

Modelowanie i analiza sieci złożonych

VIII. Sieci hierarchiczne, warstwowe i czasowe.

Grzegorz Siudem

Politechnika Warszawska



**Politechnika
Warszawska**

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



Zadanie 10 pn.

„Przygotowanie i uruchomienie nowego kierunku studiów na studiach II stopnia
- Inżynieria i Analiza Danych (IAD)”

realizowane jest w ramach projektu
„NERW PW. Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca”
współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Przed zajęciami

Poszukaj w poznanych repozytoriach przykładów sieci:

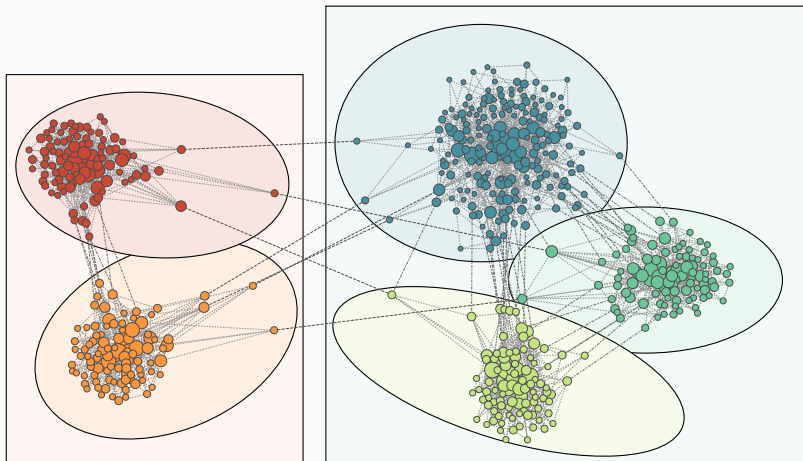
- hierarchicznych,
- warstowych,
- czasowych.

Przeczytaj

- www.ams.org/journals/notices/201811/rnoti-p1419.pdf
- www.ztm.waw.pl/pliki-do-pobrania/dane-rozkladowe/

Wykład

Sieci hierarchiczne



Struktura

- Posiadająca podstruktury,

Struktura

- Posiadająca podstruktury,
 - które mają podstruktury,

Struktura

- Posiadająca podstruktury,
 - które maja podstruktury,
 - które maja podstruktury...

Struktura

- Posiadająca podstruktury,
 - które mają podstruktury,
 - które mają podstruktury...

Możliwe znaczenia (za SJP)

- ustalony porządek według wybranego kryterium, np. ważności,
- grupa osób sprawująca władzę, zwłaszcza w Kościołach

Hierarchia – co to jest?

Struktura

- Posiadająca podstruktury,
 - które mają podstruktury,
 - które mają podstruktury...

Możliwe znaczenia (za SJP)

- ustalony porządek według wybranego kryterium, np. ważności,
- grupa osób sprawująca władzę, zwłaszcza w Kościołach

Oba mogą mieć znaczenie sieciowe:

- sieć skierowana (najlepiej drzewo)
- sieć społeczna, polityczna, etc...

Hierarchia – skąd pochodzi?



wikipedia

Pseudo-Dionizy Areopagita pierwszy pisał o hierarchii chórow anielskich.

Hierarchia – skąd pochodzi?



wikipedia

Pseudo-Dionizy Areopagita pierwszy pisał o hierarchii chórow anielskich.

Sieci mają zastosowania wszędzie!

Nawet w teologii.

Strukturę hierarchiczną mają m. in.

- sieci internetowe (na poziomie systemów autonomicznych),

Strukturę hierarchiczną mają m. in.

- sieci internetowe (na poziomie systemów autonomicznych),
- sieci cytowań,

Strukturę hierarchiczną mają m. in.

- sieci internetowe (na poziomie systemów autonomicznych),
- sieci cytowań,
- sieć aktorów,

Strukturę hierarchiczną mają m. in.

- sieci internetowe (na poziomie systemów autonomicznych),
- sieci cytowań,
- sieć aktorów,
- sieci troficzne,

Strukturę hierarchiczną mają m. in.

- sieci internetowe (na poziomie systemów autonomicznych),
- sieci cytowań,
- sieć aktorów,
- sieci troficzne,

Potencjalne źródła hierarchii:

- podział logiczny,

Strukturę hierarchiczną mają m. in.

- sieci internetowe (na poziomie systemów autonomicznych),
- sieci cytowań,
- sieć aktorów,
- sieci troficzne,

Potencjalne źródła hierarchii:

- podział logiczny,
- reguła św. Mateusza,

Strukturę hierarchiczną mają m. in.

- sieci internetowe (na poziomie systemów autonomicznych),
- sieci cytowań,
- sieć aktorów,
- sieci troficzne,

Potencjalne źródła hierarchii:

- podział logiczny,
- reguła św. Mateusza,
- pozycja w strukturze sieci (definicja).

Skalowanie lokalnych współczynników gronowania

Przyjmuje się, że o hierarchii sieci świadczy

$$C_i(k) \sim k^{-1},$$

bo nie każda sieć o rozkładzie potęgowym musi mieć naturę hierarchiczną.

Skalowanie lokalnych współczynników gronowania

Przyjmuje się, że o hierarchii sieci świadczy

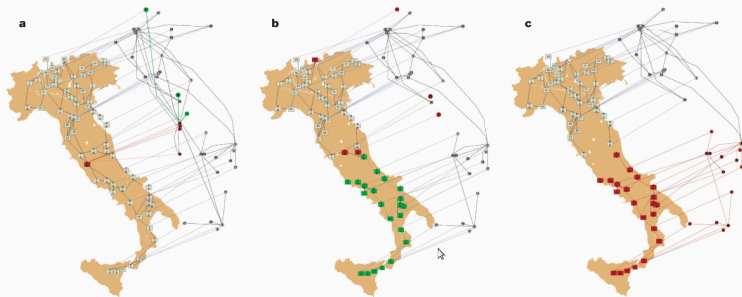
$$C_i(k) \sim k^{-1},$$

bo nie każda sieć o rozkładzie potęgowym musi mieć naturę hierarchiczną.

Podpowieź:

Szukaj sieci gdzie koszty krawędzi są znaczące.

Sieci warstwowe – motywacja



Sprzężone sieci energetyczno-informatyczne [S.V Buldyrev i in. Nature **464**, 1025–1028, (2010)]

Dlaczego warto znać teorię perkolacji...

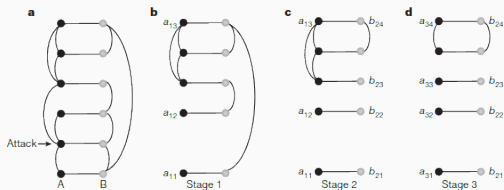


Figure 2 | Modelling an iterative process of a cascade of failures. Each node in network A depends on one and only one node in network B, and vice versa. Links between the networks are shown as horizontal straight lines, and A-links and B-links are shown as arcs. **a**, One node from network A is removed ('attack'). **b**, Stage 1: a dependent node in network B is also eliminated and network A breaks into three a_1 -clusters, namely a_{11} , a_{12} and a_{13} . **c**, Stage 2: B-links that link sets of B-nodes connected to separate a_1 -clusters are eliminated and network B breaks into four b_2 -clusters, namely

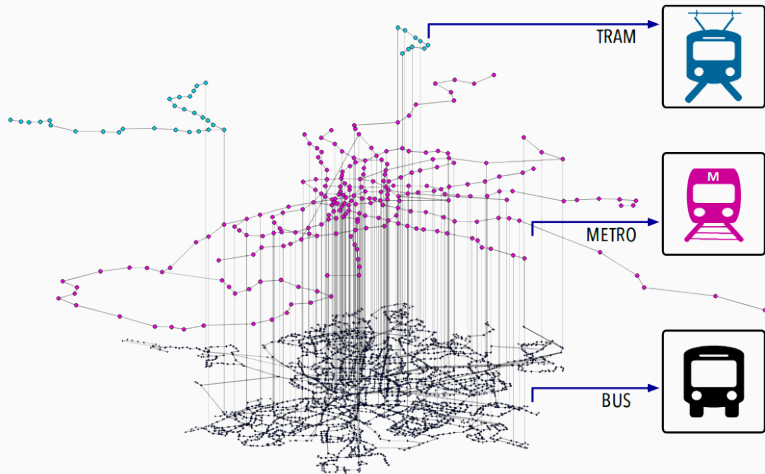
b_{21} , b_{22} , b_{23} and b_{24} . **d**, Stage 3: A-links that link sets of A-nodes connected to separate b_2 -clusters are eliminated and network A breaks into four a_3 -clusters, namely a_{31} , a_{32} , a_{33} and a_{34} . These coincide with the clusters b_{21} , b_{22} , b_{23} and b_{24} , and no further link elimination and network breaking occurs. Therefore, each connected b_2 -cluster/ a_3 -cluster pair is a mutually connected cluster and the clusters b_{24} and a_{34} , which are the largest among them, constitute the giant mutually connected component.

Uogólnienie klasycznych grafów

gdzie każda warstwa (klasyczny graf, zbiór zależności) odpowiada innemu typowi interakcji:

- sieć transportowa,
- sieć społeczna,
- sieci transportowe.

Sieci warstwowe



A. Aleta and Y. Moreno, Annual Review of Condensed Matter Physics 10:1, 45-62, (2019)

Definicja

Sieci czasowe (ang. *temporal networks*) to sieci, które zmieniają swoją strukturę w czasie.

Potencjalne realizacje:

- zjawiska zmienne w czasie modelowane przez sieci (zajmiemy się za chwile),
- sieci ewoluujące (np. sieć BA, model A),
- sieci koewoluujące (proces dynamiczny + zmiany sieci).

Podsumowanie

Pytanie przed kolejnymi zajęciami:

Co Państwo wiecie o procesach stochastycznych?

Dziękuję za uwagę!



**Politechnika
Warszawska**

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny



Zadanie 10 pn.

„Przygotowanie i uruchomienie nowego kierunku studiów na studiach II stopnia
- Inżynieria i Analiza Danych (IAD)”

realizowane jest w ramach projektu
„NERW PW. Nauka – Edukacja – Rozwój – Współpraca”
współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego