

Betekintés a komplex hálózatok világába

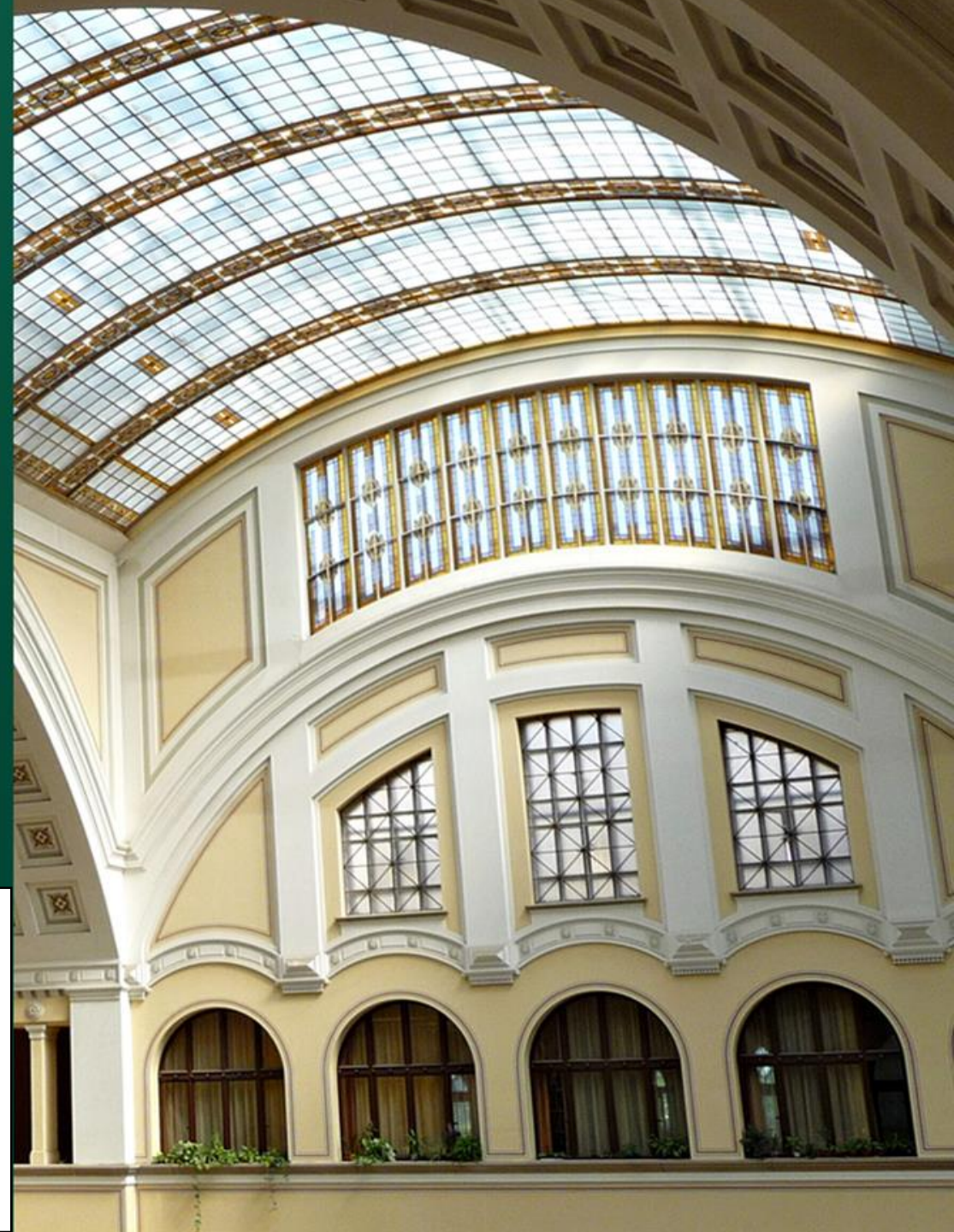
Dr. Varga Imre

Debreceni Egyetem
Informatikai Kar

EFOP-3.6.1-16-2016-00022

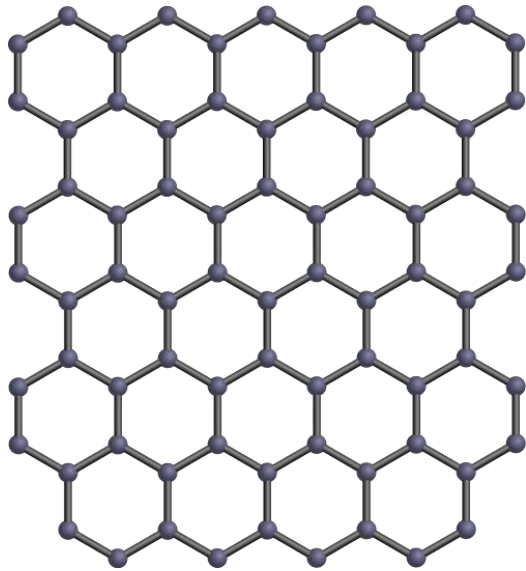


**DEBRECENI
EGYETEM**

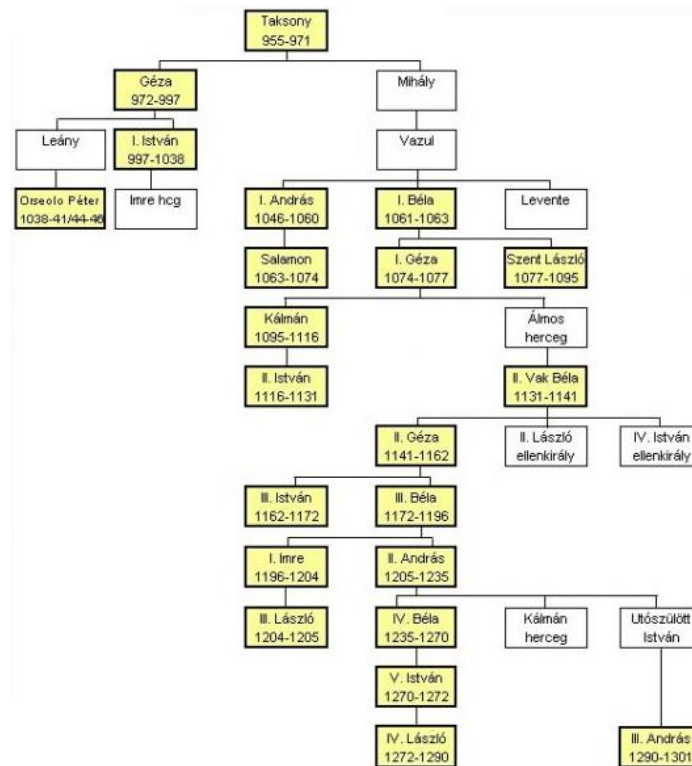


„Egyszerű” hálózatok

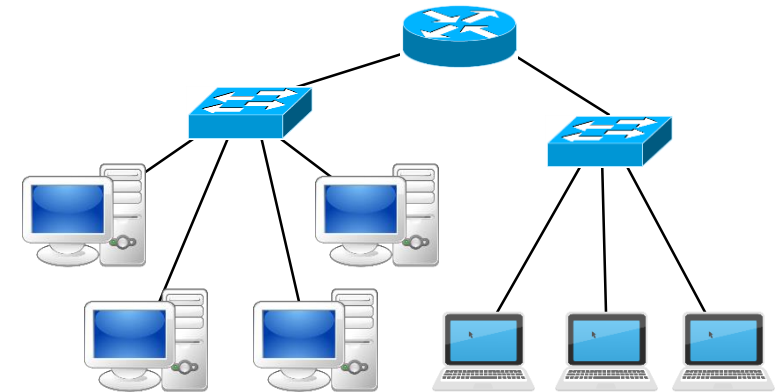
Grafít kristály



Árpád házi uralkodók családfája



LAN hálózat



Komplex hálózatok

✦ Nagy méret

↳ Sok elem (csomópont)

↳ Sok kapcsolat (él)

✦ Nem triviális szerkezet

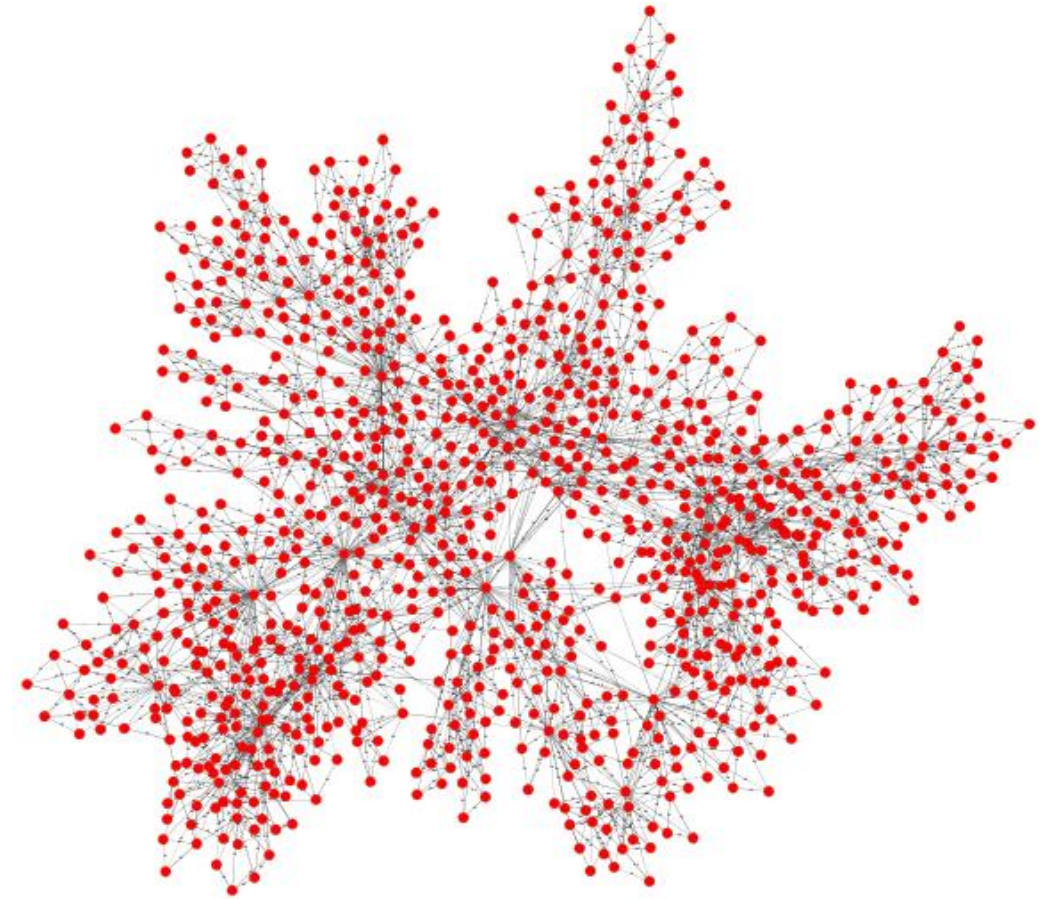
↳ Nem szabályos

↳ Nem teljesen véletlenszerű

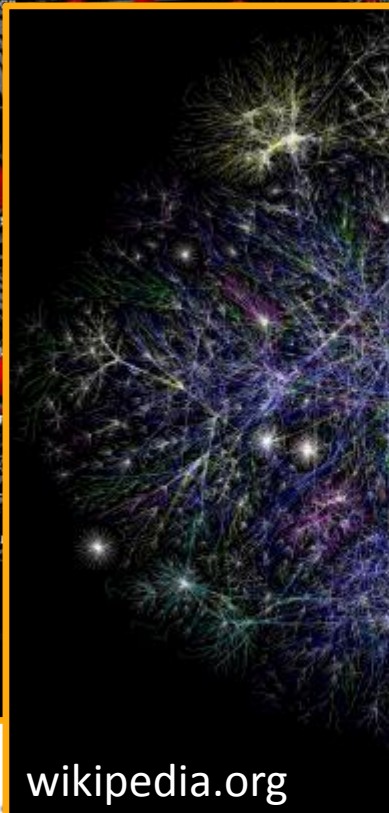
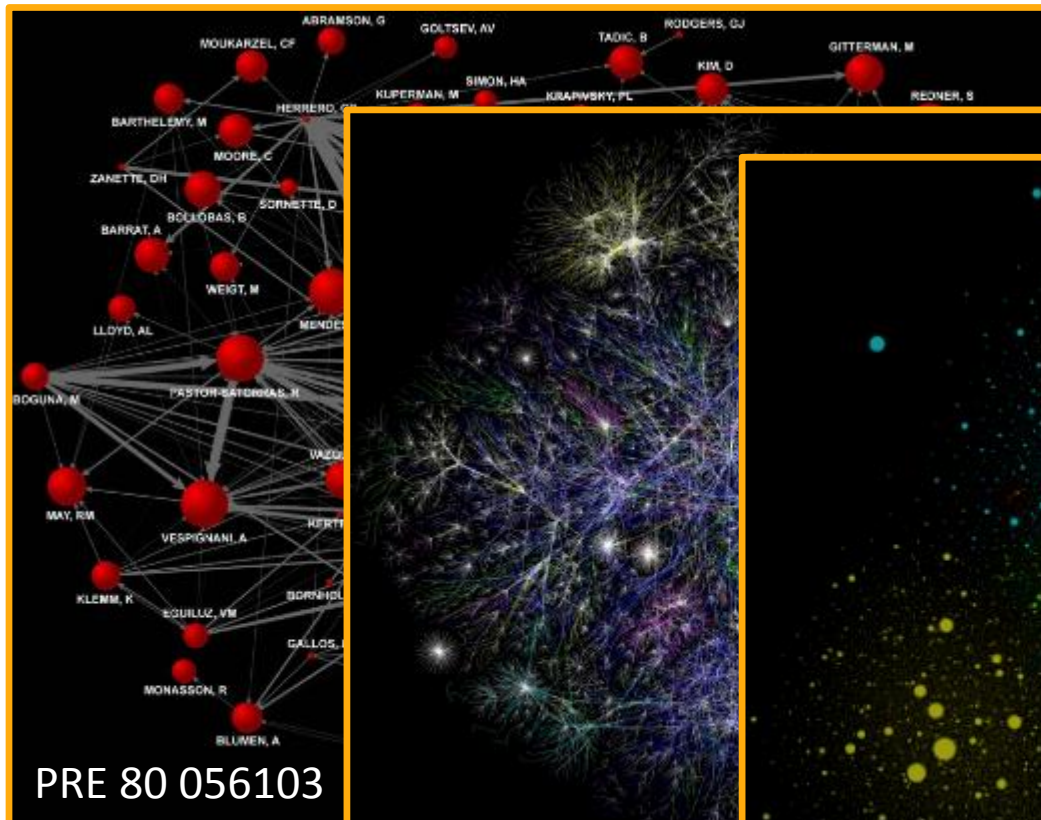
✦ Speciális tulajdonságok

↳ Lassan lecsengő eloszlások, kis átmérő

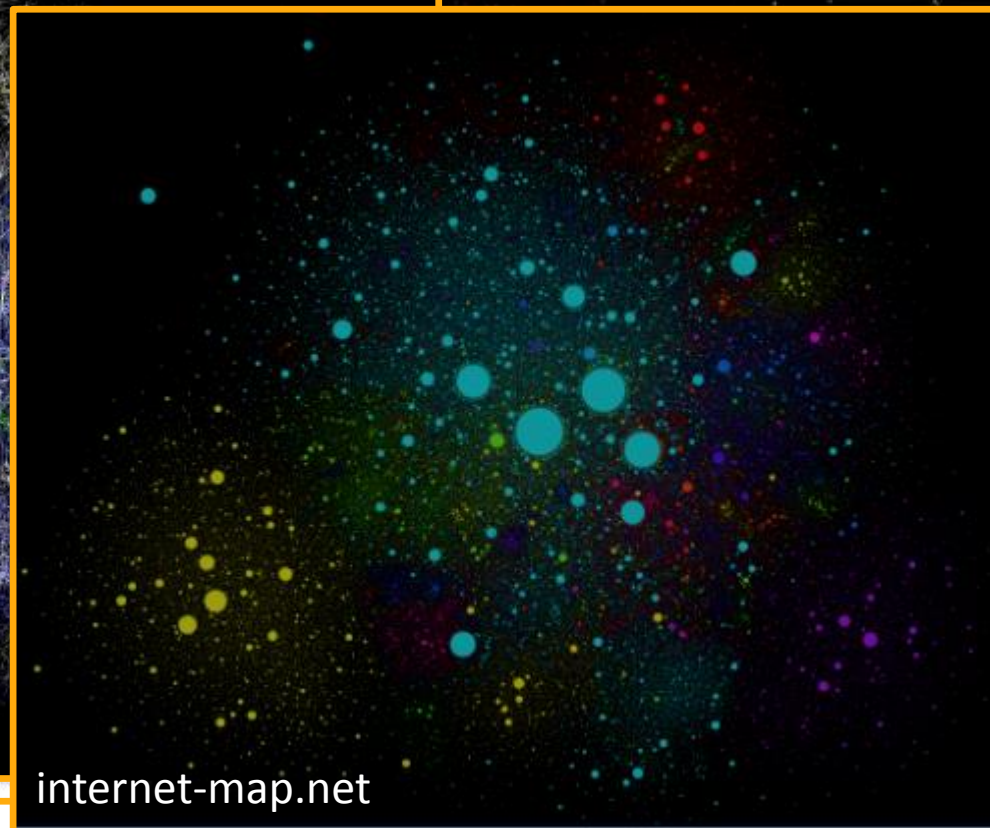
↳ klaszterezettség, (disz)asszortativitás, közteség-centralitás, ...



Előfordulás, példák



3.200 AIRPORTS
martingrandjean.ch



Modellek

✦ *Watts-Strogatz modell**

↳ Szabályos háló „újradrótozva”

↳ „Kis-világ” tulajdonság

↳ Klaszterezettség nagy

*D. J. Watts, S. H. Strogatz:
"Collective dynamics of 'small-world' networks",
Nature **393**, 440–442 (1998).

✦ *Barabási-Albert modell***

↳ Növekedés + preferenciális kapcsolódás

↳ Skálafüggetlenség

**A.-L. Barabási, R. Albert:
"Emergence of scaling in random networks",
Science **286**, 509–512 (1999).



Skálafüggetlen hálózat

✦ Fokszámeloszlás

↪ *Hatványfüggvény* $P(k) \sim k^{-\gamma}$ ($2 < \gamma < 3$)

↪ „Hub”-ok létezése

↪ A többség kevés kapcsolattal rendelkezik

✦ Rövid útvonalak

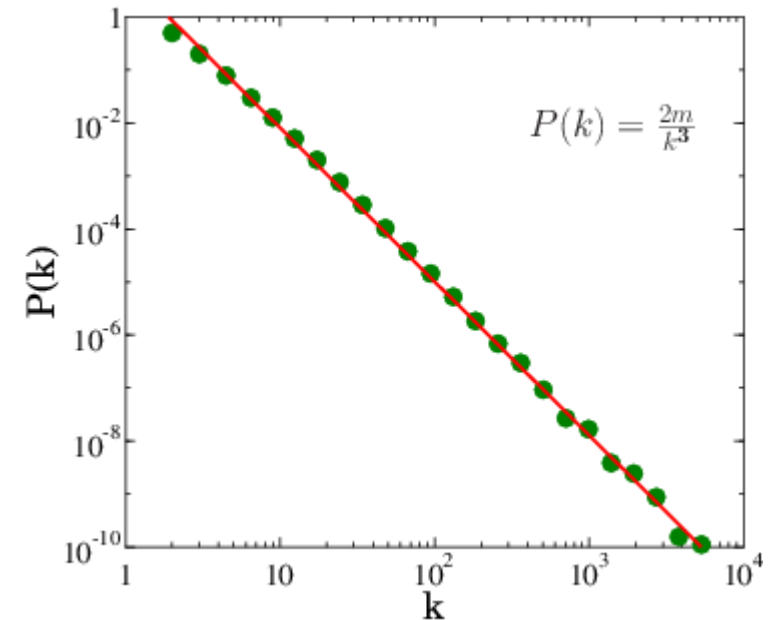
✦ Közösségek jelenléte

↪ Összekötők a „hub”-ok

✦ Hibatűrés

↪ Véletlen hibákkal szemben ellenálló

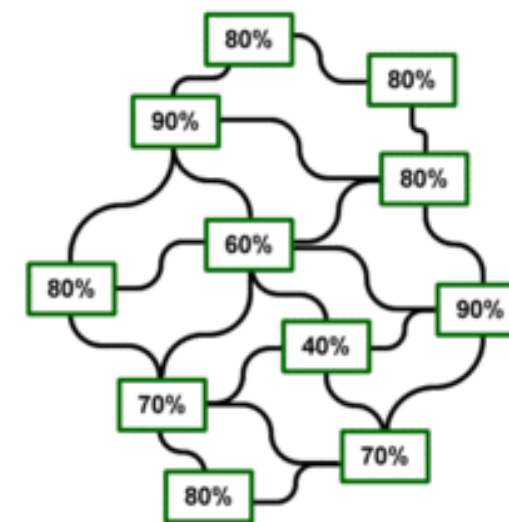
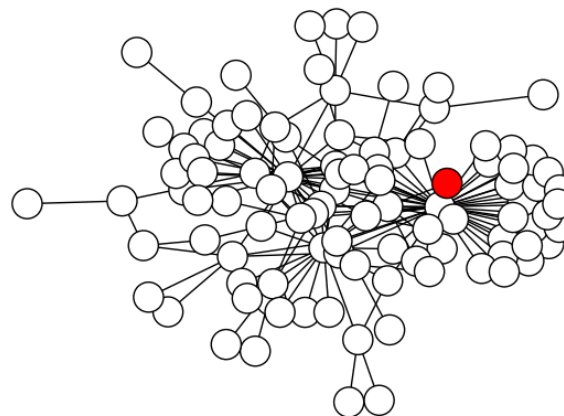
↪ „Hub”-ok sérülékenyek



Hálózatokhoz kapcsolódó folyamatok

- ✦ *Hálózat evolúció*
- ✦ *Terjedési folyamatok*
 - ↪ *Információterjedés*
 - ↪ *Innováció terjedés*
 - ↪ *Spam-ek, vírusok terjedése*
- ✦ *Útvonalválasztáson alapuló topológia generálás*
- ✦ *Továbbgyűrűző meghibásodás (cascading failure)*

pythonhosted.org



wikipedia.org

Többféle eszköz/módszer segítségével vizsgálhatóak.



Analitikus leírás

✦ *Hálózat fejlődésének leírása*

↳ *Újabb csomópontok születése*

↳ *Csomópontok közötti
új kölcsönhatások bevezetése*

✦ *A csomópont N-esek kölcsönhatásainak vizsgálata*

↳ A kölcsönhatás alapú súlyok eloszlása is skálafüggetlen

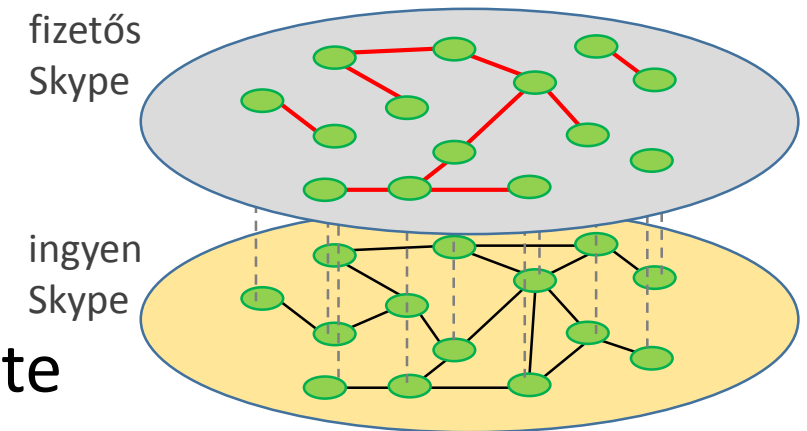
↳ I. Fazekas, B. Porvázsnyik, Journal of Mathematical Sciences **214**,
69-82 (2016).

$$\begin{aligned} u_d &= \sum_w x_{d,w} = \sum_{w \in H^-} x_{d,w} + \sum_{w \in H} x_{d,w} + \sum_{w \in H^+} x_{d,w} \sim \\ & o\left(f^{-(1+\frac{1}{\alpha})}\right) + C \frac{\alpha}{\alpha_2} f^{-(1+\frac{1}{\alpha})} + o\left(f^{-(1+\frac{1}{\alpha})}\right) \sim \\ & \sim \frac{\Gamma\left(1 + \frac{\beta+1}{\alpha}\right)}{\alpha_2 \Gamma\left(1 + \frac{\beta}{\alpha}\right)} \left(\frac{\alpha}{\alpha_2} d\right)^{-(1+\frac{1}{\alpha})} \end{aligned}$$



Empirikus vizsgálatok

- ✦ Innovációk terjedése
- ✦ Egy eszközt használók kapcsolati hálózata gyakran ismert, de nem tudjuk milyen a háttérben meghúzódó szociális hálózat szerkezete
- ✦ Skype fizetős szolgáltatást használók hálózata az általános Skype felhasználói hálózat felett
 - ↪ Adathalmaz: 500 millió felhasználó és 4400 millió link
 - ↪ M. Karsai, et al., Scientific Reports **6**, 27178 (2016).



Egyed alapú modellezés

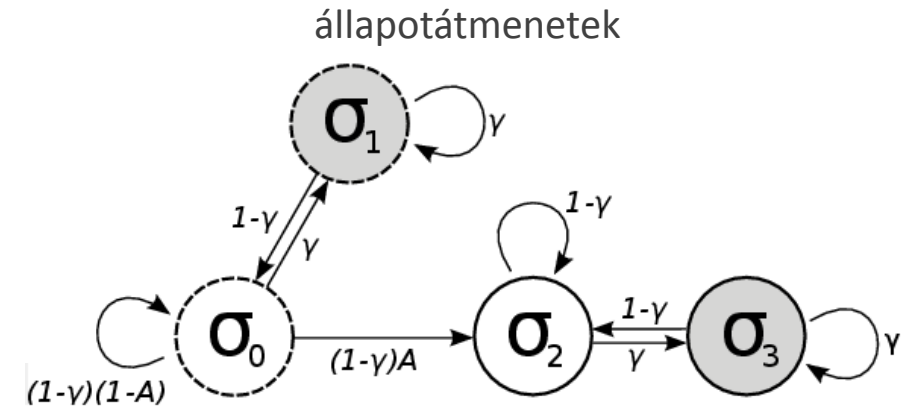
✦ Modell:

- ↪ Különböző állapotban lévő egyedek hálózata
- ↪ Állapotátváltás a szomszédok hatására

✦ Általánosított sejt automata

✦ Információterjedés szociális hálózatokban eltérő csatornákon keresztül inaktivitásra képes egyedek esetén

- ↪ SI járványterjedési modell elvei szerint
- ↪ G. Kocsis, et al., *Infocommunications Journal* **6** (3), 45-50 (2014).



Játékelméleti megközelítés

✦ Játékelméleti modell

↳ Játékosok

↳ Stratégiák

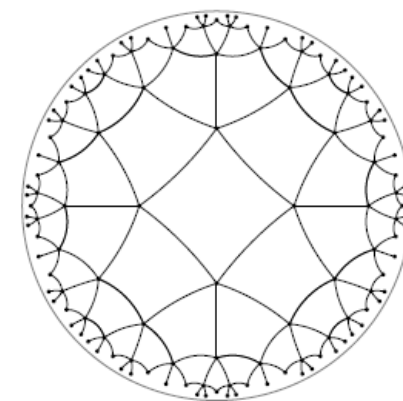
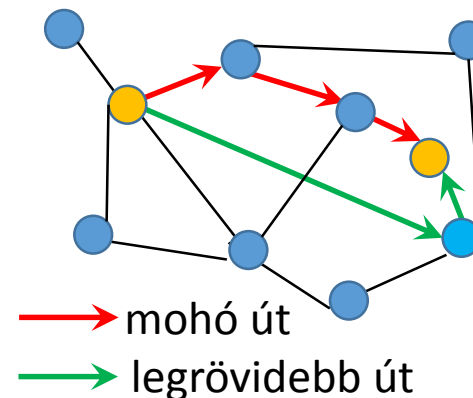
↳ Haszonfüggvények

✦ Cél: Nash-egyensúly elérése

✦ Komplex hálózatokban használt útvonalválasztási elv a mohó navigáció hatásainak vizsgálata

↳ Hiperbolikus teret alkalmazva kis-világ hálózat is előállítható

↳ A. Gulyás et al., ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review **40** 49-52 (2012).



Köszönöm a figyelmet!

A prezentáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta.
A projekt az Európai Unió támogatásával,
az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

