



# Nagy hálózatok evolúciója

Gulyás András, Heszberger Zalán



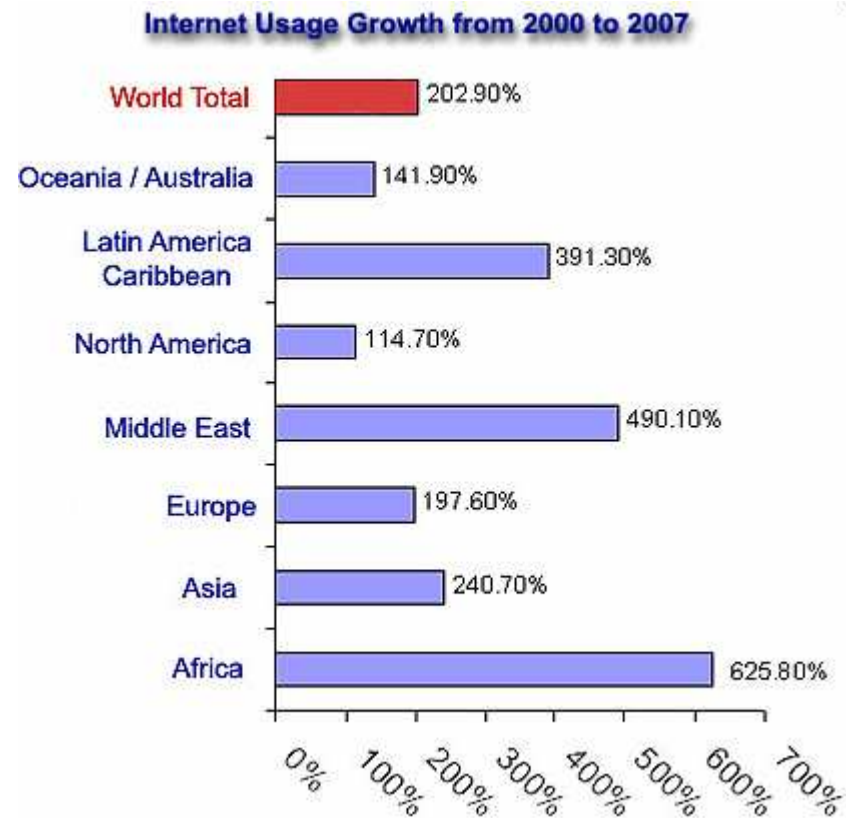
## Internet trendek

- Tisztán kivehető tendencia: kommunikációs hálózatok egyre bonyolultabbakká válnak
  - Hálózat bonyolultsága
    - Sok csomópont
    - Sok kapcsolat
    - Heterogén csomópont típusok és kapcsolattípusok
  - Internet fejlődési trendek
    - Felhasználók számának drámai növekedése
    - Nanotech eszközök, MEMS, szenzorok, RFID
    - Mobilitás
    - Szerteágazó szabványok, sok gyártó → Heterogén eszközök
    - Virtuális (overlay) hálózatok fizikai hálózatokon – VPN, virtuális ISP
  - Hogyan kezeljük ezt a komplexitást?
-



## Felhasználók számának növekedése

- Internet ma  $\sim$  1.2 milliárd felhasználó



- egy előfizetőre jutó eszközök száma ma 1



## Mobil eszközök

- Mobil eszközök száma 2010-re > PC-k száma

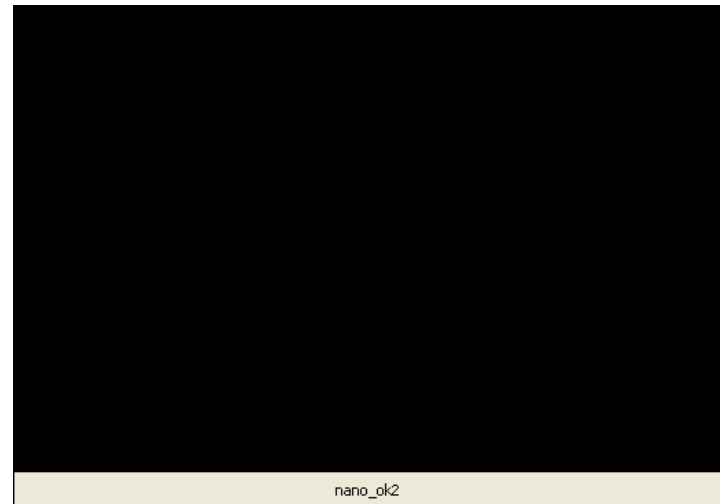




## Otthoni gyártás

- Egyszerűen „kinyomtatjuk” a hardvert
- Gyártás átalakítása
- Globális tervezés, lokális gyártás
- Tervezés szabadsága, digitális tervekkel való kereskedés
- Szállítás, csomagolás, logisztika, környezetvédelem
- Válasz lehet az olcsó kínai tömegtermelésre, KKV új esélyek
- kb. 10 éven belül

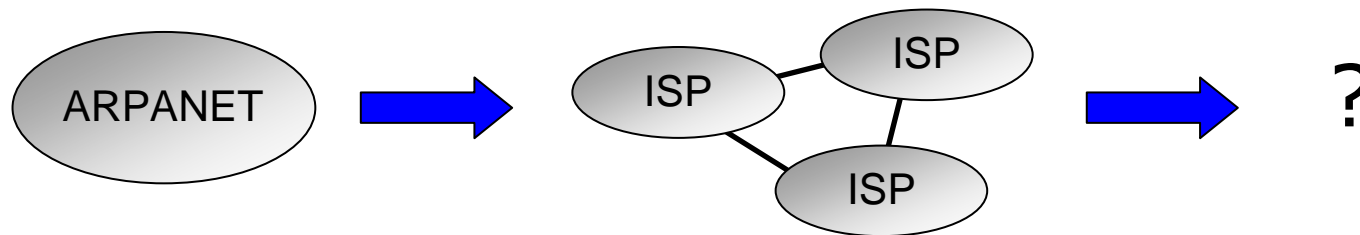
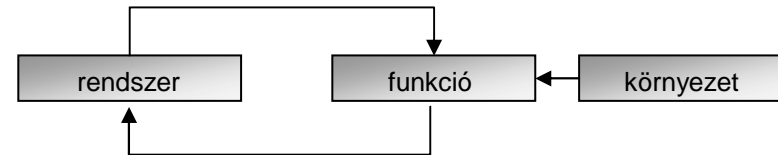
- Hogyan kezeljük ezt a komplexitást?





## Jelenlegi hálózatok

- Központi menedzsment
  - Működés: probléma → megoldás kiszámítása globális rendszerinformáció alapján → rendszerbeállítások
  - Csak addig megy amíg a megoldást elég gyorsan megtaláljuk
  - Határt szab a hálózat komplexitásának és dinamikájának

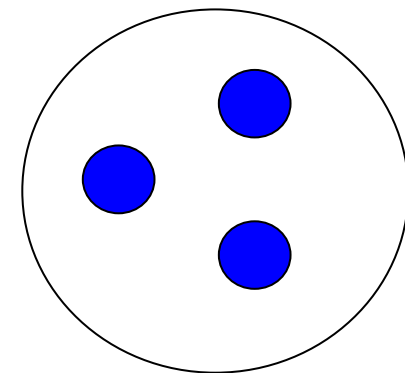
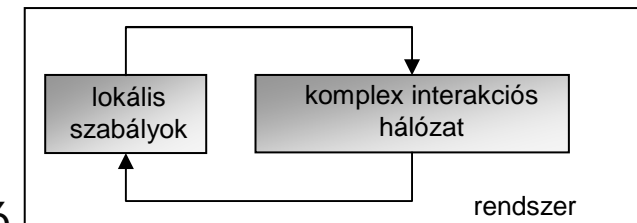
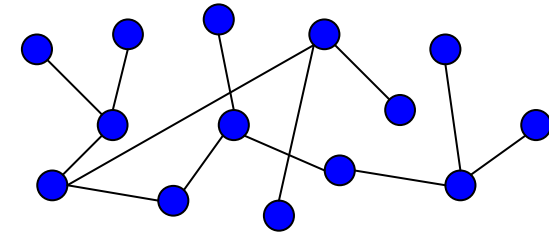


- Felmerülő problémák
  - A szolgáltatások nagyszámú heterogén eszközön futnak
  - A komplexitás lehetetlenné teszi a központi irányítást
  - A helyi optimumok nem feltétlen eredményeznek optimális magasabb szintű működést



## Önszerveződő szemlélet

- A hálózat komplexitásának kihasználása a menedzsment komplexitás legyőzésére
- Lokális szabályok, bonyolult struktúra
- Dinamika (evolúció)
  - az elemek folyamatosan változtatják az állapotukat a környezetnek megfelelően
- Megfelelő lokális szabályok használatával
  - Megvalósítható a kívánt magasabb szintű funkció
  - Adaptivitás
    - A rendszer folytonos változásban van, hogy funkcióját el tudja látni változó környezetben is
  - Ellenállóság
    - nincs központ, szétkapcsolt részek önállóan is működni tudnak
  - Dinamika
    - Véletlen perturbációk folytán a rendszer nagyobb megoldási teret jár be így könnyebben találhat stabil megoldást
  - Megjelenő tulajdonságok
    - A rendszer olyan tulajdonságokat is mutathat, melyek nincsenek közvetlenül kódolva a lokális szabályokba





## Önszerveződés különböző területeken

- Outsourcing
- Web 2.0
- P2P hálózatok
- Nyílt forráskódú szoftverfejlesztés
- Videó elosztó rendszerek (következő előadás)
- Kommunikációs hálózatok
  - Ad-hoc hálózatok (direkt módon)
  - De még a fix hálózatokban is (gazdasági döntések mentén)

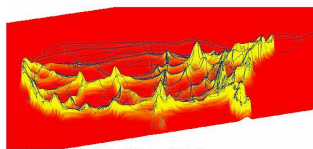


Figure 1 - The backbone network by bandwidth density for the United States

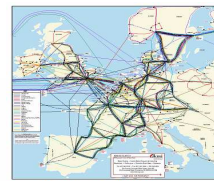
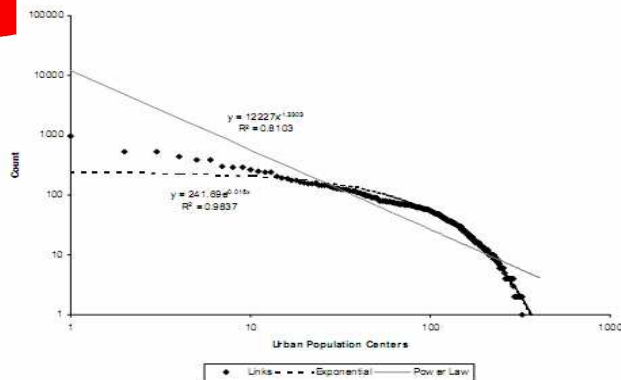
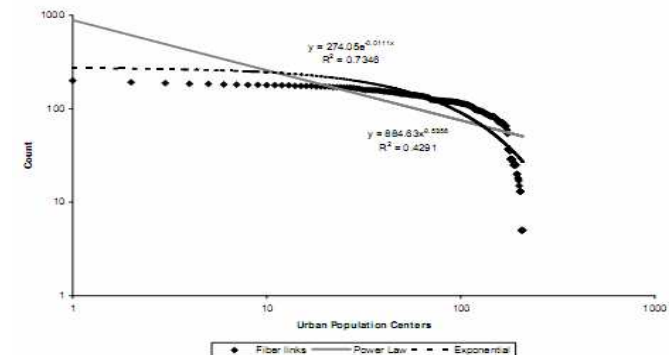


Figure 1 - Fiber European fiber optic network (partial or in fact)

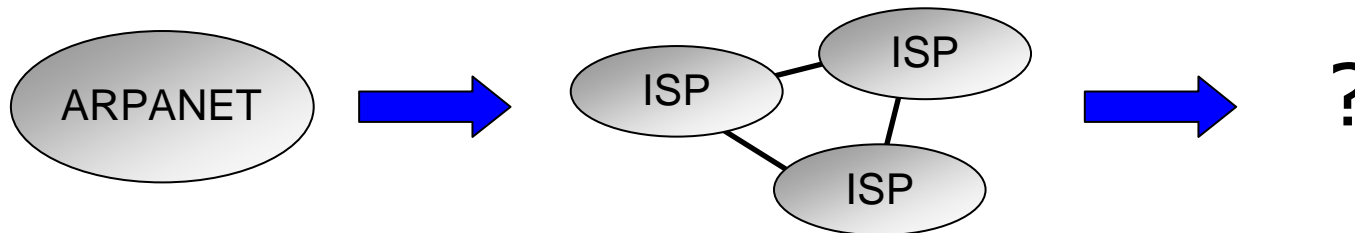




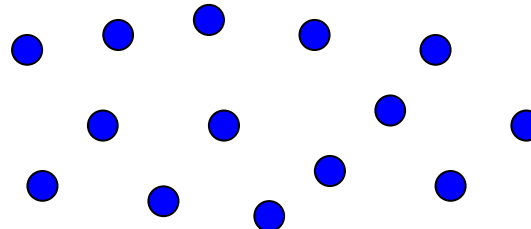


## Önszerveződés kutatása

- Interdiszciplináris (biológia, fizika, szociológia, gazdaságtan)
- Informatikában: mesterséges intelligencia
- De most ...



- Problémák:
  - Nem értjük teljesen
  - Nincsenek tervezési módszertanok (a természet evolúcióval oldja meg)
- Lehetőségek
  - Analitikus módszerek (komplex hálózatok tudománya)

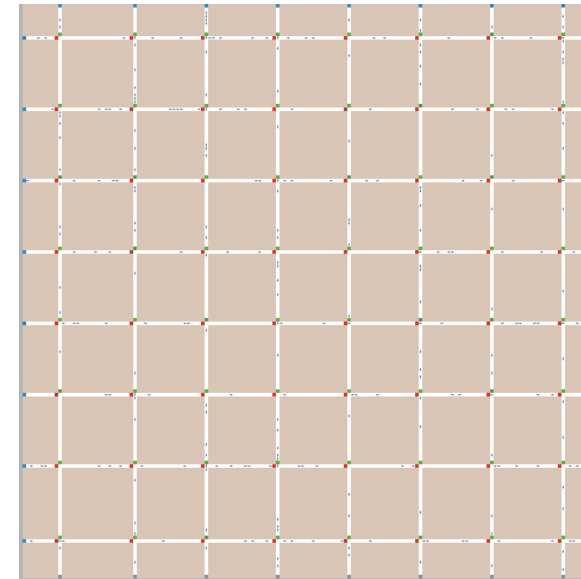
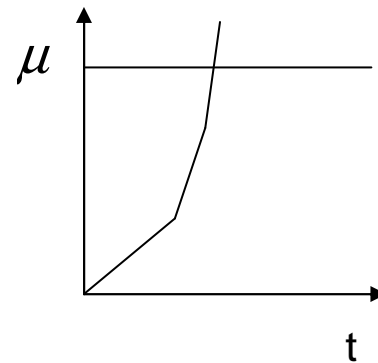




## Lehetőségek

- Másik lehetőség
  - Intuíció
  - Ágens alapú szimuláció
  - Majd javítgatás
- Autósforgalom lámpákkal
  - Érzékelők (olcsó kamera)
  - Lokális kapcsolási szabályok

$$\int ct$$





## Önszerveződő hálózatok: Tervezési alapelvek

- Lokális szabályok kidolgozása, melyek megvalósítják a globális célt
- Implicit koordináció használata (nem request $\leftrightarrow$ reply üzemmód), ütközések
- Hosszan megmaradó állapotinformáció mennyiségének minimalizálása
- Adaptív protokollok tervezése
  - 1. szint: a rendszer képes kezelni a mobilitásból és meghibásodásból adódó változásokat
  - 2. szint: a rendszer képes módosítani a lokális szabályok paramétereit, hogy optimalizálja működését
  - 3. szint: a rendszer képes észrevenni, hogy maga az alkalmazott lokális szabályrendszer már nem megfelelő
- Szabványok $\rightarrow$ önszerveződő protokollok



**Ők is így csinálják!**