

AZ INTERNET-HÁLÓZAT TERMÉSZETE A DONGÓTÓL A SKÁLAFÜGGETLEN HÁLÓZATOKIG

Az internet-hálózat

Mi az az internet? Tekinthejtük technikai rendszernek, kommunikációs eszköznek, kulturális közegnek, vagy ezen organizmusokból felépülő összetett szuperorganizmusnak. De elsősorban valószínűleg egy világméretű hálózat képe jut eszünkbe, ha az internetet kell elképzelnünk. Lehet ez egy technikai hálózat, összekötött számítógépek és vezetékek rendszere, vagy kommunikációs hálózat, ahol a világháló a médium, egy szociális háló, ahol a kapcsolatot virtuális módokon tartjuk fenn, vagy egy információs hálózat, ahol a hivatkozások és átkattintások kötik össze a releváns adatokat. Én most az internet-hálózat két szintjét fogom elkülöníteni: A fizikai internetet, gépekből, kábelekből, vagy rádiójelekből felépülő kommunikációs hálózatot, és a világhálót, az interneten tárolódó és létrejövő információ hálózatát, ahol a csúcspontok különböző weboldalak és webszolgáltatások, a köztük lévő kapcsolatot pedig a linkek valósítják meg.

Az internet, mint fizikai hálózat

Az internet technikai szempontból számítógépek és számítógép-hálózatok központ nélküli, összekapcsolt hálózata. Nyílt architektúrájú, azaz nem igényel központi irányítást, és tetszés szerint bővíthető. A hálózat egyes elemei között kommunikáció folyik, és ezen elemek, a hálózatra kapcsolt számítógépek a kommunikáció aktív szereplői: lehetővé teszik a kontrollt a kommunikációs szituációk felett, legyen az a két pont közötti, más gépekkel való kommunikáció, vagy a felhasználó számára történő információ-megjelenítés. Ez a kontroll annyit tesz, hogy bármely más kommunikációs hálózatnál pontosabban meghatározhatjuk, hogy mikor, kivel/mivel, és hogyan engedélyezünk vagy kezdeményezünk kommunikációt. Dönthetünk például, hogy szinkron vagy aszinkron, egy- vagy kétirányú kommunikációt kívánunk folytatni, ez más médiumoknál általában kötött.

Térjünk vissza a nyílt architektúrára. A központ hiánya egyúttal azzal is jár, hogy minden egyes csomópont csak a közvetlen környezetét ismeri, minden távolabbi hálózati hely számára teljesen ismeretlen. Az ismeretlenbe küldött üzenetek, adatcsomagok mégis mindig pontosan célba találnak. Minden csomópont továbbítja valamire a hozzá érkező csomagokat, még ha semmi nem is kötelezi erre. Nem is olyan rég még azt mondták, az ezt megvalósító TCP/IP protokoll nem képes nagyobb hálózatokat működtetni (1992, IBM). Jonathan Zittrain TEDGlobal előadásán hoz erre egy szemléletes párhuzamot: az „internet engineering” kabalaállata a dongó, mert a testméretéhez képest olyan kicsik a szárnyai, hogy elméletileg képtelen repülni. És mégis, rejtélyes módon, a dongó mégis repül. A csomagok pedig célba érnek, az internet működik.

Skálafüggetlen hálózatok

1997-ben Barabási Albert-László fizikus az amerikai Notre Dame egyetemen letért a kitaposott ösvényről és hálózatelméleti kutatásba kezdett. Minthogy ez volt a legkönnyebben (digitális eszközökkel) feltérképezhető hálózat, kutatásait a világháló hivatkozásokkal átszótt hálózatának feltérképezésével kezdte. Az eredmény őket is meglepte: nem a várt véletlenszerű hálózatot kapták eredményül, hanem egy új topológiát láttak. Az amerikai autópálya hálózat helyett – ahol mindenhol nagyjából ugyanannyi út fut be, néhány elszigetelt város van kevés autópálya csatlakozással, és sehova sem fut be túl sok út – a világ repülőhálózatához volt hasonlatos az, amit találtak. Voltak bizonyos csomópontok, ahonnan szinte bárhova el lehetett jutni, és voltak kisebb pontok, ahonnan csak egy-egy csomópontba indult él/repülő. megszületett a skálafüggetlen hálózatok elmélete.

A skálafüggetlen topológia szerint tehát vannak bizonyos gócpontok, úgynevezett erősen kapcsolt csomópontok a hálózatban (Atlanta vagy Dallas-Fort Worth repülőterek a repülőhálózatban, Google vagy WordPress az 1. ábrán), melyek több kapcsolattal rendelkeznek, és könnyebben szereznek új kapcsolatokat is. Vannak elszigeteltebb pontok, ahonnan jóformán csak gócpontba futnak élek, és nehezebben épülnek ki új éleik. A pontok száma pedig nem rögzített, hanem folyamatosan nő, a hálózat folyamatosan bővül és változik.

Robosztusság

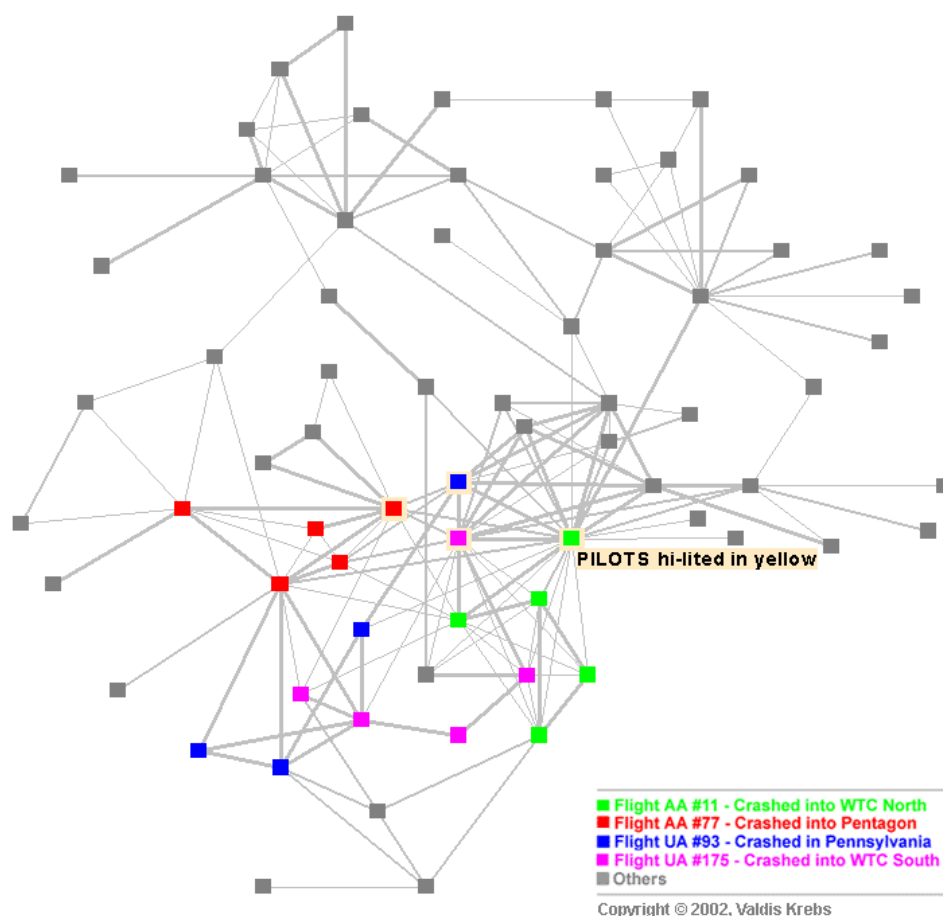
Mi változtatott ez a felfedezés? Vegyük például a robusztusság, a hibátűrés kérdését. Mint decentralizált hálózat, a skálafüggetlen hálózatok is jól ellenállnak véletlenszerű támadásoknak, azaz rendkívül sok véletlenül választott pont eltávolítható úgy, hogy a háló továbbra is összefüggő marad. Célzott támadásokkal szemben viszont nagyon sérülékenyek. Ha az erősen kapcsolt csomópontokat távolítjuk el a hálózatból, az darabjaira hullik. Gondoljunk bele, a szokásos kiindulópontjaink – keresőoldalak, híroldalak, esetleg közösségi oldalak – nélkül az információ nagy része elérhetetlen, a világháló használhatatlan lenne. Így viszont tudjuk, hogy ezek az erősen kapcsolt pontok a hálózat érzékeny pontjai, és felkészülhetünk az esetleges támadásokra.

Párhuzamok

Amíg a véletlenszerű hálózatokra nem találunk a természetben példát, addig a legtöbb önszerveződő hálózat amivel találkozunk skálafüggetlen topológiát mutat, és ez adja a felfedezés jelentőségét. Társadalmunk és az internet organizmusa közötti számtalan hasonlóságot szaporítja, hogy ilyen módon szerveződik például a szociális háló, az ismeretségek hálózata is, így például a számítógépes vírusokon kívül a vírusos betegségek terjedését is vizsgálhatjuk skálafüggetlen hálózatok segítségével.

Ha kisebb léptékben keresünk, a sejteinkben végbemenő biokémiai folyamatok is skálafüggetlen jelleget mutatnak, nagyobb léptékben ilyenek a gazdasági hálózatok, a vállalati szerveződések, a cégek kapcsolatai.

Egy másik társadalmi háló, a terrorista sejtek felépítése is skálafüggetlen hálózat. Így utólag már tudjuk, melyik erősen kapcsolt csomópontban elhelyezkedő Al-Kaida tagot kellett volna kiiktatni a hálózatból ahhoz, hogy a szeptember 11-ei eseményeket megelőzzük. Állítólag még meg is állították az országba való belépésnél, mert nem voltak rendben a papírjai.



2: Social Network Analysis of the 9-11 Terrorist Network (forrás: orgnet.com)

Minek tudható be ez a hasonlóság? A kulcsszó itt a növekedés igénye. A fenti hálózatok mind maguktól jöttek létre, és bővülnek folyamatosan. Nincs egy központi agy, nincs központi tervezés, minden csomópont maga dönti el, hogy mit csinál, hova kapcsolódik. Az ilyen hálózatok önszerveződő módon fejlődnek, nincs egy központi csomópont - helyette néhány erősen csatolt csomópont jelenik meg, amelyek egymással versengenek - sikertelenül - a központi szerepért. És hogy hogyan válhatunk mi magunk is erősen csatolt csomóponttá – ismeretségeink hálójában, vagy webes szolgáltatásunkkal a világhálón? Erre már valószínűleg nem a hálózatelmélet fog választ adni.

Források

Ropolyi László: Az internet természete (Typotex, 2006)

Ropolyi László: Internethasználat és hálólét-konstrukció (pdf)

http://www.infonia.hu/digitalis_folyoirat/2006_4/2006_4_roplyi_laszlo.pdf

A hálózatok Achilles-sarkai (Barabási Albert-László fizikus) (MaNcs, XV. évf. 20. szám, (2003.05.15.) - 2003-05-15)

<http://www.mancs.hu/index.php?gcPage=/public/hirek/hir.php&id=8827>

Beszélgetés a klubban - Vendég: Barabási Albert-László (video, MTV)

http://videotar.mtv.hu/Videok/2009/09/17/19/Beszelgetes_a_klubban_Vendeg_Barabasi_Albert_Laszlo.aspx

Jonathan Zittrain: The Web as random acts of kindness (videó, TED)

http://www.ted.com/talks/lang/eng/jonathan_zittrain_the_web_is_a_random_act_of_kindness.html

Social Network Analysis of the 9-11 Terrorist Network

<http://www.orgnet.com/hijackers.html>

Barabási Albert-László: A hálózatok csodálatos világa (videó, Mindentudás Egyeteme)

<http://www.mindentudas.hu/barabasi/AlbertLaszlo/index.html>

Looking for the Next Big Thing by Dale Keiger

[http://www.nd.edu/~alb/Public%20Relations/NextBigThing\(Barabasi\)_NDMag.Vol36.No1.49-53\(Sprg07\).pdf](http://www.nd.edu/~alb/Public%20Relations/NextBigThing(Barabasi)_NDMag.Vol36.No1.49-53(Sprg07).pdf)

Wikipédia: Erdős–Rényi modell

http://hu.wikipedia.org/wiki/Erd%C5%91s%E2%80%93R%C3%A9nyi_modell