

IV124 Komplexní sítě

Eva Výtvarová, Jan Fousek, Eva Hladká

Fakulta informatiky, Masarykova univerzita

3. dubna 2019

Úvod

nahodná síť: binomická distribuce stupně, ER model

Máme něco podobného pro bezškálovou síť?

Generování sítí s daným p_k

obecnější přístup:

- na základě dané distribuce stupně p_k vygenerujeme síť
- umožňuje vytvořit surogátní data k reálné síti
- neříká nic o původu struktury samotné sítě

Tři hlavní varianty:

- konfigurační model
- randomizace zachovávající stupeň
- model se skrytým parametrem

Konfigurační model

Postup:

- zadána sekvence stupňů uzlů
- hrany vygenerovány náhodně: dvojice pahýlků

Vlastnosti

- pravděpodobnost hrany mezi uzly i a j :
 $\frac{k_i k_j}{2|E|-1} \implies$ upřednostňuje propojení uzlů s vysokým stupněm
- vede ke vzniku smyček a multihran

Randomizace zachovávající stupeň

Postup:

- na vstupu je již existující síť
- iterativně vybíráme náhodnou dvojici hran, které prohodíme
- $\{(i, j), (k, l)\} \rightarrow \{(i, l), (k, j)\}$

Vlastnosti:

- zachovává velikost a hustotu sítě, ρ_k
- vlastnosti závislé na jiných parametrech se ztratí

Model se skrytým parametrem

Postup:

- začneme s izolovanými uzly
- každému uzlu přiřadíme hodnotu parametru η_i z distribuce $\rho(\eta)$
- hranu (i, j) přidáme s pravděpodobností $\frac{\eta_i \eta_j}{\langle \eta \rangle N}$
- např. pro bezškálovou síť: $\eta_i = c/i^\alpha, i = 1, \dots, N$
 - výsledkem síť s $p_k \approx k^{-(1+\frac{1}{\alpha})}$

Vlastnosti:

- nevytváří multihrany a smyčky
- flexibilní vůči požadavku na výsledné p_k

Růstové modely

Motivace

- zajímají nás principy stojící za bezškálovým charakterem sítí sdíleným napříč velmi rozdílnými systémy

Pozorování:

- reálné sítě často vznikají postupným vývojem (připojováním uzlů)
- citační síť, WWW, ...

Upřednostněné připojení

Intuice:

- nově příchozí jsou s větší pravděpodobností představeni „populárním“ uzlům s vysokým k_j
- „*rich get richer*“

Obecný postup

- iterativně přidáváme uzel s daným počtem hran
- pravděpodobnost navázání na existující uzel j závisí na k_j

Model Barabási-Albert

Postup

- každý nový uzel přichází s m hranami
- pravděpodobnost připojení k uzlu i je dána:

$$\Pi(k_i) = \frac{k_i}{\sum_j k_j}$$

Výsledná distribuce:

$$p(k) \approx 2m^2 k^{-3}$$

Netlogo demo

...

Nelineární upřednostněné připojení

Obecně $\Pi(k) \sim k^\alpha$

sublineární ($\alpha < 1$)

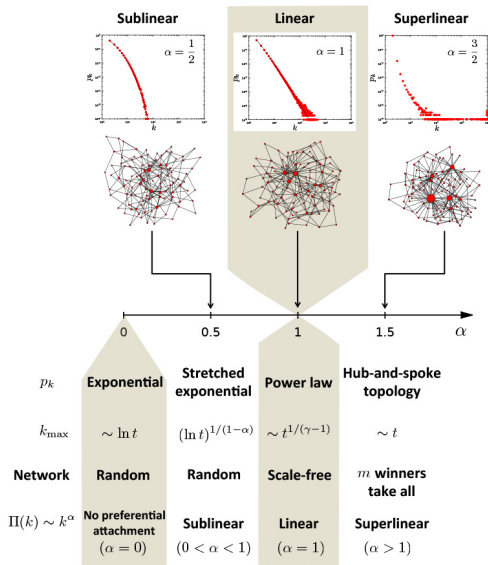
- nestačí na vznik hubů: náhodná síť

lineární ($\alpha \approx 1$)

- bezškálová síť

superlineární ($\alpha > 1$)

- tendence „bohatnutí bohatých“ dominuje
- vítěz bere vše: topologie hvězda



1

Model Bianconi-Barabási

Motivace:

- BA model zvýhodňuje dříve příchozí
- v reálných sítích tomu tak není: Friendster - Myspace - Facebook - ?
- „schopné“ uzly mohou předběhnout stávající dominující huby - do modelu přidáme parametr *zdatnost* (fitness)

Model Bianconi-Barabási

Postup

- v každém kroku přidáme uzel s m hranami a zdatností η z dané distribuce $\rho(\eta)$
- pravděpodobnost připojení nově příchozího uzlu k uzlu i je dána jako:

$$\Pi_i = \frac{\eta_i k_i}{\sum_j \eta_j k_j}$$

Model Bianconi-Barabási

Vlastnosti:

- i malý rozdíl ve zdatnosti uzlu vede k velkým rozdílům ve stupni (limitně)
 - pokud je zdatnost η identická pro všechny uzly, model se redukuje na BA
- = pro uniformní $\rho(\eta)$ dostaneme bezškálovou síť
- čas příchodu uzlu není hlavním určujícím prvkem pro výsledný stupeň

NetworkX demo

...