási formáiban semmi sem sima és véletlenszerű, sejtjeinkben milliszekundumoktól órákig, cselekvéseinkben óráktól hetekig, betegségeinkben hetektől évekig, az evolúciós folyamatokban évezredektől évmilliókig mindenféle időhálón a villanások dominálnak. A villanások az élet csodájának elválaszthatatlan részét képezik, jellegzetes jegyei az alkalmazkodásért és a fennmaradásért folytatott küzdelemnek.” Például e-posta küldési gyakorlatunkban az egyes küldemények nem véletlenszerűen oszlanak el az időben, hanem vannak „csomósodási pontjaik” (villanások), ráadásul ezek időbeli jelentkezése sem a véletlen műve.

Arról van tehát szó, hogy „... egy kialakulófélben lévő új tudomány méri meg minden cselekvésünket, és ezzel arra kényszerít, hogy a szabad akarattól a magánszféráig mindent újragondoljunk, amit eddig természetesnek vettünk. ... ennek az új tudománynak az egyik legfontosabb felfedezése a következő: ha az egész életünket számok, képletek és algoritmusok segítségével fejezzük ki, kiderül, hogy valójában sokkal jobban hasonlítunk egymásra, mintsem gondolnánk.” Mindebből viszont következik, hogy a számítógépeknek, az informatikának alapvető szerepe van ezen új tudományág megszületésében.

Tegyük most fel azt a kérdést, amit a könyv alcíme jelez, hogy végülis kiszámítható-e a jövő, és ha igen mennyiben. „Számos ... eseményt — a napfogyatkozástól az árvizekig — egykor az istenek és szellemek titokzatos beavatkozásának tulajdonítottak. Mára azonban már kiszámítható jelenségek, és ebből az is kiderül, hogy a véletlenek mögött gyakorta még feltáratlan törvényszerűségek lapulnak.” Az emberekre, az emberek viselkedésére ezért ma azt mondhatjuk: „Talán nem vagyunk annyira szabályszerűek, mint a bolygók, de számos napi tevékenységünk ismétlődő jellegű, ezért jól előre jelezhető. Tehát amíg társadalmi szinten az előrejelzések a legjobb esetben is ködösek maradnak, az egyén szintjén egyre kézenfekvőbbek.”

Ettől viszont „ne keseredjünk el”. Mikor *Richardson* 1913-ban hozzákezdett az időjárás tudományos előrejelzésének kidolgozásához, az általános felfogás az volt, hogy az időjárás alakulását a véletlen játéka határozza meg. *Richardson* viszont helyesen ismerte fel az időjárást alakító tényezőket, de akkor — sajnos — mégsem ért el gyakorlatilag használható eredményt. Ma a meteorológusok — az általa lefektetett alapokon háromnapos előrejelzéseket tekintve

²² FIZIKAI SZEMLE 2011/5, 176–177

http://epa.oszk.hu/00300/00342/00250/pdf/FizSzem-201105_174-177.pdf

²³ Kiemelés tőlem, B. D. Ez magyarázza különben a könyv címét.

95%-os pontossággal tudják megadni a várható időjárást. Ennek lényegében két oka van: a kiinduló adatok részletes ismerete (radar- és műholdas térképek, nagyszámú felszíni és magaslégköri pontos, friss mérési adatok még az óceánok térségéből is stb.), valamint a gyors számítógépek.

Vajon nem arról van-e szó a történelmi események vonatkozásában is, „... hogy a jövő előrejelzésének képességében pusztán az adatok pontossága és a számítógépek sebessége korlátozhat bennünket?” Bizonyára nem véletlen az sem, hogy Richardson később részletesen foglalkozott a háború törvényszerűségeinek kiderítésével is. Bár a háborúk előrejelzése nem sikerült neki, de ugyanakkor valóban figyelemreméltó, matematikailag kifejezhető törvényszerűségeket állapított meg rájuk vonatkozóan. Nem gondolhatunk-e arra, hogy nem lehetetlen, hogy a megfelelő adatok birtokában „... a tudomány és technika összefog, hogy felfedje minden idők legnagyobb rejtélyét: akár az egyéni, akár a társadalmi értelemben vett jövőt”. Úgy tűnik tehát, hogy útban vagyunk a pozitivisták álmának megvalósulása felé, amikor a társadalomtudományokat is a természettudomány módszereivel lehet megközelíteni, problémáikat megoldani. Nem tagadhatjuk azonban, hogy: „A háborúk és felkelések előrelátásának képessége ... még ma is ugyanolyan kétséges, mint Lewis Richardson számára volt az 1940-es években.”

Az eddigiekben még nem szóltunk arról, hogy a könyv *mintegy fele* — összefonódva a fentiekkel — a *Dózsa György* által vezetett 1514-es parasztlázadás történetének izgalmas, érdekes leírása, és tulajdonképpen illusztrációval szolgál egy történelemben bekövetkezett „villanásra”.

A szerzőről is szólni kell végül. Barabási Albert-László Székelyföldön született és ma neves amerikai egyetemeken tanít. Személye és tevékenysége nem ismeretlen a magyar fizikusok közössége előtt, hiszen a fizikusi oklevelet Budapesten szerezte meg, és itt kezdte pályáját, majd — már Amerikában is — több magyar kutatóval dolgozott együtt, ma pedig a Magyar Tudományos Akadémia külső tagja. Könyve tele van magyar vonatkozásokkal, túlmenően azon, hogy a történelmi példa — az 1514-es parasztlázadás — a magyar történelem része. Számos rajzot is találunk a könyvben — ezek között szerepelnek például a mai budai vár részletei is. Ezek *Részegh Botond* grafikusművész munkái.



A könyvet letéve elgondolkozik az ember arról, hogy mi is a fizika tárgya. Nem is olyan régen (legalább is e sorok írója akkoriban ezt tanulta az iskolában) az anyagon „nem mélyreható változásokkal járó jelenségeket” tartották a fizika tárgykörébe tartozónak. A „mélyreható változások vizsgálatát” a kémia feladatának tekintették. Azután hamarosan kiderült, hogy a *legmélyrehatóbb* változásokkal, az elemi részecskékkel és átalakulásaikkal a fizika foglalkozik. A kémia jelenségeinek mélyebb magyarázata is csak a fizikai ismereteink bővülésével sikerült, nem is beszélve arról, hogy a genetika születésénél is fizikusok bábáskodtak. Most meg kiderül, hogy a humán dinamika alapvetésénél is fizikusokat találunk. Talán igaza van annak a neves kutatónak, aki a fizika tárgykörét így definiálta: *a fizika az, amivel a fizikusok foglalkoznak*.

Kiszámítható hatások

Dupcsik Csaba²⁴
socio.hu

2012 tavasz

http://www.socio.hu/3pdf/4dupcsik_villanasok.pdf

Barabási Albert-László (2010). *Villanások. A jövő kiszámítható.* Ford. Kepes János, Budapest: Nyitott Könyvműhely

„S én biztosíthatom önt afelől, sir, hogy énelöttem legkedvesebb látvány a folyamatban lévő munka.

- Igazán? Mr. Tatrangi! Én önnek szerencsét kívánok. [Az Ön felesége] igazi amerikai hölgy.

- Székely, székely! – szólt rátarti büszkeséggel Dávid.”

Jókai Mór: *A jövő század regénye*, 1872²⁵

A mottót egyrészt az indokolhatja, hogy az ott megszólaló hölgy, illetve férje – akárcsak Barabási Albert-László – székely, akinek a teljesítménye és a mentalitása számos amerikainak is imponál. Másrészt: az idézet Jókai Mórtól származik, aki a jövőt „előrejelző” futurisztikus, illetve történelmi témákról egyaránt szeretett mesélni. Az idézett regényében például Habsburg Árpád király (és mellesleg császár) budapesti székhelyéről irányítja a Monarchiát, miközben a főhős, a repülőgépet feltaláló zseniális székely, Tatrangi Dávid szinte egymaga legyőzi a Nihil birodalmát, tehát Oroszországot, illetve megtalálja a magyarok még a honfoglalás előtt elvesztett ágát.

Az analógia azonban itt már kezd kifáradni: Jókai szépirodalmi volt, tehát munkája lényegét alkotta a mesemondás (legalábbis, az ő korában még így volt); Barabási viszont tudós, tehát számára műfaji korlátai átlépését vagy megújítását jelenti a narratív kifejtés dominanciája (hogy ez pontosan mit is jelent, arra a recenzió egy későbbi pontján visszatérek). Az előző mondatban nem véletlenül használtam az általános „tudós” kifejezést, mivel ennél szűkebb egyszavas meghatározást nehéz nyújtani. Barabási ugyanis, hivatalos képzettségét tekintve fizikus, eredményeit és gondolatait azonban inspirálónak találják a természet- és társadalomtudományok széles körében; munkásságát leggyakrabban a hálózatelmélet (*network theory*) kifejezésével címkézik fel, s amely maga is eleve interdiszciplináris megközelítés.

A hálózatelmélet általános jellemzőire azonban nem akarok részletesebben kitérni, részben kompetenciám és a terjedelem korlátai miatt, részben pedig Albert Fruzsina kollégám a *socio.hu* jelen számának megjelent írásának²⁶ köszönhetően. A recenzió hátralévő része egyrészt Barabási könyvének²⁷ sajátos narratív stílusával, másrészt a társadalmi jelenségek előrejelezhetőségének a problémájával foglalkozik – szerzőnk szokását követve a két kérdéskört nem az írás külön-külön szekvenciáiban, hanem integráltan kifejtve.

A történetekről ugyanis nem elegendő azt megjegyezni, hogy ezek teszik ki a *Villanások* terjedelmének – szó szerint – túlnyomó részét. Ennél is többről van szó, mivel ezek a narratívák nem (csak) a színesítés szerepét töltik be, nem csak illusztrálják a könyv gondolatmenetét, hanem maguk ezek a történetek tartalmazzák a gondolatmenetet, annak minden egyes eleme egy-egy történet – vagy a számos „folytatásos” történet egy-egy újabb epizódja – részeként tűnik fel.

²⁴ MTA Társadalomtudományi Kutatóközpont Szociológiai Intézet

²⁵ Az 1993-as Kalligram-kiadásban a 221. oldalon.

²⁶ Albert Fruzsina (2012) „Kapcsolatok hálójában”, *socio.hu*, 3: 14-17.

²⁷ A továbbiakban: *Villanások*. A külön megjelölések nélküli oldalszámok erre a kötetre vonatkoznak.

Az első fejezet például, egy 8 soros felvezetés után egy bizonyos Haszan Elahi történetével folytatódik, 209 sorban; majd egy 54 soros fejtegetés következik a könyv központi gondolatmenetéről, s ezen belül egy 12 soros bekezdés kifejezetten a Haszan-történet kommentárja; majd 56 soron keresztül folytatódik Haszan története. A fejezet utolsó, 134 soros részlete formailag általános fejtegetés, bár be van építve két rövidebb, egyenként 8-10 soros történet, valamint számos utalás az eddigi, illetve a később következő történetekre; csak ebben az utolsó részben 9 alkalommal szerepel Haszan Elahi, és 4 alkalommal Székely (Dózsa) György neve (11-24.). Hasonló arányok és hasonló struktúra jellemző a könyv többi, páratlan számozású fejezetére.

A második fejezetben, majd ezt követően a könyv mind a 14, páros számozású fejezetében, összesen mindegy nettó 80 oldalon *Dózsa György története* olvasható. A betételbeszélés Rómában kezdődik, ahol Bakócz Tamás esztergomi érsek, bár esélyesnek tartották, elbukta a pápaválasztást. Mintegy kárpozlásként – és a Rómából való eltávolítás ürügyeként – megbízást kap keresztes hadjárat szervezésére az oszmán birodalom ellen. A sereg vezetésével egy alulról jött, a végvári küzdelmekben hírnevet szerzett székely vitézt, Dózsa Györgyöt bízza meg, s felhatalmazza arra, hogy seregébe akár jobbágyokat is befogadjon. A toborzás váratlanul sikeresnek bizonyul, tízezzel csatlakoznak a keresztesekhez a parasztok. A nemesség nyugtalanul figyeli a toborzást, majd akadályozni próbálja, végül fegyveresen is fellép ellene. Az események eszkalálódása nyomán a keresztes hadjáratból végül parasztfelkelés lett, az ismert végkifejlettel.

Legalábbis a magyar olvasók által ismert végkifejlettel.

Haszan Elahi amerikai állampolgárságú médiainstalláció-művész, aki egy átlagemberhez képest hihetetlenül sokat utazik szerte a világban. Ennek – és „természetesen” nevének – köszönhetően a 2011 utáni Egyesült Államokban szinte természetesen a belbiztonsági hatóságok látókörébe került. A művész végül úgy reagált a magánszférájában való folyamatos hatósági kurkászásra, hogy mintegy kiiktatta azt: honlapot hozott létre, amelyen követhető, merre jár éppen, hihetetlen részletességgel, többtízezer feltöltött kép és dokumentum segítségével rögzítette – és bárki számára kutathatóvá tette – az életét (19–20.). A *Villanások* megközelítése számára Elahi egyszerre vált a kivétellé – hisz' szinte senkinek sincs ennyire dokumentált és nyilvánossá tett élete – másrészt, paradigmátikus esetté, hisz' – a mind több helyen megjelenő kamerák, a magunkkal hurcolt mobilok, a bankkártyahasználat, stb. stb. következtében – valamennyiünk élete mind inkább követhetővé válik. Követhető és ezáltal előrejelezhetővé.

És ezáltal előrejelezhetővé? Időnként Barabási is óvatosságra inti olvasóját – s egyúttal saját magát is –, mint például: „Mielőtt továbblépnénk, hadd tisztázzam, hogy alapvető különbség áll fenn aközött, hogy mit teszünk, és mennyire vagyunk kiszámíthatók.” (218.) Túl azon, hogy ez a figyelmeztetés kötete utolsó harmadában kerül csak elő, Barabási mintha félre is értené saját magát. Legalábbis úgy tűnik abból, ahogy az idézett mondatot folytatja: „Ami cselekvéseinket illeti – hogy mekkora távolságokat utazunk, hány e-mailt küldünk, milyen sokszor telefonálunk –, ott hatványeloszlással találkozunk, ami azt jelenti, hogy egyesek lényegesebb aktívabbak, mint mások. Több üzenetet küldenek, messzebb utaznak. Ez azt is jelenti, hogy mindig vannak kivételes esetek – számíthatunk rá, hogy van néhány olyan ember, mint Haszan, aki rendszeresen több száz vagy több ezer kilométert utazik.

Cselekedeteink előrejelezhetőségében azonban, nagy meglepetésünkre, a hatványeloszlás helyett Gauss-eloszlással találkozunk. Ez azt jelenti, hogy akár egy három kilométeres körzetre korlátozzuk életünket, akár naponta több tucat kilométert vezetünk, gyorsvonattal, vagy éppen repülőgéppel járunk munkába, ugyanúgy előre kiszámíthatóak vagyunk, mint bárki más. És amikor egy problémában a Gauss-eloszlás dominál, a kivételes esetek ki vannak zárva... Olyan se hallottunk még, hogy két kilométer magas alakok sétáljanak az utcákon. Minden különbözőségünk ellenére tartózkodási helyünket illetően [kiemelés tőlem – D. Cs.]

mindannyian ugyanolyan kiszámíthatóak vagyunk, és a statisztika rendíthetetlen törvényei kizárják az olyan egyének létezését, akik szembemennének ezzel a trenddel.” (218-219.) Majd ismét az „egyetlen kivétel”, tehát Haszan Elahi esete következik (219–222.).

Többszörösen nem értem a fenti gondolatmenetet. Ha nem torpanunk meg az ijesztően matematikai „Gauss-eloszlás” kifejezéstől, akkor a fentieket úgy is megfogalmazhatjuk, hogy az előzmények ismeretében fizikai mozgásunk, aktuális tartózkodási helyünk *nagy valószínűséggel* megjósolható. Az idézet közvetlenül megelőző kutatás mintájában például az esetek 93%-ban tudták megjósolni a vizsgált személyek tartózkodási helyét (218.). A maradék 7% valóban nagyon kevés, de ezt erős túlzás úgy interpretálni, hogy „*a kivételes esetek ki vannak zárva*” (219.). Arról nem is beszélve, hogy nem matematikai képletek határozzák meg, hogy mit tartunk „kivételesnek” hanem a – társadalmi – viszonyítási alapok és értelmezési sémák. „*Két kilométer magas alakok*” valóban nem sétálnak az utcákon, de *két méteres* magasság is elég ahhoz, hogy valakit „kivételesen magasnak” tartsanak; a 20. század elején a világ szinte valamennyi országában elég lett volna 185 centi is a „kivételes magassághoz”; az 1950-es, 1960-as években egy nem túl magas európai vagy észak-amerikai „magas” lett volna Japánban, de azóta ott is jelentősen nőtt az átlagmagasság; egy 140 centis kislányt senki sem tart magasnak, amíg ki nem derül, hogy csak hétéves, stb. stb.

Barabási persze *nem mindig* csak a fizikai mozgással és tartózkodási hellyel számol, de szinte mindig számokká alakítható, tehát kvantitatív mutatókkal dolgozó kutatásokra és példázatokra támaszkodik. Ha kvalitatív szempontokat próbál gondolatmenetébe építeni, kevésbé meggyőző (időnként bevallottan, lásd a „*fontossági sorrendek felállításának*” kísérletét, 133-142.). Pedig mindannyian tudnánk példákat sorolni a személyekről, akik nap mint nap ugyanarra a munkahelyre mentek be, s mégis egyre kiszámíthatatlanabbá vált a cselekvésük, vagy nap mint nap ugyanabba a lakásba, ugyanazon családhoz tértek haza, aztán egyszer csak sokkolják az ismerőseiket a bejelentéssel, hogy elválnak. Orwell regényében – az *1984-ben* – olyan szintű ellenőrzést vizionált, amely még Barabási jövőképénél is erősebb, nevezetesen, hogy még a lakásban is kamerák figyelték a főhőst, s a hatalom nem hogy a tömegkommunikációt, de még a nyelvi sémákat is ellenőrzése alá vonta – de egyesekben még ebben a „kiszámítható” világban is megfogant a rendszerrel való szakítás gondolata.

Hogy milyen viselkedést tartunk „kivételesnek”, az viszonyítás és értelmezés kérdése. A viszonyítások és értelmezési sémák pedig társadalmi (valamint történelmi és kulturális) meghatározottság jeleit mutatják; Barabási jelenlegi hazájában egyszerűen úgy lehetne fogalmazni, hogy ezen értelmezés (is) „*socially patterned*”. Érdemes megjegyezni, hogy a *Villanások* eredeti alcíme is a „*pattern-eket*”, vagyis *a tetteink mögött húzódó rejtett mintákat* emlegette (*The Hidden Pattern Behind Everything We Do*). Sokkal pontosabb megfogalmazás, mint a magyar fordítás (*A jövő kiszámítható*). A szociológia tudománya már 100-120 éve ezen *social pattern-ek* feltárásával foglalkozik, s bár időnként egyes képviselői „elszálltak”, többségük józanabban úgy vélte: „előrejelezni” csak abban az értelemben tudjuk az egyes egyének cselekedeteit, hogy mennyire illeszkednek ezen társadalmi mintákba. Ha például egy társadalomban a középosztály és az elit létszáma 20%-ra tehető, de az egyetemisták között 80%-ban az ő gyermekeik vannak jelen, akkor ezt a szociológia szignifikáns összefüggésnek tekinti, s ennek alapján meg meri „jósolni”, hogy egyes társadalmi rétegek gyerekei mekkora eséllyel kerülnek majd értelmiségi pályákra (még ha természetesen nem is „93%-os” hatékonysággal). Még a mintákból való kilépés is mintákat követ: viszonylag kevesen lesznek például öngyilkosok, de már egy klasszikusunk, Émile Durkheim is kimutatta az öngyilkossági statisztikák társadalmi összefüggéseit.

A fenti, hosszúnak tűnő kitérőt azért éreztem szükségesnek, mert alapvetően félreértésnek érzem Barabási e narratíváját: „*[a 20. század elejét követően] a tudósok kimondatlanul is elfogadták azt az alapvető paradigmát, amely azóta is az emberi tevékenység tudományának alapját képezi, hogy viselkedésünk minden gyakorlati szempontból véletlenszerűnek tekinthető.*”

Azaz megjósolhatatlan, alkalomszerű, körülírhatatlan, előreláthatatlan és szabálytalan” (100-101.). Én, őszintén szólva, nem tudok arról, hogy a „*az emberi viselkedés tudománya*”, pontosabban tudományai, valaha is ilyen „felismerésre” jutottak volna. „*E feltételezés*” tehát szerintem is „*alapvetően téves*”, de nem gondolom, hogy az állítólagos tétel téves voltát a hálózatelmélet fedezte volna fel először. Legfeljebb újrafelfedezte és új nyelven, új szempontok képbe hozatalával újrafogalmazta a társadalomtudományok klasszikus alapfeltevését.

Ezen újrafogalmazás pedig – minden irónia nélkül, a legkomolyabban állítom – releváns, inspiráló és érdekes is lehet e tudományok számára is. Tartok azonban tőle, hogy ez pusztán a *Villanásokból* nem fog kiderülni, kell hozzá Barabási másik könyvének (*Behálózva*) az ismerete is.

Vessünk még egy pillantást a Dózsa-történetre, mivel ez több funkciót is betölt a *Villanásokban*. Egyrészt hatásos eszköz a *suspense* szinten tartására (főleg, mert a könyv eredetileg angolul íródott, tehát olyan olvasóközönség számára, amelynek döntő többsége nem is sejtette előre a brutális befejezést). Másrészt, a minden második fejezetben visszatérő történet 13+1 epizódja mintegy megszilárdítja a kötet struktúráját, mivel jelentős mértékben hozzájárul ahhoz, hogy a *Villanások* ne válják mozaikszerűvé. Ráadásul a kihangsúlyozottan *székely* Dózsa²⁸ története, amelynek egyik szereplője Barabási öse, illetve, a betét-elbeszélésbe illesztett betét-elbeszélésében maga a *Villanások* szerzője is megjelenik – egy különleges, izgalmas etnikai-kulturális háttérrel vázol a szerző mögé, s ez az Egyesült Államokban, ahol jelenleg él, fontos PR-értékkel bír.²⁹

Mindenekelőtt azonban: a történet fő ürügyét Telegdi István jelenti. A magyar főúr már akkor, amikor Bakócz bejelentette megbízását a budai udvarban, „megjósolta”: a felhívásra nyilván sokan jelentkeznek majd a nép köréből (67.), de ezek között felülreprezentáltak lesznek a társadalmi marginálisok, normaszegők, deviánsok (68-69.); másrészt, tömegesen jelentkeznek majd parasztok (70.). „*És ha a nemesség zúgolódni kezd, amiért ... a jobbágyok robotja és minden rendesen elvégzett munkájuk most ellátatlanul marad ... ha szökevénynek tekintik őket és hazatérésüket követelik, vagy, mint hasonló esetekben oly sokszor megtörténik, a hadba vonulók családját és rokonait vetik börtönbe. ha tehát minden bekövetkezik, ezt a csöcseléket, ezt az alantas sokaságot, akiknek fegyvert adtunk a kezébe, hogyan fogjuk immár engedelmességre bírni? (...) Vajon a felfegyverzett jobbágyság nem támad-e a nemesség ellen.?*” (id. 72.)

E sorok szerzője ugyan nem tartja magát „látóembernek”, de már a „jóslat” első felvezetésekor elkezdett mocorogni történelmi fél-identitása: hisz' nyilvánvaló, hogy Telegdi megnyilvánulását nem gyorsírásos jegyzőkönyvek rögzítették, hanem utólag, méghozzá nyilvánvaló módon a parasztháború *után* jegyezték le. Mint kiderült: mindezzel Barabási is mindvégig tisztában volt, s amolyan „slusszpoénak” szánta annak kimutatását: Telegdi prófécijáról egyedül Szerémi György krónikájából tudunk, amely *három évtizeddel az események után* született. „*Semmi sem könnyebb, mint megjósolni a múltat*” (286.) – írja fanyarul Barabási (méghozzá, egy gyakori stilisztikai fordulattal egy fejezet utolsó mondatában, majd a következő oldalon már Temesvárra repít minket, 1514 júliusába). A fordulat azonban nem teszi semmissé, hogy az utolsó két idézet közötti több mint kétszáz

²⁸ Barabási konzekvensen Székely Györgynek nevezi – s mivel a kortársak valóban így emlegették, ez a reflektált névhasználat elfogadható. A recenzens hangsúlyozni szeretné: ő maga *nem* azért használja főleg a Dózsa nevet, mert hibának tartja a szerző névhasználatát, hanem mert a történelmileg rögzült névhasználati *pattern* rabja.

²⁹ E sorok szerzője e bekezdés, és különösen az utolsó mondat kapcsán hangsúlyozni szeretné: mindezt *nem* kritikai éllel, *nem* szurkálódó szándékkal írta. Az egész könyvben egyetlen epizód van, amikor megmoccan ironikus hajlandósága: a „+ 1 epizód” kapcsán, amikor Barabási azt írta le, hogyan „nyomozott” a brassói levéltárban, s hogyan találta meg néhány óra alatt azt a félezer éves dokumentumot, amelynek létét csak sejtve, kifejezetten az után kutatva ment oda (163-170.). A kötet számos története közül ez tűnik számomra a legfantasztikusabbnak. ☺

oldalán, tehát a *Villanások* nagyobbik részében problémaként jelenik meg: „*Vajon Telegdi afféle látóember volt, aki előtt személyes látomásokban jelenik meg a jövő? Vagy csak egy megfáradt, aggódó öregember, aki félt minden újdonságtól és változástól?*” (75.)

„*Semmi sem könnyebb, mint megjósolni a múltat*” – szellemes, bár a történészek tudnának mesélni arról, hogyan „változik meg” a múlt is, egyik későbbi korról egy még későbbire való átmenet nyomán. S még mindig a példánál maradva: a Telegdi-ügyben egy történészt foglalkoztathat, hogy vajon elhangzott-e egyáltalán a „jóslat”, vagy Szerémi utólagos konstrukciója az egész – a *Villanások* gondolatmenete szempontjából azonban ez másodlagos. Egy gondolatkísérlet erejéig tételezzük fel: a „prófécia” elhangzott, betű szerint úgy, ahogy a krónika leírta – Szerémi még ebben az esetben is csakis abból a perspektívából tartotta lejegyzésre érdemesnek a „jóslatot”, hogy már az írás megkezdésekor tudott annak „valóra válásáról”. Mindig is lehettek bölcs emberek, akik sötét jóslatokat eresztettek meg a várható fejleményekről, s általában rekonstruálhatatlan, hogy ezeknek mekkora hányada vált be. De nem lehetetlen, hogy az 1514 körüli évtizedekben, vagy úgy általában, a 15-16. századi Magyarországon egy parasztlázadás „előrejelzése” elterjedt, szinte már közhelyszerű toposz lehetett. Ne feledjük, hogy éppen Erdélyben történt a Dózsa előtti legnagyobb parasztfelkelés is, 1437-ben (amelyről Telegdi az apja nemzedékétől hallhatott részleteket). S akkor, tehát a Budai Nagy Antal-féle felkelésnél hasonló módon egyesült a szociális feszültség egy vallási mozzanat mozgatóerejével (akkor nevezetesen a huszitizmussal).³⁰ Közös még a két felkelésben, hogy a parasztság jobban szituált rétegeit mozgatta meg, bizonyos kishemesi és városi kézműves részvétellel is.

Néhány évtizeddel a parasztháború után, már a török Hódoltság korában így hangzott egy jóslat: „Egy félelmem [van], ki néhány esztendővel [ezelőtt] is írtam, mondtam nagyságodnak, [hogy] az hódolás engedelme megédesítette az népet. Az pór gyűlöli az urát. Oka is vagyon [rá], és az parasztságban nincs kitől tanulni az Istennek igéjét, ugyan azt hiszik, hogy Isten ember[e]i a törökök, és jó hit [az] övék, azért segíti Isten [öket]. Azon [azaz: attól] félek, hogy nem futnak az török előtt, hanem urakra támadnak, amint ím csak mostan is Hegyesd alól megtérvén sok helyen kiáltották.”³¹ Ez a „jóslat” nem is volt olyan abszurd, mint ahogy mai perspektívából gondolhatnánk, hisz' például a Balkánon valóban voltak rétegek, akik muszlim hitre térésükkel törtek ki addigi marginális helyzetükből. Magyarország vonatkozásában azonban nem jött be az előrejelzés, s éppen ezért csak véletlenül köszönhetően maradt fenn, nem publikációban, hanem egy magánlevélben.

A *Villanások* gondolatmenete szempontjából másodlagos, de említésre méltó: Telegdi (Szerémi) konstrukciója nem annyira a történelmi tényeknek, mint inkább a nemesség öngazoló ideológiájának felelt meg; kevésbé eufemisztikusan: hamis volt. 1514- ben ugyanis nem a „csöcselék”, nem a marginális, a leginkább nyomorgó rétegek lázadtak fel, hanem a jobbágyság leginkább gyarapodó, felfelé törekvő rétege. A nemesség két és fél évtizede – tehát gyakorlatilag Mátyás 1490-es halála óta – szisztematikusan próbálta visszanyomni ezt a felfelé törekvést. Egészen csekély cinizmus kell csak ahhoz, hogy úgy fogalmazzunk: könnyen megjósolhatjuk az olyan lázadást, amelyet mi provokálunk ki.

A recenzens korábban rossz lelkiismerettel tett kritikai megjegyzést a fordításra, hisz' nem vette kezébe az eredeti könyvet. Így egyes, kisebb jelentőségű hibák esetén nem tudja, hogy

³⁰ A csehországi eredetű huszitizmus ellen akkor már közel két évtizede harcolt Zsigmond király és császár – „keresztes háború” keretében. Még Mátyás is „keresztes hadjáratnak” próbálta eladni csehországi hódításait az 1460-as években. Mintegy félszáz ún. kései (tehát 14-15. századi) keresztes hadjáratot tartanak számon, nem is beszélve a megbízások és tervek tömegéről, amelyekből nem lett semmi. A kortársaknak valószínűleg szeme sem rebben, ha Bakócz a megbízás után lelkes látszattevékenységbe kezd. S tulajdonképpen még az sem lehetetlen, hogy a Dózsa-féle megbízást is csak ilyen PR-akciónak szánta: ha a hadjárat elfoglal néhány észak-balkáni erődöt, tiszta haszon, de ha nem történik semmi érdemleges, az sem baj.

³¹ Csányi Ákos, Nadasdy Tamás bizalmas embere írta levelében a nádornak (id. Várkonyi Gábor 2009. *Ünnepek és hétköznapok. Művelődés és mentalitás a török kori Magyarországon*, Budapest: General Press, 43. p.).

azok melyik fázisban került a könyvbe. „1444-ben Hunyadi János a templomban járva bizonyára látta a dicsőséges téli hadjárat idején zsákmányolt török zászlókat” (83.) – nyilván látta, mert ő helyezte el ott azokat, abban az évben, amikor éppen befejezte a hadjáratot (amelyet gyakrabban szoktak „hosszú hadjáratnak”, mint „télinek” nevezni). 1514-ben a vajdát anakronisztikus „Erdély uralkodójának” nevezni, „csak” Erdély *ura* lehetett (232.); a „kronstadti szászokat” a mai magyar szövegkörnyezetben inkább „brassóiaknak” kellene nevezni (232.); Dózsa korában valóban Nándorfehérvárról beszélünk, de a *Villanások* 21. század kapcsán is emlegeti, amikor célszerűbb a Belgrád formát használni (234.).

Az ilyen és ehhez hasonló hibák azonban nem számosak, és nem jelentősek a könyv egészének szempontjából. Egyáltalán, a recenziens maga is meglepődött, amikor újraolvasta írását: szövege alapvetően kritikusabb benyomást kelt, mint ahogy eredetileg gondolta volna. Úgy látszik, a recenzióírás végeredménye éppúgy megjósolhatatlan, mint a jövő.

Vagy a múlt.

Ez igazi forradalom lesz

<http://www.erdelyiportal.ro/ez-igazi-forradalom-lesz-erdelyiportal-1142.html>

2013-08-09

Barabási-Albert László hálózatkutató, fizikus, most mégis az orvostudomány követi leginkább munkáját. Ha beválnak előrejelzései, átalakul mindaz, amit az emberi testről, a betegségekről tudunk. Bostonban, Budapesten és Csíkszeredában él. Színházról, irodalomról épp oly szenvedéllyel vall, mint arról, ami a kutatóközpontokban történik. Hálózatokban látja a világot. **Parászka Boróka** interjúja.

Amerikai kutatóként ismert világszerte, mégis rendszeresen hazajár, ragaszkodik Csíkszeredához, Erdélyhez. Miért?

Nehéz arra válaszolni, miért fontos a hazajövetel. Minden évben hazajárok, többnyire nyáron, de van rá példa, hogy kétszer is. A feleségem szerint más emberré válok, amikor itthon vagyok. A világon bármerre járok, az amerikai élet mindig utolért. Amint a Korona elhagyja Csíkcsicsót, egyszerre levetkezem Amerikát, annyira irrelevánsá válik, hogy mi történik ott, itt két-három hét alatt annyira nyugodt tudok lenni, mint sehol máshol.

Ennek mi a magyarázata?

Az az érzésem, hogy az embernek megvannak a különböző egyéniségei, amelyek különböző környezetben különbözőfélék. Kicsit más ember vagyok Budapesten mint Csíkszeredában és teljesen más ember Bostonban. Ez a környezet, a levegő, az emberek, bekapcsolják a genotípust, ahogy orvosilag neveznék.

A család, a barátok, a múlt szerepéről beszélünk?

A múlttól nem feltétlenül, de a családról és a barátok szerepéről igen. A családom sokszor Budapesten is velem van, tehát az ottlét nem kellene gyökeresen más legyen. Az átalakulást befolyásolja, hogy itt tényleg nincs munkám. Megpróbáltam egy párszor, és nem jött össze. Most is hoztam magammal anyagot, de hozzá sem nyúltam. Komolyan mondom, sokat számít a levegő. Amikor hazajövünk Csíkszeredába, egy hétig pihenünk, annyira igénybe vesz a friss, magaslati levegő, ettől a „valami mástól”. És így alakult ki, hogy ez egy intellektuális sziget, ami másról szól, mint Budapest, vagy Amerika.

Számomra meglepetés volt az, hogy a kortárs művészettel, a magyar irodalommal ennyire napirenden van.

Édesanyám irodalom szakos, édesapám történész, írt ő maga is, nagy művészetpártoló volt, állandóan művészek fordultak meg nálunk, rengeteg kép volt a lakásunkban. Én középiskolában képzőművész akartam lenni, rajzoltam, szobrászatot tanultam. Szárhegyen is voltam egy hónapot a táborban. Tehát ez valahogy hozzátartozik a mi DNS-ünkhöz. Nem mondhatom azt, hogy teljesen napirenden vagyok a magyar művészettel. Azt hittem, teljesen napirenden vagyok az erdélyi irodalommal, és a magyarországiakkal is. Addig, amíg Kertész

meg nem kapta a Nobel-díjat. Mert akkor meg kellett kérdeznem, hogy ki az az ember? Akkor jöttem rá, hogy egyáltalán nem vagyok napirenden.

Ekkor kezdte szisztematikusan beleolvasni magát a magyar irodalomba? Bostonban nézi, hogy mit ír például a Litera.hu?

Bostonban nem nézem, hanem Budapesten nézem. Majdnem két évtizede alakult ki az a szokásom, hogy ha megérkezem ide, bemegyek a könyvesboltba, és megkérdezem, mi most a fontos? Felkerestem a zeneboltokat is, mikor még voltak. Arra kértem az eladókat, mondjanak egy művet, ami az elmúlt évben jelent meg, és muszáj megvenni. Ilyenkor elindult egy beszélgetés, rendszerint nem egy művet mondtak, hanem hármat. Néhány ilyen beszélgetés alatt kialakult egy kép, hogy mi történt az elmúlt egy év alatt Magyarországon. Érdekes, ezekben a beszélgetésekben sosem jelent meg a Kertész Imre.

Rájött, hogy miért nem?

Részben azért, mert a Kertész munkássága sokkal korábbi volt, mint az, amikor én kezdtem érdeklődni, tájékozódni, a kilencvenes évek elején. A másik magyarázat az, hogy Kertész sosem volt egy Magyarországon divatos-ismert író, akinek ha megjelentek a munkái, akkor beszédtemává váltak. Most már azok, de akkor még más volt a helyzet. Valahogy nem volt a radaron rajta.

És amikor végre elolvasta, milyennek tűnt?

Nagyon tetszett. Ez volt a megdöbentő. Elolvastam a *Sorstalanságot*, megdöbentő volt. Mindezt azért mondom, mert voltak meglepetéseim, és remélem, még lesznek is a magyar irodalmat illetően.

Az év többi részében amit itt elolvas, megnéz? Amivel a magyar kultúrában találkozik?

Megmondom, hogy mit csinálok Amerikában. Van egy elég rögzött szokásom, egy könyvet angolul és egyet magyarul olvasok. Magyarországon és Erdélyben szedem össze az anyagot, utána hazaviszem.

A könyveket is? Úgy értem becsomagolja őket és viszi?

Persze!

Szóval, hazamennek ezek a magyar könyvek Amerikába, és utána mi lesz velük?

Azt mondta, hogy hazamennek.... Ez most azt jelenti, hogy számomra a haza az Amerika?

Nem tudok erre válaszolni, mert én vagyok az az ember, aki a hazaköltözéssel tanulta meg, hogy nincs haza, és hogy mit jelent a permanens otthontalanság érzete.

Én tényleg egyszerre vagyok otthon több helyen. Ez a több hely többnyire Boston, Budapest és Csíkszereda. Nem próbálom minősíteni, hogy melyik hazább. Mindegyik másról szól. Csíkszereda Erdélyről szól, székelyekről szól, barátokról, tanárokról, osztálytársakról. Budapest a magyar kultúráról, színházról, koncertekről szól. Egy más baráti körről. Amerika meg munka. Annyira munka, hogy bár a Boston Symphony mellett van az irodám, nem voltam

az elmúlt öt évben koncerten. Budapesten viszont rengeteget járok ilyen helyekre. Annyira kielégíti a kulturális igényeimet az, amit Budapesten kapok, hogy Bostonban nincs ilyen igényem. Azért el szeretek járni három-négy havonként New Yorkba, megnézni a Metropolitan és a MoMa múzeumot. A vizuális művészetek terén rengeteget tud nyújtani Amerika, amit Budapesten nem találok meg.

Milyenek a kulturális határátlépések?

Ez nem problematikus. A magyar és az erdélyi között van átfedés, az amerikai nagyon más. Amerikában a kultúra sokkal tágabb fogalom, mint Erdélyben vagy Magyarországon. Nem arról van szó, hogy itt a mozi nem kultúra, de Amerikában ez és a tévé a meghatározó. Számomra továbbá Amerika a fizikáról, a kutatásról, az orvostudományról szól.

Amikor arra válaszolt, miért érdekli a művészet, azt mondta, a „génjeibe van kódolva”. Ha nem tudnám, mit kutat, arra gondolnék, te jó ég, miket beszél.

Alapállásom szerint fizikus vagyok, de egy kutatóintézetet vezetek a bostoni Northeastern Egyetemen, dolgozom a Harvard orvostudományi tanszékén és ugyanitt a rákkutató intézetben. Ezen kívül egy számítógépes és egy biológiai tanszéken is van feladatomban. Sok mindennel foglalkozom, de alapvetően egy a feladatomban: a komplex rendszerek megértése, azon belül a hálózat-elméletnek sokféle alkalmazása van. Azért kell ennyi tanszéken jelen lennem, hogy ezt a tudást át tudjuk adni. Mindez többnyire Bostonban történik. Tavalyelőtt elvállaltam egy évi három hónapos jelenléteket a CEU-n, Budapesten. Egy hálózat-kutatással foglalkozó központot hozunk létre, felvettünk már két professzort, most indul a PHD program.

Azt követtem, hogy hogy jut el a társadalomkutatásig a hálózat-problémakör. De hogy jut el mindez az orvostudományig?

Az egész Facebook-történet, a Google-történet, a társadalmi hálókra épülő világ az a hálózatelméletre épít. Néhány évvel ezelőtt döntött el, hogy dönteni kell, merre haladunk a hálózat-kutatásban. Az egyik kulcsfontosságú terület az orvostudomány volt. Az elmúlt harminc évben megértettük, hogy a betegségeknek genetikai alapja van. Megszületett a géntérkép, ami csak nevében az, valójában nem térkép. Csupán egy lista, hogy milyen gének vannak a sejtjeinkben belül. Ez a baj.

Lehet térképesíteni?

Igazából térképként működik a sejt. Úgy kell elképzelni, hogy a sejt úgy néz ki, mint Csíkszereda térképe. Vannak különböző részek, amelyek különböző feladatokat látnak el. A belvárosban történik a bevásárlás, a külvárosban laknak az emberek, van piac stb. A sejten belül is. Vannak különböző feladatok, amelyek a sejten belül megoszlhatnak. A betegség valamely résznek a megomlását jelenti. Az a funkció, amelyet a sérült rész lát el, nem működik. A géntérkép eddig csak azt határozta meg, milyen „utca” vannak ebben a „városban”. Nem is az utcákat határozta meg, csak a kereszteződéseket. Azt, hogy melyek a gének. Van egy pontos gén-listánk, de nem mondta meg, mi mivel van kapcsolatban. Ez egy kicsit olyan, mintha adnánk egy utcanév-listát valakinek a kezébe Csíkszeredában, hogy keressen meg egy adott címet, de nem adnánk hozzá térképet. Most itt áll az orvostudomány. Az orvosok már felismerték, hogy nem fogjuk tudni ezt az óriási gén-információállományt használni, amíg a térkép meg nem születik. A mi szerepünk nem a térképkészítés, azt a kollégáink végzik. A mi szerepünk az, hogy miután elkészül a térkép, választ adjunk arra, hogyan értelmezzük. Hogyan

találunk meg innen, ahol most vagyunk Csíkszeredában, egy másik címet? Melyik a legrövidebb út, hogyan omlott meg a térkép egy része, hogyan kapcsolódik az a betegséghez. Meggyőződésem, hogy mindez megkerülhetetlen az orvostudományon belül. Ha ezt megcsináljuk, az valódi forradalomhoz fog vezetni. A Harvardon most hoztak létre egy egész új intézetet, amely „hálózat orvostudomány” néven fut, ez az első ilyen a világon. Már több mint kétszáz ember dolgozik itt.

Miért volt egyértelmű, hogy az orvostudományt kell kiemelni?

Van néhány terület, ahol a hálózatelmélet fontos lesz a következő években. Az egyik a számítógép-tudomány, a másik a szociális hálók területe, a harmadik a gazdaság. Az egész gazdasági krízis háló-probléma. Mi történt? Egyes csomópontok megomlottak, és a hálóon keresztül ez a többi is alapvetően érintette. Különböző felkészültséget igényel, hogy ezeket a témákat feldolgozzuk. A közgazdaság lassan mozgó szakma. Gleccsersebességgel halad, nagyon ideologizált is. Van egy olyan vicc, hogy minden közgazdász igazából fizikus szeretne lenni...

Úgy érti, nagy az igény az objektivitásra, miközben sok szempontból elkötelezettek?

A közgazdaságtan inkább matematika-alapú, mint a fizika, és ez behatárolja, hogy mihez lehet itt kezdeni. Csak azt ismerik el, ami matematikailag bebizonyítható, a bizonyítás a fizikusokat nem is érdekli. Na de ez csak egy zárójel. Mert a lényeg az, hogy ha az ember végiggondolja, melyik az a terület, amelyhez érdemben hozzá lehet járulni a hálózatelmélettel, akkor rájön, hogy az az orvostudomány. A tudományos közösség is kész volt, hogy befogadja a hálózatkutatókat. Nem mondom, hogy nem voltak „immun-reakciók”. Sokan támadtak bennünket azzal, hogy mindez micsoda? Nem értik, mit akarunk. Magyarázták, hogy itt génekről, nem hálózatokról van szó. Aztán az utóbbi tíz évben ez nagyon átbillent.

A genetikusok is beadták a derekukat?

Nem a genetikusokkal volt elsősorban probléma, mert ők a reakciókkal, kölcsönhatásokkal foglalkoztak, és látták, itt tényleg van egy háló. Az igazi áttörés akkor történt, négy-öt évvel ezelőtt, amikor az orvosok is felismerték ezt. Az orvosok nagyon pragmatikus társaságot alkotnak, őket csak az érdekli, ami segíti a beteget. Ma már a Harvardon az intézetet nem sejtbiológusok vezetik, hanem orvosok. Ők jöttek hozzánk, és azt mondták, nem értjük, mi ez a hálózatelmélet, de sejtjük, hogy fontos lesz. És azt is látjuk, hogy eljutottunk annak a paradigmának a határáig, amire mi építettünk. Ez a paradigma a gének kutatását jelentette, azt a feltételezést, hogy a gének mutációi magyarázatot adnak majd a különböző betegségekre. Öt éve tudjuk, hogy ez zsákutca. Minden információ, ami a gének alapján összeszedhető, az mind ki van préselve, és minimális, amit tudunk. Tudjuk például, hogy ha van egy típusú mutációnk, akkor az öt százalékkal megnöveli bizonyos betegségek megjelenését. Ez is hozott jelentős eredményeket, jó néhány onkológiai kezelésben használt gyógyszer ezekre a mutációkra épül. A baj az, hogy nagyon kevés közös mutációnk van. Mondok egy példát. A mellrák az egyik olyan betegség, amelynek ismertek a genetikai alapjai, ami azt jelenti, hogy van egy ismert mellrák gén. Ha valakinél jelentkezik a mutáció, 40-60 százaléka esélye van arra, hogy mellrákja legyen. Hét éve a Harvard rákkutató intézetében minden jelentkező beteg rákos génjeit szekventálták. Kiderült, három százalék azoknak a megbetegedett nőknek az aránya, akiknél a génmutáció is jelentkezett. Tehát a mellrákos nők 97 százaléka nem rendelkezett mutáns génnel. Ezután következett egy sor fontos kutatás, ami alapján rájöttünk, hogy két embernek nagyon hasonló rákja van, és nincs egyetlen közös génben sem mutációja. Hogy lehet ez? Úgy,

hogy hálózatról beszélünk. Van egy bizonyos gépezet, amelyet hálózatként lehet leírni, mint az autó elektromos hálózatát, és az romlik el. De ez sokféleképpen romolhat el, ahogy sok oka lehet annak, miért nem világít egy autó lámpája. Elszakadhat száz különböző helyen a kábel, kiéghet a biztosíték, elromolhat a kapcsoló. A betegség „fenotípusa”, amit az orvosok betegségnek neveznek, ugyanaz: nem ég a lámpa. Hogyan javítjuk meg az autót? A szakí megnézi a huzalozást, ellenőrzi két-három helyen, hogy van-e áram. Ahhoz, hogy megértsük a rákot, kell a térkép. A betegség nem a génekben van, hanem a hálóban. Ha egyszer elromlik egy adott terület, akkor a betegség újra és újra meg fog jelenni.

Ha hálózatba kötjük a különböző tudományterületeket, akkor ez, amiről beszélünk, mindent érinthet az orvostudománytól a közgazdaságtanig?

Nem szeretek ilyen nagy képekben gondolkodni. A hálózattudomány eszköz, amivel sok problémát meg lehet oldani. Ez bizonyos területeken valódi forradalomhoz fog vezetni, más területeken annyira nyilvánvaló ez a szemlélet, hogy nem igazán hoz többletet. Abban hiszek, hogy az orvostudományban gyökeres változást hoz.

Elég, ha másként látjuk ezután az embert, mint testet, és a betegséget, mint problémát-feladatot.

Tegnap temettük el édesapámat egy olyan betegség miatt, amellyel Amerikában még öt-hat évet élhetett volna. Rákban halt meg. Az én gyerekeim generációja számára valószínűleg teljesen gyógyíthatóvá fog válni, olyan léptékű a fejlődés. Racionálissá válik, hogyan gyógyítunk. Még az elmúlt néhány hónapban is óriási áttörések történtek a rákkutatásban. Az elmúlt harminc évben az orvostudomány rengeteget fektetett be a genetikába, de ez még nem csapódott le az orvostudományba. Manapság az orvos Csíkszeredában pont úgy gyógyít, mint húsz évvel ezelőtt. A gyógyszerkészlet se változott, nincs olyan készítmény, ami a genetikára építene. Az összes készítmény, amit most használunk, még a genetikai kutatások előtt jelent meg. Miért? Mert egy gyógyszer átfutása a rendszeren a felfedezéstől a forgalomba kerülésig körülbelül tíz év. A géntérkép megjelent tizenöt éve, tíz év múlva fognak megjelenni azok az orvosságok, amelyek már ehhez kötődnek.

Hogyan tudja feldolgozni, hogy ilyen kutatásokat végez, a családjában pedig ilyen veszteség történt?

Úgy gondolom, valószínűleg én képviselem az utolsó generációt, amelyen ezek a kutatások még nem fognak segíteni. De az én gyerekeim nagy valószínűséggel haszonélvezői lesznek ezeknek a kutatásoknak. Mi még relatíve korán fogunk elhalni, olyan mértékben, mint a szüleink. A gyerekeinknek jelentősen megnő az élettartama.