

I. A rendszer- és hálózatszemlélet jelentősége az IKT társadalmi hatásainak modellezésében

Molnár László

DOI: 10.36250/00734.01

1. A fejezet célkitűzése

A fejezet nem vállal sokat, de azt igyekszik hatékonyan átadni. Mivel ez a tananyag bevezető része, így nem megyünk bele a mély fogalommagyarázatokba és a komplex összefüggések magyarázatába. Helyette felszínes, de helytálló képet szeretnénk kialakítani a tanulóban a rendszer- és hálózatszemlélet fogalmáról, hogy meg tudja ezeket határozni és különböztetni egymástól. A későbbi fejezetek taglalják majd eszköztárukat és a belőlük kinövő rendszerelmélet és hálózattudomány fogalmi kereteit.

Jelen fejezetben ízelítőt, kedvesinálót kívánunk nyújtani. Éppen ezért érdekes példákat hozunk fel az elméleti bevezetésben is. Megnézzük, mi köze az informatikának agyunk titkainak megismeréséhez vagy a katonai stratégiákhoz. Gyakorlati példák között megismerkedünk az internet rejtett, sötét oldalával, a dark webbel, a gazdaság és orvostudomány modellezésének néhány példájával, hogy bemutassuk, mennyire sokszínű felhasználása van az életben tananyagunknak.

Az IKT társadalmi hatásainak részletes bemutatása az előző féléves információs társadalom kurzus feladata volt, így jelen tananyagunk nem célja ezen hatások részletes bemutatása. Viszont azt érdemes előljáróban megemlíteni, hogy az információs társadalom összefüggéseinek vizsgálata során az adatelemzés és adatbányászat eszközei mellett (függetlenül azoktól vagy épp felhasználva azokat) a rendszer- és hálózattudomány eszköztárát is felhasználják a kutatók az összefüggések megtalálásához és kutatásához.

2. A rendszer- és hálózatszemlélet

2.1. Rendszerszemlélet

A rendszert mint fogalmat a tudományok és a tudományfilozófia szinte a kezdetektől használja, a tudományosság egyik legalapvetőbb fogalma, mégis a rendszer fogalmának definiálása

csak a 20. században kezdődik el; a rendszerelmélet más fogalmaival egyetemben. Ezt az elméletet Ludwig von Bertalanffy¹ osztrák biológus kezdte kidolgozni.

A rendszerelméletről a későbbiekben lesz bővebben is szó, most csak pár alaptételt nézünk meg, hogy megértsük, mik ezek, és láthassunk néhány izgalmas és érdekes példát a rendszerszemlélet gyakorlati hasznosságára.

Az elmélet lényege, hogy a rendszer komplexebb egészt alkot, mint a részelemei együttesen. Szemléletesen nézzük meg az emberi testet. Ha kivesszem az összes sejtünket, és egymásra pakolom őket, bár az egész rendszer minden alkotóelemét egy halomba teszem, mégsem lesz belőle az az élő szervezetrendszer, amely korábban volt.

A rendszerszemlélet lényege, hogy egy rendszert szemlél, alapelve, hogy az alkotóelemeket nem lehet a rendszerből kivéve önmagában vizsgálni, ezért összefüggéseket és folyamatokat vizsgál. Amennyiben a rendszer szerkezetét szeretnénk leírni, először is meg kell vizsgálnunk a részek (alrendszerek) és az egész funkcionális egység között lévő kapcsolatokat.

A rendszerszemlélet fontos eleme, hogy az adott rendszert ritkán tekinti statikusnak, a rendszerek lényegi jellemzője ugyanis az, hogy folyton változnak, dinamikusak. A rendszer elemei, alapvető különbözőségeik ellenére igazi egységet alkotnak. A holisztikus elemzés egy rendszernek vagy a rendszer egy vetületének egészét vizsgálja, hasonlítja vagy azonosítja. Minden egyes elem egy-egy lépcsőfok, és minden ilyen elem a holisztikus leegyszerűsítés művelete által visszavezethető egy egyszerűbb lépcsőfokra, és így egy lépcsőzetes kiterjedést kapunk. Másképp fogalmazva a rendszerszemléletben a világ minden egyes megnyilvánulása visszavezethető a megnyilvánulás kiváltó okára.

A rendszerszemlélet komplex megközelítési módszer, amely azt állítja, hogy ha valamilyen problémára valódi megoldást akarunk találni, akkor rendszerszemléletű válaszokat kell keresnünk, vagyis összefüggésében és folyamatában kell látnunk a dolgokat. Ehhez feltétlenül ismernünk kell az adott rendszer működését. Hiányában két alapvető hibát (MÉSZÁROS–BARÓTI 2013) követhetünk el:

- Nem figyelünk az ok-okozati összefüggésekre. Következésképpen, hogy tüneti kezelést végzünk.
- Nem vesszük figyelembe a teljes rendszert. Következésképpen, hogy beavatkozással a rendszer más részeiben kárt okozunk. Tudatában kell lennünk annak, hogy a rendszer elemei összefüggnek, ezért minden beavatkozás a rendszer minden elemére hatást fejt ki.

Amíg tehát nem értjük a kiváltó okokat, csak tüneti kezelést vagy látszateredményt tudunk elérni. Ha nem összefüggéseiben vizsgáljuk a folyamatokat, állandóan újratermelődik a probléma.

¹ Családneve magyar származású, 16. századi nemesi név, de a család osztráknak tekintette magát a biológus és rendszerkutató születése idején.

A rendszerszemlélet fontos alaptétele a cirkuláris okság (KOMLÓSI 2012), vagyis ha a rendszer egyetlen elemét megváltoztatjuk, akkor ez kihat(hat) a rendszer valamennyi más elemére is. Gondoljunk például egy elköltözésre az életünkben mint rendszerre. Ha költözünk, valamennyire minden más alkotóeleme is változik az életünknek, holott csak – felületesen nézve – a lakcímünk változik meg.

A rendszerelmélet és így a rendszerszemlélet gyakorlati használhatóságának erős támogatást ad a modern informatika folyamatosan fejlődő IKT- (infokommunikációs technológiák) eszközeivel, amelyek gyorsabb számítási kapacitást nyújtanak, így komplexebb elemzések elvégzéséhez segíthetnek hozzá. A másik fontos támasz a számítási kapacitás támogatása mellett az adatbányászat eszközeiben rejlik, amely erősen támaszkodik az emberek világhálón végbemenő cselekedeteire. A modern hálózatok által kínált lehetőségek a rendszerelméletet is alakítják, illetve alapvetően határozzák meg társadalmunkat.

2.2. Hálózatszemlélet

A hálózatok által kínált nézőpont nélkülözhetetlen azoknak, akik szeretnék megérteni napjaink összekapcsolt világát (BARABÁSI 2016). Barabási Albert-László világhírű magyar hálózatkutató a hálózatszemléletet az életünkben rengeteg helyen használható tudásnak ítéli meg, amelyet úgy nevez: hálózattudatosság.

A hálózatelméletről is lesz bővebben szó majd külön, az erre a témára fókuszáló fejezetben, így lényegi meghatározásokat, fogalommagyarázatokat itt nem kínálunk, ahogy a rendszerszemléletnél sem. A hálózattudomány úgy kapcsolódik a rendszerszemlélethez, hogy abból indul ki, minden rendszer (internet, sejtrendszer, személyek közötti szexuális interakciók által alkotott rendszer stb.) elképzelhető hálózatnak, vagyis gráfnak. Ennek a jól leírható gráfnak az ismerete által pedig sok mindent megállapíthatunk a rendszer egészéről. A hálózattudomány egyik legérdekesebb felfedezése pedig az, hogy nagyon hasonlóan működnek a hálózatok, vagyis például egy biológiai rendszer hálózatának struktúrájából nyert következtetések akár felhasználhatók a közösségi háló (Facebook) összefüggéseinek vizsgálatánál, és vice versa (BÍRÓ 2014).

A komplex rendszerek megértése, matematikai leírása, előrejelzése és végső soron irányítása századunk egyik legnagyobb és legfontosabb tudományos feladata. A hálózattudomány pedig ehhez szolgál eszközül. A 21. század legforradalmibb technológiai egytől egyig a hálózatokon alapulnak, s ezek teszik lehetővé például a Google vagy a Facebook működését. A géneket, fehérjéket és anyagcseretermékeket a köztük lévő kölcsönhatáshálózat fogja össze sejtekké, a sejtek hálózata nélkül pedig nem lenne élet. A szakmai vagy épp baráti, családi kapcsolatok együttesét társadalmi vagy kapcsolati hálózatnak nevezzük. A villamoshálózat révén kapunk áramot gépeink használatához és életünk kényelmesebbé tételéhez. Végeredményképpen elmondható, hogy a hálózatok átjárják a tudomány, az üzlet, a természet és a közigazgatás világát is.

A hálózattudományt segítő két nagy erő (BARABÁSI 2016):

- a hálózati térképek;
- a hálózat tulajdonságainak univerzalizálása.

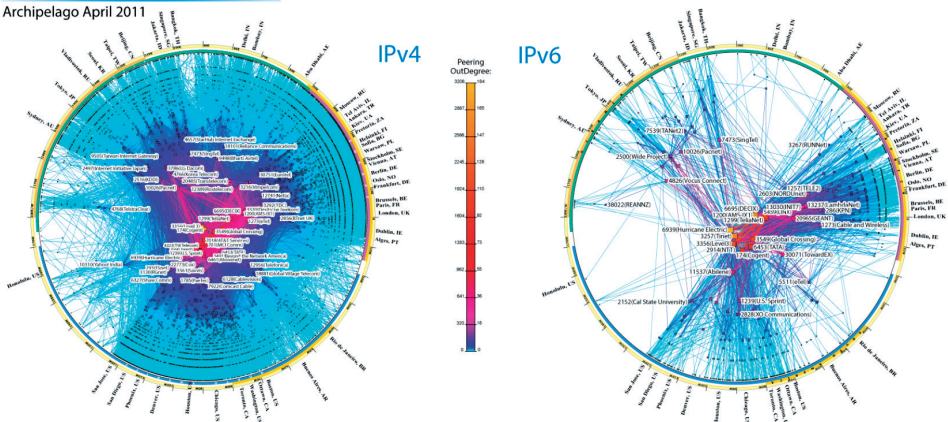
2.2.1. A hálózati térképek

A rendszerek, pláne, ha komplex rendszerek, néhány száz, de akár több milliárd elemből is állhatnak. Ezek leírásához szükségünk van a rendszer kapcsolatainak hálózatos diagramjára. Az ilyen hatalmas rendszerek hálózatos leírása azonban nem egyszerű feladat, olyannyira nem, hogy egészen a közelmúltig nem állt rendelkezésünkre ezek elkészítéséhez alkalmas eszköz. Az internet tette lehetővé a hatékony és gyors adatmegosztást, és az olcsó, digitális tárhelyek használatát a hatalmas adattömegek tárolásához. (Itt sok esetben nem is maga a tárhely a fontos, hanem a fizikai környezetének biztosítása, egy hatalmas szerverpark hűtő- és szellőzőrendszert igényel a különböző biztonsági előírások mellett. Ezt egy kis cég nem tudná biztosítani, viszont tárhelyet, esetleg számítási kapacitást bérelni – felhőmegoldás – az internet korában nem nagy ördögösség valamelyik erre szakosodott cégtől, ráadásul sokkal olcsóbb, mint kiépíteni a szerverparkot.)

Az internet eszközül szolgál, hogy a minket körülvevő és bennünk lévő hálózatok adatait könnyen, olcsón és gyorsan tudjuk gyűjteni, csoportosítani, megosztani és elemezni. A technológiai fejlődésnek hála pedig manapság a hálózati térképek készítése robbanásszerű fejlődésnek indult. A CAIDA- és a DIMES-projekteknek köszönhetjük az első térképeket az internet egészéről.

CAIDA'S IPv4 & IPv6 AS Core AS-level INTERNET GRAPH

Archipelago April 2011



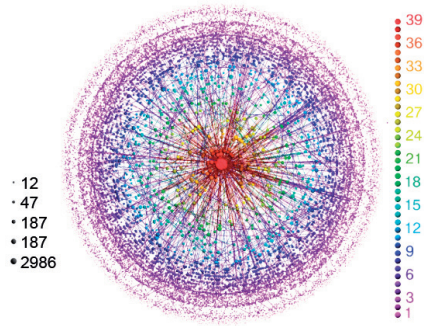
Copyright © 2012 UC Regents. All rights reserved.

1. ábra

CAIDA-projekt által az internet egészéről készített térkép

Megjegyzés: Balra az IPv4, jobbra az IPv6 tartomány hálózati térképét láthatjuk.

Forrás: IPv4 and IPv6 AS Core: Visualizing IPv4 and IPv6 Internet Topology at a Macroscopic Scale in 2011, s. a.



2. ábra

A DIMES-projekt térképe az internet hálózata autonóm rendszerszintű (AS – autonomous system) kapcsolatainak megjelenítéséhez

Megjegyzés: Minden egyes pont egy autonóm rendszer, és minden közöttük húzódó él egy-egy kapcsolatot. A bal oldali számok és a különböző méretű pontok az egyes pontok fokszámait jelölik (lásd később).

Forrás: Autonomous System DIMES, 2013

Az internet egészéről készült térképek mellett a hálózattudomány más vizsgált területein is megjelentek hasonló térképek. Biológusok több száz millió dollárba kerülő kísérleti kutatással feltérképezték az élő sejtek fehérje-fehérje kölcsönhatásait. A cégek, amelyek profitjukat a társadalmi hálózatokra építik (például Facebook, LinkedIn), kapcsolataink összegzésére készítenek ilyeneket, míg a National Institutes of Health (az USA egészségügyi kutatásait összefogó intézmény) projektjében, a Connectome-ban az emlősök agyában található idegsejtkapcsolatokat térképezik fel.



3. ábra

Egyike a rengeteg idegsejttérképnek, amely a Connetome keretében elkészült

Megjegyzés: A kép az emberi agy fehérállományának szerkezetét mutatja be, a színek a kapcsolatok irányát jelölik.

Forrás: Humanconnectomeproject.org (A letöltés dátuma: 2018. 03. 26.)

Az első hálózati térképek még az előző század végén készültek, és sokszor nem is volt céljuk a térképpé válás, csupán más projektek melléktermékeiként születtek, és ezeket használták fel a hálózatkutatók, akik felismerték jelentőségüket. A kutatók leleményességétől erősen függött a hálózatok felismerése és összeállítása a meglévő, egymással gyakran nem kapcsolódó adatbázisokból. Például Hollywoodban összefüggő kapcsolatokat lehetett megállapítani az egyes filmekben játszó színészek listáját tanulmányozva, miután ezek a különböző listákból, könyvekből és enciklopédiákból az internetnek hála központi adatbázisokba kerültek. Ennek oka a filmkedvelők kíváncsiságának kielégítése volt, a hálózatkutatók azonban dolgozni tudtak velük.

2.2.2. A hálózat tulajdonságainak univerzalitása

Ezt az erőt már korábban megemlítettük. Nyilvánvalóan könnyű felsorolni a számítógépes és társadalmi, vagy épp biológiai hálózatok közötti különbségeket. Molekulákról, gépekről vagy épp személyekről, cégekről beszélünk pontokként, míg a kapcsolataik kémiai reakciók, elektromossággal történő adatátvitel, beszélgetés, üzleti tranzakciók. Ezek teljesen különböző hálózatok, amelyek kialakulási folyamatai is rendkívül változatosak (lehet több milliárd éves evolúció, egy filmklisé véletlen összeütközés és kávékilöttyenés vagy tervezett mérnöki munka stb.).

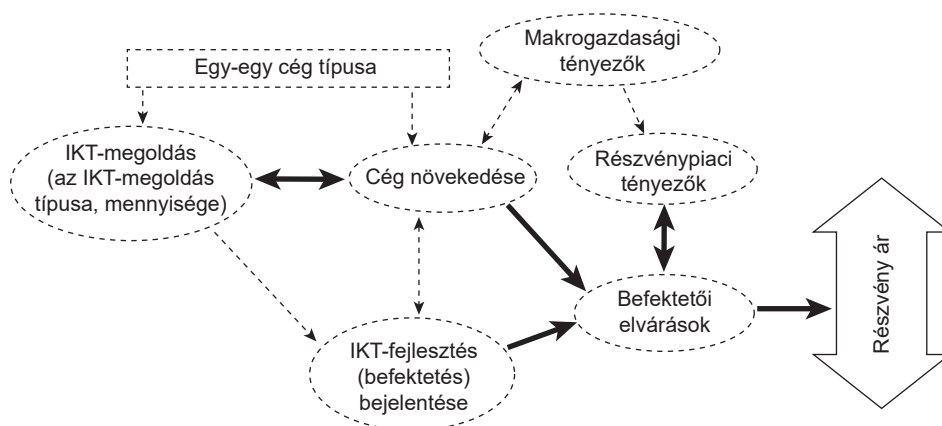
A különböző hálózatok mérete, működése, célja, története és kialakulása erősen eltér egymástól, nem lenne meglepő tehát, ha maguk a hálózatok is jócskán különböznenek. Érdekes módon azonban a hálózat kutatás egyik fő felfedezése pontosan az, hogy a tudomány, a természet és a technológia különböző területein előforduló hálózatok szerkezete igen hasonló. Ennek oka pedig az, hogy a rendezőelveik ugyanazok. Ez pedig azt teszi lehetővé, hogy a hálózatok ugyanazon matematikai eszközökkel kutathatók. Ez a hálózatok univerzitása (BARABÁSI 2016).

3. Gyakorlatban a rendszer- és hálózatszemlélet az IKT társadalmi hatásainak modellezésében

3.1. Gazdasági hatás

3.1.1. Tőzsde és gazdaság

A rendszer- és hálózatszemlélet, illetve az infokommunikációs technológiák gazdasági hatása könnyedén tetten érhető a tőzsdén. Manapság a vállalatok – hála az IKT-eszközöknek – sokkal kiélezettebb és változób feltételekkel bíró versenyben vesznek részt, ahogyan az országok is. Az adott vállalat részvényeinek árfolyamára konkrét hatást gyakorol a válsztott IKT-megoldás és az adott cég automatizációjának mennyisége.



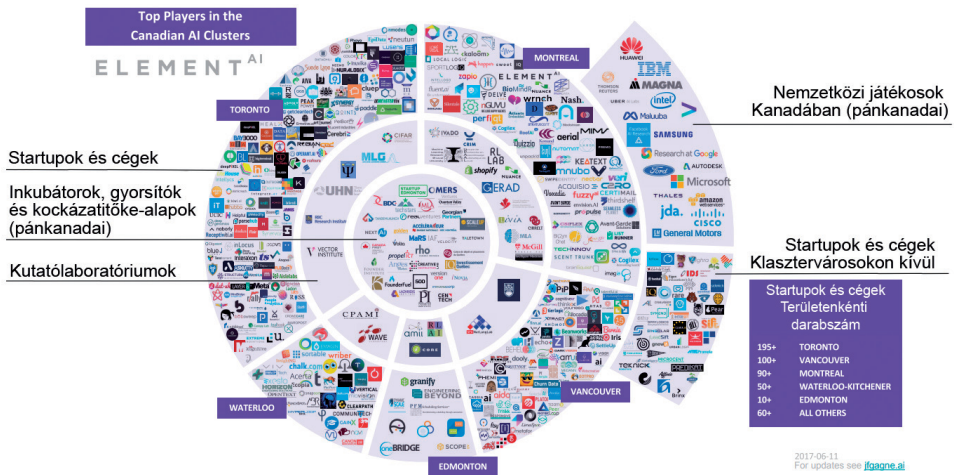
4. ábra

Az IKT-megoldások hatása és helye a vállalat tőzsdei értékének meghatározásában. A valóságban ez nem egy direkt folyamatot jelöl, hanem a hatás azonosíthatóságát

Forrás: JANKE–PACKOVÁ–PRÍDAVOK 2015

Nyilvánvaló hatása a tőzsdén az IKT-nak az IKT-alapú cégek megjelenése is. Mára már nem csak az olyan nagy IKT-cégek, mint a Microsoft vagy az IBM határozzák meg a tőzsdei forgalom jelentős részét, hanem az IKT-n belüli külön iparágak is komoly hatást fejtenek ki a gazdaságra mind a tőzsdén, mind az egyes országok GDP-jét nézve. Ilyen IKT-szegmens lehet a közösségi oldalak, a hardvergyártók vagy épp a mesterséges intelligencia szegmense. A klasszikus, nem IKT-iparágak az IKT-megoldások használatával pedig a globalizációt minden eddiginél hatékonyabban képesek kihasználni. Webshopokat működtetnek, real-time marketinget használnak, vagy épp vállalatirányítási szoftverek segítségével akkor gyártanak le csak valamit, amikor azt valaki megrendeli, így nem tartanak fenn feleslegesen raktárkészletet, és ezen spórolnak.

Az IKT hatásai rendkívül széles körűek és az egyes tőzsdei szereplők „életén” is kimutathatók. Ahhoz, hogy hatékonyan fel tudjuk ezeket térképezni, modellezni és megérteni, szükség van a rendszerszemléletre és a hálózattudományra egyaránt. Adatokat kell szerezni, összefüggéseket kell vizsgálni, és ezeket vizualizálni, következtetéseket levonni. A tőzsdei folyamatok sokkal inkább tükrözik a valóságot, mint régebben. Ráadásként manapság a tőzsdén az emberek helyét egyre inkább átveszik a tőzsdei kereskedő robotok, akik egymással kereskednek, így tompítva az emberi psziché hatásait.



5. ábra

Kanada mesterséges intelligencia iparágában részt vevő főbb cégek földrajzi területenként és kategóriáinként (kutató, startupok és cégek, inkubátorösztönző)

Forrás: GAGNÉ 2018

3.1.2. Menedzsment

Az IKT-eszközök magasabb fokú kihasználására épül a leanmenedzsment is. A lean szó jelentése sovány, karcsú. A lean kifejezést 1988-ban publikálta először John Krafcik, majd átfogóan James Womack és Daniel Jones munkásságából ismerte meg a világ. A termelékenységi kérdésében alapvető változás következett be: míg korábban Ohno feladata a Toyotánál az volt, hogy érje el a Ford eredményességét, néhány évtizeddel később az USA próbálta meg „másolni” a japán sikert. A szerzők az autógyártásra fókuszálva végeztek összehasonlító elemzéseket, és próbálták meghatározni a siker összetevőit (BERÉNYI 2015).

A leantermelés jellemzői az alábbiakban foglalhatók össze:

- átlátható munkahely-kialakítás,
- önellenőrzés beépítése a folyamatokba,
- a munkavégzés szabványosítása,
- megelőző karbantartás a teljesítőképesség fenntartására,
- kiegyenlített termelés megvalósítása.

A leanmódszer korábbi, mint ahogy a hálózattudomány igazán modellezni tudta volna, viszont hatékonyan akkor működik, ha a vásárlási, eladási, előadási és szállítási folyamatokat megfelelően tudjuk modellezni, adatok állnak rendelkezésünkre, és a végletekig igyekszünk ezeket a folyamatokat gyorsítani, egyszerűsíteni és olcsóbbá tenni (BERÉNYI 2015).

3.1.3. Emberi erőforrás

Az intézmények – legyenek azok gazdasági vagy közigazgatási szervek – működésének egyik kulcstényezője a megfelelő emberierőforrás-menedzsment. A szervezeti hierarchiák jól jönnek a döntéstámogatásban, ugyanakkor a gyakorlatban nem mindig értjük meg, hogy a felső vezetés akarata miért nem valósul meg az alsóbb szinteken.

Ennek kiderítésére segítségül hívhatjuk a hálózattudományt. A szervezet sikerét a jó stratégiai tervezésen és projekteken túl az emberek egymás közti kommunikációja által definiált informális hálózat határozza meg. A szervezetek hálózattérképei rámutathatnak arra, hogy egyes személyek, egységek között nincs, vagy csak részben van kommunikáció, míg más személyek esetleg sokkal jobban beleágyazódtak a szervezet belső kommunikációjába, mint az elsőre indokolt lenne.

Barabási nagyon szemléletesen mutatja be ezt egy magyar vállalaton, amelynek három telephelye van az ország különböző pontjain, és a vezetőség nem érti, miért térnek el az információk, amelyeket közvetítenek a cég alkalmazottainál fellelhető információktól. A Maven7 cég információkat gyűjtött a vállalat alkalmazottaitól, hogy kinek a tanácsát kéri ki, ha a céggel kapcsolatos döntést kell meghozniuk. A szervezeti és szakmai információforrásként megjelenő emberek csomópontok lettek, és a vállalat vezetősége elég kevés emberrel összekötött csomópontot alkotott, míg mondjuk az egyik legalsóbb szintű vezető lett a legnagyobb szervezeti csomópont. Ő felelt a különböző telephelyeken, irodákban a biztonsági és környezetvédelmi elvek betartásáért. Egy rendkívül beszédes illető volt, aki minden helyszínen járt, és sok mindent tudott, a felső vezetőkön kívül lényegében szinte mindenkivel kapcsolatban állt. Mivel nem a felsővezetéstől érkező, valós információkkal rendelkezett, hanem az innen-onnan összeszedett pletykákkal, ezért a menedzsment szándéka általa rendkívül torzult, annak ellenére, hogy mindenki megkapta a munkahelyi e-maileket, és mindenki számára elérhetőek voltak a belső hálózaton a vezetés utasításai, bár ezeket lehet, hogy kevesen olvasták... Felmerül a kérdés, hogy mit kell tenni az illetővel. Rágjuk ki? Léptessük elő? A legjobb megoldás, hogy az ilyen embereket nyugodtan megtartjuk a pozíciójukban, ha amúgy alkalmasak rá, csak vonjuk be az információfolyamunkba, és így adjunk nekik valós adatokat, amelyeket aztán terjeszthetnek ugyanúgy, mint eddig. A kolléga biztosan örülni fog, hogy a fontos döntésekkor behívja a felső vezetés, beszélgetnek vele, és ez a presztízs önmagában jutalom neki. Többletfeladatot viszont nem adunk neki, bár érdemes azért még némi fizetésemeléssel is jutalmazni.

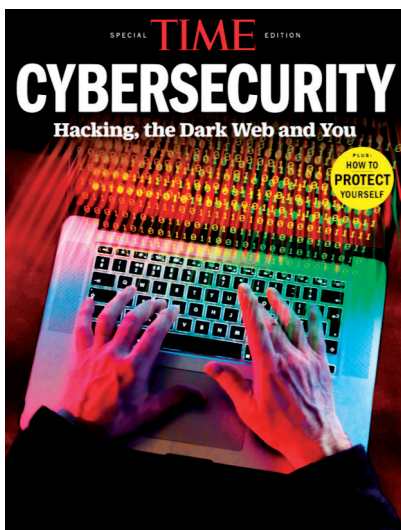
A szervezetrányítás szakirodalma szerint az ilyen informális kommunikációs csatornák rendkívül fontosak a szervezet sikeres irányítása szempontjából. Az ilyen csatornákat viszont hálózati térkép elkészítésével tudjuk a leghatékonyabban feltérképezni. Több cég pedig arra szakosodott, hogy a szervezetek belső szerkezetét feltérképezze, azonosítsa a véleményformáló egyéneket, megmondja, mi miatt mondanak fel alkalmazottak, így megakadályozhatóvá tege az, vagy eredményesebb termék- vagy szolgáltatásadási mechanizmusokat javasolhatnak. Egyre több vállalatirányítási szoftver jelenik meg a piacon, amely szintén képes társadalmi kapcsolatháló elemző szolgáltatást is nyújtani, bár ezek még nem tudják helyettesíteni a célzott, emberek általi kutatásokat, mégis sok hasznos következtetést adhatnak.

3.2. Biztonság- és védelempolitikai hatás

3.2.1. Bűnüldözés a web sötét oldalán

A mai modern információs társadalomban az egyik legaggasztóbb és közben legszabadabb jelenség az úgynevezett dark web (sötét web). Legszabadabb, mert ezen az internet bizonyos átlagfelhasználóktól elzárt vidékén nincs semmilyen cenzúra, nem alakul ki igazán a véleménybuborék, és felhasználói teljes anonimitás mögött, lényegében bármit csinálhatnak, a törvény keze ritkán ér el ide. Pont emiatt azonban a modern szervezett bűnözés egyik bástyája is.

A dark webet átlagos böngészővel (például Chrome, Firefox vagy Microsoft Edge) nem lehet elérni, speciális böngészőre van hozzá szükség, az egyik ilyen a Tor. Maga a kifejezés a *Time* magazin *Cybersecurity* (kiberbiztonság) különszámával került be a hétköznapi szóhasználatba. A Tor böngésző azon túl, hogy lehetőséget ad az internet sötét oldalán való szörfölésre, még anonimitást is garantál, emiatt nem feltétlenül kell rögtön gyanakodnunk, ha egy ismerősünknel megtaláljuk. A dark web ellenőrizhetetlensége nagyrészt nem bűnözőket takar, ugyanakkor mégis a drog- és fegyverkereskedelem, az embercsempészet, a gyermekpornográfia és más illegális szexuális aberrációk gyűjtőhelye. Az ilyen oldalakat üzemeltetni és egyes országokban látogatni is bűncselekmény. Éppen ezért vannak a dark weben, ahol nehéz felkutatni a készítőket, a felhasználókat beazonosítani meg még inkább problémás. Míg egy átlag felhasználó átlag gépe rengeteg nyomot hagy a netezés során, emiatt a rendőrség gyorsan nyomára tud bukkanni egy átlagos internetes zaklatónak, a sötét web megvédi ezeket a felhasználókat.



6. ábra

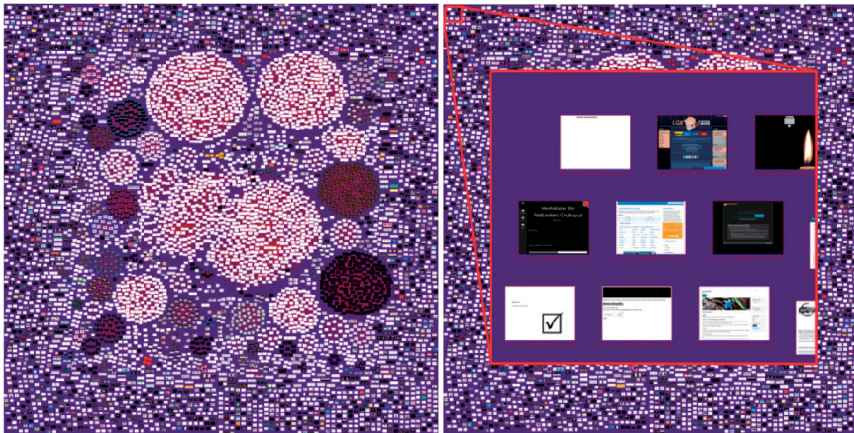
A Time kiberbiztonsággal foglalkozó különszáma

Forrás: Time, 2018. január 19.

A Tor azonkívül, hogy elrejtje a felhasználója IP-címét, így földrajzi tartózkodási helyét, elrejtje a weboldalak helyét is. Ezt a szolgáltatást hagymaszolgáltatásnak nevezzük (onion service). Sok mindenre használják, ami nem mindig egyértelműen besorolható a jó és a rossz kategóriájába, például egy elnyomó hatalmat kikerülni kívánó polgárok egymással szabadon beszélgethetnek rajta, az újságírók így garantálják informátoraik anonimitásának megőrzését, illetve az átlag állampolgároknak is jól jön, ha el akarják kerülni a real marketing eszközeit, és azt, hogy mindenféle adatokat tároljanak róluk.

A bűnüldöző szervezeteknek és kutatóknak egyaránt izgalmas téma ugyanakkor valami módon a dark weben található oldalak megismerése. A Hyperion Gray blog készítői erre vállalkoztak. A Tor böngésző adatai alapján 60 ezer hagymaszolgáltatást üzemeltetnek, ebből 6608-at sikerült a bloggereknek feltérképezni mesterséges intelligencia segítségével (úgynevezett *web crawler*) (*Dark Web Map* 2018).

Sok különféle oldalt találtak, például olyat, amely India postáit és irányítószámait tartalmazza, tehát teljesen ártatlan, akár a sötét weben kívül is működtethető oldal is lehetne. Az elkészült térképen a háló pontjai weboldalak képei, míg a köztük húzott kapcsolat azt jeleníti meg, ha két oldalt „azonosnak” tekintettek.



7. ábra

A Hyperion Gray által készített darkweb-térkép, baloldalt, illetve belenagyítva: jobboldalt

Forrás: Dark Web Map, 2018

Az azonosság a weboldalak kapcsán nem azt jelenti, hogy ugyanazok (lásd 8. ábra). Két oldal szerencsejátékokkal foglalkozik, és bár más a színvilága és képi világa, feltételezhető, hogy ugyanaz a készítőjük. Olyannyira, ha igazán akarnánk, játszhatnánk rajtuk olyan játékot, hogy számoljuk meg az azonos szerkezeti elemeket (például menüelrendezés, hírek menü a jobb oldalon stb.).



8. ábra

Két azonos dark web oldal, amelyek különbözök

Megjegyzés: A képek alján a dark webben elérhető nevük látható az utolsó négy karakter kitarásával, mivel a Hyperion Gray csapatának nem az volt a célja, hogy valamiféle brosúrát készítsen, hanem tudományos szempontból vizsgálták ezeket az oldalakat, így megőrizték anonimitásukat, nehogy a bűnözést támogassák ezzel.

Forrás: Dark Web Map, 2018

A bloggerek találtak továbbá a dark webben sok olyan oldalt, amely Secure Dropot futtat, amely egy anonim szivárogtató rendszer, direkt azoknak kitalálva, akik cégükről, kormányukról vagy valami másról tudnak hiteles adatokat, valami sötét ügyletről, de nem akarják veszélyeztetni saját állásukat. Több nagy újság, például a *The Guardian* üzemeltet a dark webben oldalt magának az ilyen emberek számára. Az ilyen oldalakat is egy nagyobb halmazba tömörítve látjuk a hálóban.

A Hyperion Gray oldalán, illetve külön a www.hyperiongray.com/dark-web-map/ linken mi magunk is megnézegethetjük a felderített weboldalak nyitóképeit, ugyanakkor mivel találhatunk köztük olyan tartalmakat, amelyek nem biztos, hogy jó hatással lennének közérzetünkre, mindenki csak saját felelősségére nézze meg ezeket.

A hálózatkutatás ugyanakkor jó eszköz a rendőrségeknek, hogy a ténylegesen törvénybe ütköző tevékenységeknek a netes alvilágát hasonló módon feltérképezze és felszámolja.

3.2.2. Terrorizmus és katonaság

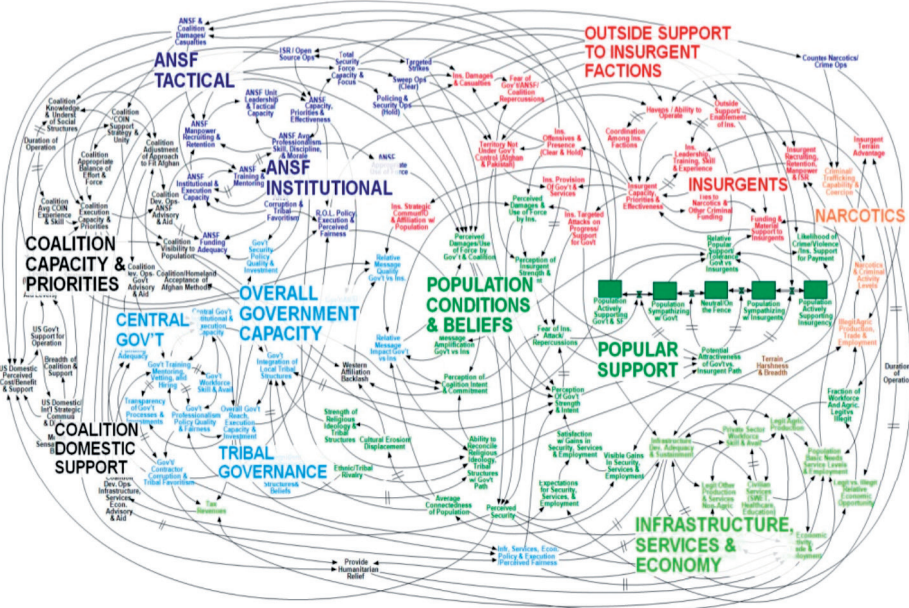
A terrorizmus az erőszak alkalmazásának vagy az azzal való fenyegetésnek olyan stratégiája, amelynek célja a félelemkeltés révén meghatározott politikai, ideológiai, vallási célok kikényszerítése. A félelemkeltés az erőszak minden formájának – a kocsmai verekedéstől a hagyományos hadviselésig – velejárója, segítője lehet, de a terrorizmus esetében ez a viszony fordított, az erőszak közvetlen áldozatait, kárvallottait legfeljebb csak szimbolikus kapcsolatban állnak az akció valódi céljával, kiválasztásuk másodlagos jelentőségű, legtöbbször véletlenszerű. A terrorizmus modern formáinak kialakulásában fontos szerepe van a tömegmédiának létrejöttének, amely nemzetközi méretekben képes az embereket az erőszak sokkoló jeleneinek részeseivé tenni, azok hatását felfokozni.

A terrorizmus az internet megjelenésével egy hatékony platformot kapott a terjedésére. Éppen ezért a terrorelhárító szervezeteknek is fejlődniük kell, lépést kell tartani az olyan, 21. századi technológiákat maximálisan kihasználó szervezetekkel, mint az ISIS. A rendszer-

szemlélet és hálózatszemlélet az IKT segítségével terjedő terrorizmus elleni harc eszközévé vált az utóbbi években.

Felderíthetők és lerombolhatók a terrorista szervek pénzügyi hálói. Feltérképezhetők tagjaik, a tagok képességei, esetleges búvóhelyeik. Mivel a terrorelhárítás gyakorlata nagyrészt titkosított adatokból áll, így a mezei hálózatkutatók gondban lehetnek, ha önálló kutatásba próbálnak kezdeni (nem is javallott), de néhány részletesen dokumentált esettanulmány már napvilágot látott. Kapcsolati hálózatokat alkalmazva találták meg annak idején például a 2004. március 11-i madridi metróröbbsantások elkövetőit, és azóta is sok más terroristát. Legtöbbször pusztán a mobiltelefon-hívások beazonosítása elegendő komplett hálózatok felderítésére (nem véletlen, hogy az eldobható, feltöltőkártyás, magyar SIM-kártyákat kezdtek el használni tömegesen a terroristák pár éve).

A terrorizmus és gerilla-hadviselés ellen a modern hadseregek is sérülékenyek. Ennek alapja az, hogy egy professzionális hadsereg fenntartása sokba kerül, egy rajtaütésszerű támadás viszont csak pár fanatikusz szinte spontán támadása is lehet, így a teljes védekezés nem fenntartható, míg a támadások rendkívül olcsók. Erre ki kellett találni valami hatékonyabb módszert, és a hadsereg a hálózat kutatás felé nézett, legalábbis az Egyesült Államokban, a híres West Point katonai akadémián, ahol direkt azt kutatják és tanítják a megfelelő embereknek, hogyan lehet szembeszállni a terrorista és bűnözői hálózatok alacsony intenzitású konfliktusaival.



9. ábra

Egy katonai hadművelet mögötti hálózat

Megjegyzés: Ezt a diagramot az afgán háború idején, 2002-ben készítették az amerikaiak. Jól látszik rajta a modern katonai szerepvállalási feladatok szorosan összefüggő hálózata. A hadseregeknek figyelni kell az ellenállók pénzügyi utánpótlásaira (például drogtermelők) és a helyi lakosság megítélésére és életkörülményeire is.

Természetesen ezzel vissza is lehet élni, mára ismeretes az NSA (National Security Agency) korlátozás nélküli hálózattérképezése. A hálózatkutatóknak a több száz millió amerikai és külföldi lehallgatásának és hálózati tevékenységének monitorozását jelentő akció egy új feladatot adott: meg kell találni a módját, hogy a hálózattudományt etikusan lehessen csak használni.

3.3. Orvostudományi hatás

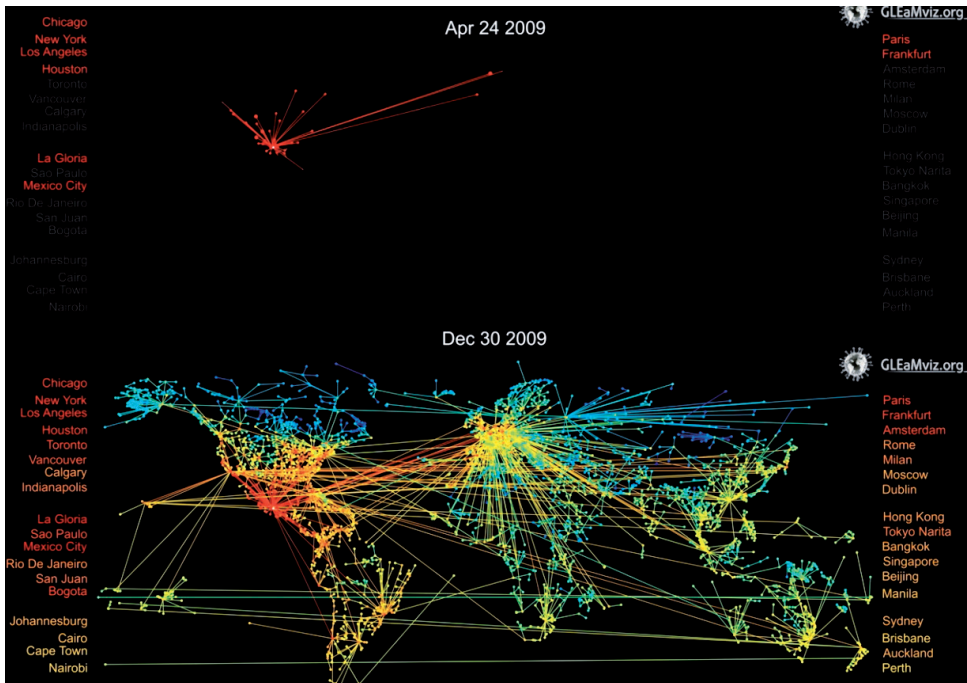
A 2001-ben lezárult Humán Genom Projekt adta az első összefüggő listát az ember teljes génkészletéről. Génjeink listája ugyanakkor nem elegendő ahhoz, hogy megértsük sejteink működését és betegségeink eredetét. Szükségünk van a gének, fehérjék, az anyagcserében részt vevő molekulák és a sejtbeli alkotóelemek kölcsönhatásainak pontos térképére is. A legtöbb sejtbeli folyamat molekuláris szintű hálózatokon alapszik, és nagyrészt ezen hálózatok összeomlásakor következnek be a betegségek.

A molekuláris biológiai hálózatok jelentőségének növekedése a hálózati biológia megjelenéséhez vezetett, amely a sejtbeli hálózatok megértésével foglalkozik. Ezzel párhuzamosan a hálózati orvostudomány pedig a hálózatok szerepét a betegségek kialakulásában vizsgálja. Az így megismert emberi szervezet segít abban, hogy a hálózati gyógyszerkutatás révén olyan gyógyszereket tudjunk előállítani, amelyek a lehető legkevesebb mellékhatással járnak (BARABÁSI 2016).

A vírusok terjedésének előrejelzésében is kiemelt szerepe van a hálózattudománynak. Az első járvány, amelynek sikeres, valós idejű előrejelzését készítették el, a 2009-es H1N1 vírus terjedése volt, amelyhez a világméretű közlekedési hálózatok struktúráját és dinamikáját leíró adatokat vették alapul. A projekt keretében megállapították, hogy a járvány 2009 októberében tetőzik, nem a szokásos januári–februári influenza-időszakban, így az oltások, amelyeket általában novemberre készítenek el, korábban kellene. A projekt sikere mutatja a hálózattudományok hasznát az emberiség egészére nézve.

A hálózati járványtan váltotta fel a korábbi térbeli modelleket a járványmodellezésben, míg utóbbi azt feltételezte, hogy bárki bárkit megfertőzhet, ha azonos fizikai térben tartózkodik vele, előbbi a hálózatiság jellegéből indul ki, és alapjaiban változtatta meg a járványtani előrejelzéseket. Ez a kutatási terület ad módot a biológiai vírusokon túl a digitális és társadalmi vírusok (úgynevezett mémek), illetve számítógépes, mobiltelefonos vírusok terjedésének modellezésére és előrejelzésére is.

Visszakanyarodva említsük még meg az agykutatást is. Beszéltünk már a Connectome projektről korábban is, de akkor nem hangsúlyoztuk, hogy bár rengeteg látványos hálózati térképpel gazdagított bennünket, még mindig nagyon messze vagyunk agyunk teljes feltérképezésétől. Az emberi agyat több száz millió egymással kapcsolatban álló idegsejt alkotja, és hálózatkutatói szempontból ez az egyik legkevésbé megértett rendszer. Jelenleg az egyetlen kutatási célokra rendelkezésre álló és teljesen feltérképezett agy a mindössze 302 idegsejttel rendelkező *C. elegans* féregé (BARABÁSI 2016). Az emlősök agya működésének feltérképezése és megértése rengeteg idegrendszeri és agyi betegség gyógyításához vezethet.



10. ábra

A H1N1 vírus járvány 2009-es előrejelzése két időpontban (2009. április 24., illetve december 30.)

Megjegyzés: Az előrejelzést napról napra bemutató videó elérhető Barabási weboldalán.

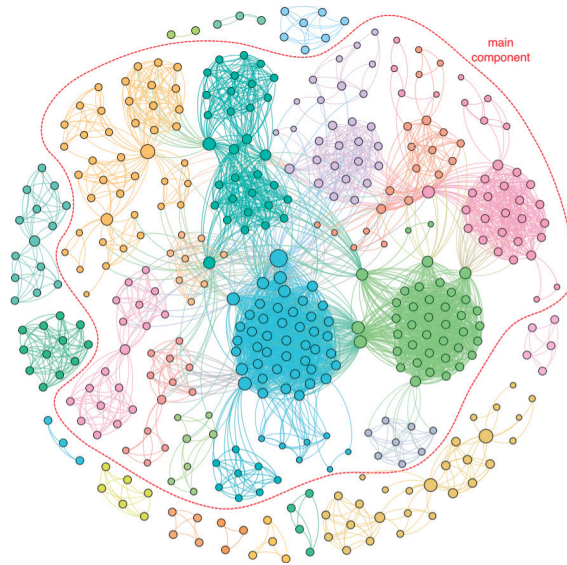
Forrás: Networksciencebook.com (A letöltés dátuma: 2018. 03. 14.)

3.4. Közigazgatás és politika

3.4.1. Politikai botrányok

A Világbank jelentése szerint a korrupció a világ nagy közös kasszájából évente körülbelül a teljes gazdaság 2%-ának megfelelő összeget von el, ami bár alacsony számnak tűnik, a valóságban óriási pénzösszegről van szó, ezáltal az egyik legkomolyabb globális, pénzügyi probléma, amelyet súlyosbít az is, hogy a szegény rétegek kárára történik (*Combating Corruption* 2017).

Egy kutatás viszont a korrupciós ügyek felderítésében kíván segítséget nyújtani. Egy szlovén–osztrák–brazil kutatócsoport arra jutott, hogy a jövőbeli korrupciós botrányok résztvevőire lehet következtetni a múltbeli és jelenbeli botrányok résztvevőit vizsgálva. 27 év alatt lezajlott 65 jól dokumentált, brazil korrupciós ügyet vizsgáltak, összesen 400 személlyel, aki részt vett az ügyekben.



11. ábra

Az 1987-től 2014-ig Brazília korrupciós botrányaiban részt vevő egyének komplex hálózata

Megjegyzés: Az egyének közötti kapcsolatok jelzik, hogy mindketten érintettek az adott botrányban.

Forrás: RIBEIRO–ALVES–MARTINS–LENZI–PERC 2018

A hálózattudomány eszközeinek segítségével az ilyen ügyekben rejtőzködni próbáló egyéneket is fel lehet deríteni. Olyan megállapításokat tettek, hogy a botrányok választási ciklusonként törnek ki és csendesülnek el, és általában kisebb, nyolcfős csoportokat érintenek, illetve beazonosíthatók egyes központi szerepet játszó politikusok, akik több botrányban is szereplői. A kutatás leginkább azért hasznos, mert a politikai váltógazdaságokban újra és újra felbukkannak ugyanazok a szereplők, akik neve korábban már felmerült korrupciós ügyekben. A hálózattudomány eszközeivel az ő saját kis világukat vizsgálva pedig következtetni lehet a jövőbeli vagy éppen jelenbeli korrupciós ügyek szereplőire is (RIBEIRO–ALVES–MARTINS–LENZI–PERC 2018).

3.4.2. Közigazgatás-szervezés

A hálózattudomány adatai segítségével szolgálhatnak a nagyobb rendszerek, mint megyék, országok közigazgatási és más állami feladatvállalási területek (például rendészeti igazgatás, egészségügyi igazgatás stb.) tervezésében is.

Az egyik ilyen nagyszabású adatfelhasználás hazánkban a Szócska Miklós nevéhez köthető egészségügyi átalakításokban lelhető fel. A kormányzervek az egészségügy racionalizálásában, forrásmegtakarításában a hálózattudomány eszközeit használták fel. Elkészült egy mentőautó-kirészkezési időt jelző térkép, illetve az egyes kórházakban igénybe vett szolgáltatásokat mérték fel, és az orvosok által felírt recepteket is. Ezekből következ-

tetve szüntettek meg egyes kórházakban ágyakat, amit mégsem nehezményezett a lakosság, mivel hálózati eszközökkel bizonyított volt, hogy azok az ágyak feleslegesek, a kórházak terheltségének eloszlása érdekében az illetékességi határokat nem vonalzó mentén, vagy épp a megyehatárokat nézve állapították meg, hanem úgy, hogy a kevésbé terhelte kórházak több terhelést kapjanak, mentesítve ezzel a jobban terhelte kórházakat.

Vizsgálták továbbá a kórházak adósságállományát és a beszállítók felé történő tartozásokat is. Kiderült, hogy az adósság nagy részét 4-5 kórház halmozta fel, és 2-3 beszállító irányában van a legtöbb tartozás. A kormánynak így elegendő volt ezeket rendezni, hogy jelentős javulást mutathasson fel az egészségügy finanszírozási kérdéseiben.

Az egyes kórházak képességeinek felmérése és a lakosság egészségügyi igényeit bemutató hálózatokból pedig sokkal pontosabban meg lehet határozni, hogy mely egészségügyi létesítményekben milyen fejlesztéseket érdemes eszközölni.²

Az egészségügy rendszere áttervezésének tapasztalatai és mélyebb elemzése hozzájárulhat a jövőben az állami szféra más területeinek hatékonyabbá, gyorsabbá és állampolgár-barátabbá tételéhez is.

4. Összefoglalás

A rendszerszemlélet és hálózatszemlélet nagyon sok valós probléma megoldásában segítségünkre lehet. Valós társadalmi, gazdasági helyzetekre adhatnak precíz előrejelzéseket, amelyek alapján tudatosabb stratégiát lehet választani. Életképes, hatékony és előrelátó fejlesztéseket lehet eszközölni. A tananyagban felsorolt példákon túl a társadalmi hatások modellezésében rengeteg más példát is fel lehetne hozni, ahol az IKT-eszközök szolgálnak számunkra adatokat, vagy éppen az egyes változások elindítói. Alapvető igény fogalmazható meg a rendszer- és hálózatszemlélet kialakítása szükségességének irányában, amikor a világunk hatásait vizsgáljuk.

A hálózattudomány és a rendszerelmélet is az IKT-fejlesztések tükrében gyorsan fejlődő tudományterületek, amelyeknek kézzelfogható gyakorlati eredményeik is vannak, és még nagyon messze vagyunk attól, hogy elmondhassuk, teljes egészében megértettük, mire is jók ezek.

Jelen tananyagrészt azt a célt tűzte ki maga elé, hogy megismertesse a hallgatót a rendszer- és hálózatszemlélet fogalmával, és gyakorlati példák segítségével mutassa meg egyes eredményeit. A felsorolás azonban nem volt teljes körű, rengeteg olyan példát lehet hozni, akár a mindennapi életből, akár a hírekből, ahol találkozhatunk anyagunk jelentőségével a gyakorlatban. Ilyen lehet például a migráció (belső, országon belüli és kívülről jövő) modellezése és előrejelzése, a közösségi oldalakon fellelhető kapcsolatok bemutatása vagy az online marketing eszközeinek mélyebb megismerése. A tudományterületek fiatal kora miatt ráadásul rengeteg területen még nem is alkalmazzuk módszereiket, ahol nyilvánvaló hasznuk lenne, ott sem, mivel még nem elterjedt a használatuk. Reményeink szerint a tananyag hozzájárul ahhoz, hogy a magyar közigazgatásban és akár a magánszférában is meghonosodjon a rendszer- és hálózatszemlélet, és hasznos, jövőbeli fejlesztések keljenek életre.

² Szerző megjegyzése: Bár ezek a változások enyhítik az egészségügy forráshiányát és gyorsítják a betegellátást, felületi kezelések csupán a magyar egészségügyben, viszont nagyon szépen kivitelezettek!

Fogalmak

- rendszerelmélet
- rendszerek
- alrendszerek
- statikus rendszer
- dinamikus rendszer
- cirkuláris okság
- hálózattudomány
- hálózattudatosság
- hálózati térképek
- univerzalitás
- CAIDA-projekt
- DIMES-projekt
- társadalmi háló
- Connectome
- leanmenedzsment
- kapcsolati háló
- dark web
- onion service
- web crawler
- „azonos” weboldal
- molekuláris biológiai hálózatok
- hálózati járványtan
- hálózati orvostudomány

Áttekintő kérdések

1. Mi a különbség a hálózat és a rendszer között?
2. Melyek a rendszerszemlélet alapvető hibái?
3. Barabási miket határoz meg a hálózattudomány két nagy hajtóerejeként? Mire jók ezek?
4. A hálózat- és rendszerszemlélet az IKT-eszközök segítségével lényegében a társadalom minden szegmensében hozhat eredményeket. Sorolja fel, hogy mely szegmensekre hoztunk példákat a tananyagban!
5. Gondolkodjunk, vajon hogyan jelenhet meg a rendszer- és hálózatszemlélet a társadalom azon szegmenseiben (például kultúra, oktatás), amelyeket jelen anyagban nem érintettünk!
6. Mit gondol, milyen jövő vár ránk, ha hálózati eszközökkel, mesterséges intelligenciák segítségével a bűnesetek megjósolhatóvá válnak? Túlmutatva a tananyagban és a távoli jövőbe nézve: Le lehet-e tartóztatni valakit olyan bűncselekmény elkövetésének gyanúja miatt, amelyről talán még ő sem tudja, hogy elkövetője lesz?

Felhasznált irodalom

- Autonomous System DIMES* (2013). LaNet-vi (Large Network Visualization tool). Elérhető: <http://lanet-vi.fi.uba.ar/gallery.php> (A letöltés dátuma: 2018. 03. 12.)
- BARABÁSI A.-L. (2016): *A hálózatok tudománya*. Budapest, Libri.
- BERÉNYI L. (2015): *A Toyota-módszer hatása a minőségmenedzsmentre*. Elérhető: www.szervez.uni-miskolc.hu/blaci/leanjegyzet/index.html (A letöltés dátuma: 2018. 03. 15.)
- BÍRÓ J. (2014): *Hálózattudomány (Network Science)*. BME-VIK Távközlési és Médiainformaticai Tanszék. Elérhető: www.tmit.bme.hu/hsn-network-science (A letöltés dátuma: 2018. 03. 12.)
- Combating Corruption* (2017). The World Bank. Elérhető: www.worldbank.org/en/topic/governance/brief/anti-corruption (A letöltés dátuma: 2018. 03. 18.)
- Dark Web Map* (2018). Hyperion Gray. Elérhető: www.hyperiongray.com/dark-web-map/ (A letöltés dátuma: 2018. 03. 26.)
- GAGNÉ J.-F. (2018): *JFG blog*. Elérhető: www.jfgagne.ai/ (A letöltés dátuma: 2018. 03. 15.)
- IPv4 and IPv6 AS Core: Visualizing IPv4 and IPv6 Internet Topology at a Macroscopic Scale in 2011* (s. a.). Caida. Elérhető: www.caida.org/research/topology/as_core_network/2011/ (A letöltés dátuma: 2018. 03. 11.)
- JANKE, F. – PÁCKOVÁ, M. – PRÍDAVOK, M. (2015): Stock market reaction to ICT implementation: Model based on comparison of developed and transition economies. *Ekonomie a Management*, Vol. 18, No. 3. 91–100. DOI: <https://doi.org/10.15240/tul/001/2015-3-009>
- KOMLÓSI P. (2012): *A rendszerszemlélet*. Elérhető: <http://semmelweis.hu/klinikai-pszichologia/files/2012/06/Dr.-Koml%3Acsi-Piroska-A-rendszerszemlelet.pdf> (A letöltés dátuma: 2018. 03. 11.)
- MÉSZÁROS A. – BARÓTI E. (2013): *Mérnöki képességfejlesztés*. Elérhető: www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0006_mernoki_kepessegfejlesztes/index.scorml?page=25 (A letöltés dátuma: 2018. 03. 11.)
- RIBEIRO, H. V. – ALVES, L. – MARTINS, A. – LENZI, E. – PERC, M. (2018): The dynamical structure of political corruption networks. *Journal of Complex Networks*, Vol. 6, No. 6. 989–1003. DOI: <https://doi.org/10.1093/comnet/cny002>

Ajánlott irodalom

- BARABÁSI A.-L. (2003): A hálózatok Achilles-sarkai. Kérdező: BODOKY T. *Magyar Narancs*, 20. sz. (2003. 05. 15.) Elérhető: http://magyarnarancs.hu/belpol/a_halozatok_achilles-sarkai_barabasi_albert-laszlo_fizikus-63795 (A letöltés dátuma: 2018. 02. 15.)
- BARABÁSI A.-L. (2006): A hálózatok tudománya: a társadalomtól a webig. *Magyar Tudomány*, 167. évf. 11. sz. 1298–1308. Elérhető: www.matud.iif.hu/06nov/03.html (A letöltés dátuma: 2017. 11. 24.)
- GALAMBOSNÉ TISZBERGER M. (2015): *A hálózat kutatás módszertani vizsgálati lehetőségei – szakirodalmi összefoglalás*. Pécs, Pécsi Tudományegyetem.
- KÜRTÖSI Zs. (2002): *A társadalmi kapcsolatháló elemzés módszertani alapjai*. Kézirat. Elérhető: www.socialnetwork.hu/cikkek/modszertan_osszefoglalo1.htm (A letöltés dátuma: 2018. 02. 14.)
- YUCESOY, B. – BARABÁSI, A.-L. (2016): Untangling Performance from Success. *EPJ Data Science*, Vol. 5, No. 17. DOI: <https://doi.org/10.1140/epjds/s13688-016-0079-z>

ZYGA, L. (2018): Political corruption scandals may be predicted by network science. *Phys.org* 2018. 01. 17. Elérhető: <https://phys.org/news/2018-01-political-corruption-scandals-network-science.html> (A letöltés dátuma: 2018. 03. 17.)