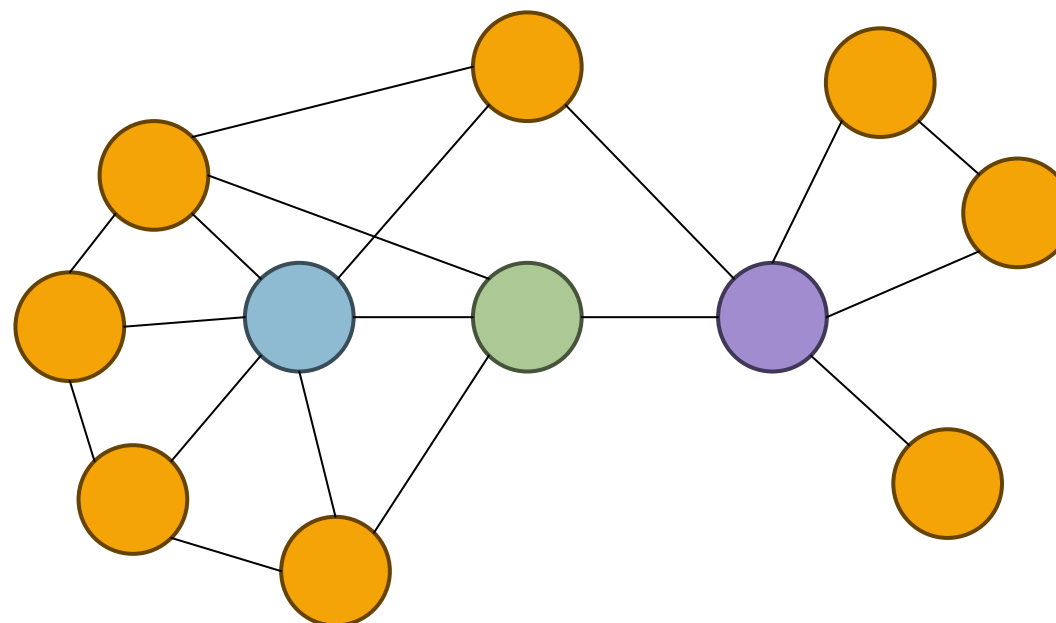
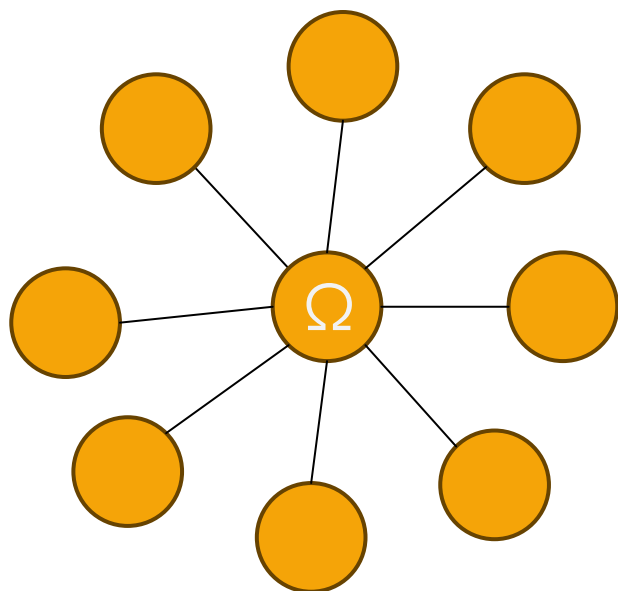


Sieci złożone

ORGANIZACJA ZAJĘĆ

PRZEGLĄD TREŚCI WYKŁADU





stopień

bliskość

pośrednictwo

BARABASI LAB



Zasady zaliczenia kursu

- ▶ Obecność na wykładzie jest nieobowiązkowa ale **wiedza** z wykładu (aktualizowana na bieżąco) **JEST OBOWIĄZKOWA!**
- ▶ Słuchacz wykładu jest **aktywnym uczestnikiem** procesu przekazywania wiedzy
- ▶ Kolokwium I termin (30 I 2026) II termin (9 II 2026 godz. 9:15-11:00)
 - ▶ Udział w II terminie oznacza
anulowanie oceny z I terminu
 - ▶ sprawdzenie
zrozumienia pojęć i metod
 - ▶ pytanie otwarte: opis sytuacji problemowej

bud C-16, sala D3.2

STYCZEŃ				LUTY			
5	12	19	26	2 Pn/P	9	16	23
6	13	20	27	3	10	17	24
7 Pn/N	14	21	28	4	11	18	25
8	15	22	29	5	12	19	26
9	16	23	30	6	13	20	27
10	17	24	31	7	14	21	28
11	18	25	1	8	15	22	1
N	P	N	P	N	P	N	P

Grafy

- ▶ Proste, ważone, skierowane
- ▶ Pełne, losowe
- ▶ Graf dwudzielny
- ▶ Macierz
 - ▶ sąsiedztwa
 - ▶ koincydencji
- ▶ Ścieżka, droga, najkrótsza ścieżka, średnica, osiągalność
- ▶ Spójność, gęstość
- ▶ Wierzchołki
 - ▶ stopień, rząd, sąsiedztwo, siła
 - ▶ centralność, bliskość, pośrednictwo
- ▶ Podgrafy
 - ▶ n-klika, klika maksymalna,
 - ▶ k-spójność, największa składowa spójna,
 - ▶ mosty, przeguby

Sieć = graf + dynamika = graf agentów

- ▶ stan węzła
- ▶ średnica sieci
- ▶ rozkład stopni węzłów
 - ▶ huby
 - ▶ rozkład potęgowy
 - ▶ efekt małych światów

Graf	Sieć
wierzchołek	węzeł
krawędź	połączenie

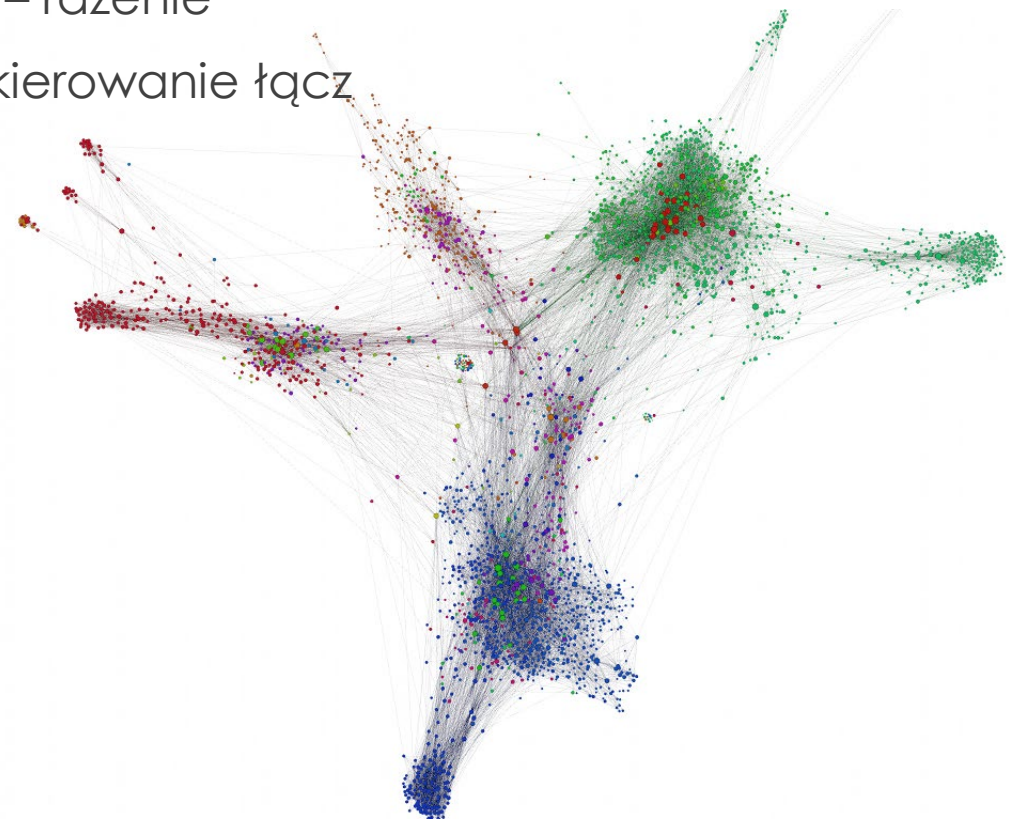
Wielkości opisujące sieć

- ▶ Miary centralności
 - ▶ średnia odległość
 - ▶ wydajność
 - ▶ pośrednictwo
- ▶ Korelacje
 - ▶ dwuwęzłowe (asortatywność i dysasortatywność)
 - ▶ motywy, triady
- ▶ Sieć ego, gęstość
- ▶ Modularność
 - ▶ n-kliki
 - ▶ współczynnik gronowania
 - ▶ skupienia, hierarchiczność

Wizualizacja sieci

- ▶ rozmieszczenie węzłów
 - ▶ losowe (`random_layout`)
 - ▶ na okręgu (`circular_layout`)
 - ▶ na koncentrycznych okręgach (`shell_layout`)
 - ▶ inspiracja oddziaływaniami fizycznymi cząstek: metoda Fruchtermana i Reingolda (`spring_layout`)
 - ▶ wedle wartości własnych (`spectral_layout`)
 - ▶ metoda Kamady i Kawai (`kamada_kawai_layout`)

- ▶ k – rdzenie
- ▶ skierowanie łącz



Prawo potęgowe

- ▶ Rozkłady z tłustym ogonem
 - ▶ potęgowy
 - ▶ potęgowy z wykładniczym obcięciem
 - ▶ log-normalny
 - ▶ estymacja parametrów rozkładów
 - ▶ wartość oczekiwana i wariancja
- ▶ Bezskalowość
- ▶ Rozkład Pareto i prawo Zipfa
 - ▶ 80/20
- ▶ Przykłady zjawisk bezskalowych

Układy złożone

- ▶ Zjawiska krytyczne
- ▶ Zdarzenia ekstremalne
- ▶ dalekozasięgowe korelacje

Dynamika sieci

▶ Węzły

- ▶ Stany: *ciągłe i dyskretne*
- ▶ Kaskady: *wybór technologii, opinie*
- ▶ Ranga: *autorytet, PageRank*

▶ Połączenia (struktura sieci)

- ▶ macierz przekonań
- ▶ sieć przypadkowa
 - ▶ model Erdősa–Rényi (E-R)
- ▶ **sieć złożona**
 - ▶ model Barabásiego–Albert (B-A)
 - ▶ preferencyjne dołączanie
 - ▶ preferencyjne przełączanie
 - ▶ przyspieszony wzrost
 - ▶ kopiowanie węzłów
 - ▶ starzenie się węzłów

Wnioskowanie z sieci

- ▶ Grafy dwu (wielo) dzielne
 - ▶ projekcja na wierzchołki dolne
 - ▶ prosta
 - ▶ ważona
 - ▶ Newmana
 - ▶ Jaccarda
 - ▶ sieci współpracy
- ▶ Rekomendacje

Sieci społecznościowe

- ▶ Model Watts-Strogatz
 - ▶ sieci małych światów
- ▶ model Kleinberga
 - ▶ ograniczony dostęp do informacji

Aтаки na sieci

- ▶ Odporność sieci na przypadkowe usterki
- ▶ Rozspójnienie sieci
- ▶ Rola najlepiej usieciowionych węzłów (huby)

Przykłady zastosowań

- ▶ Sieci transportowe
 - ▶ lotniska (www.oag.com), koleje, drogi
- ▶ Sieci energetyczne
- ▶ Relacje między państwami (<https://correlatesofwar.org/>)
- ▶ Współpraca firm
 - ▶ importerzy - eksporterzy
- ▶ Współpraca naukowców (ang. *coauthorship network*)
- ▶ Współpraca terrorystów (<http://orgnet.com/tnet.html>)
- ▶ Organizmy
 - ▶ sieć metaboliczna
 - ▶ regulacja genów
 - ▶ interakcje białek
 - ▶ zależności pokarmowe
- ▶ Współwystępowanie
 - ▶ wyrazów w zdaniach
 - ▶ bohaterów w scenach

Przykłady zastosowań

- ▶ Grafy dwudzielne
 - ▶ rekomendacje filmów, książek, ...
 - ▶ aktywacja gen-proteina
 - ▶ rośliny i zapylające je owady
- ▶ Co jest węzłem, a co połączeniem?
- ▶ Skąd i w jaki sposób zdobyć dane?
- ▶ Jak reprezentować dane w postaci sieci?
- ▶ Na jakie pytania mogą dać odpowiedź dane ustrukturyzowane w postaci sieci?
- ▶ Jak analizować otrzymaną sieć?
- ▶ Jaka nowa wiedza została uzyskana?

Literatura

<https://barabasi.com/>



<https://networkx.org/documentation/stable/tutorial.html>