

# ANALIZA

# DRUŠTVENIH MREŽA

## (2. BLOK)

**JELENA JOVANOVIĆ**

**EMAIL: [JELJOV@GMAIL.COM](mailto:JELJOV@GMAIL.COM)**

**WEB: [HTTP://JELENAJOVANOVIĆ.NET](http://JELENAJOVANOVIĆ.NET)**



# PREGLED PREDAVANJA

- Mere centralnosti
- Zajednice / grupe (communities) u društvenoj mreži
  - Otkud grupe u mreži?
  - Pristupi za detekciju grupa u mreži
- Brokeri i habovi u mreži
- Jake i slabe veze (i njihov uticaj na formiranje mreže)
- Dodatni interesantni/korisni sadržaji na temu SNA

# MERE CENTRALNOSTI

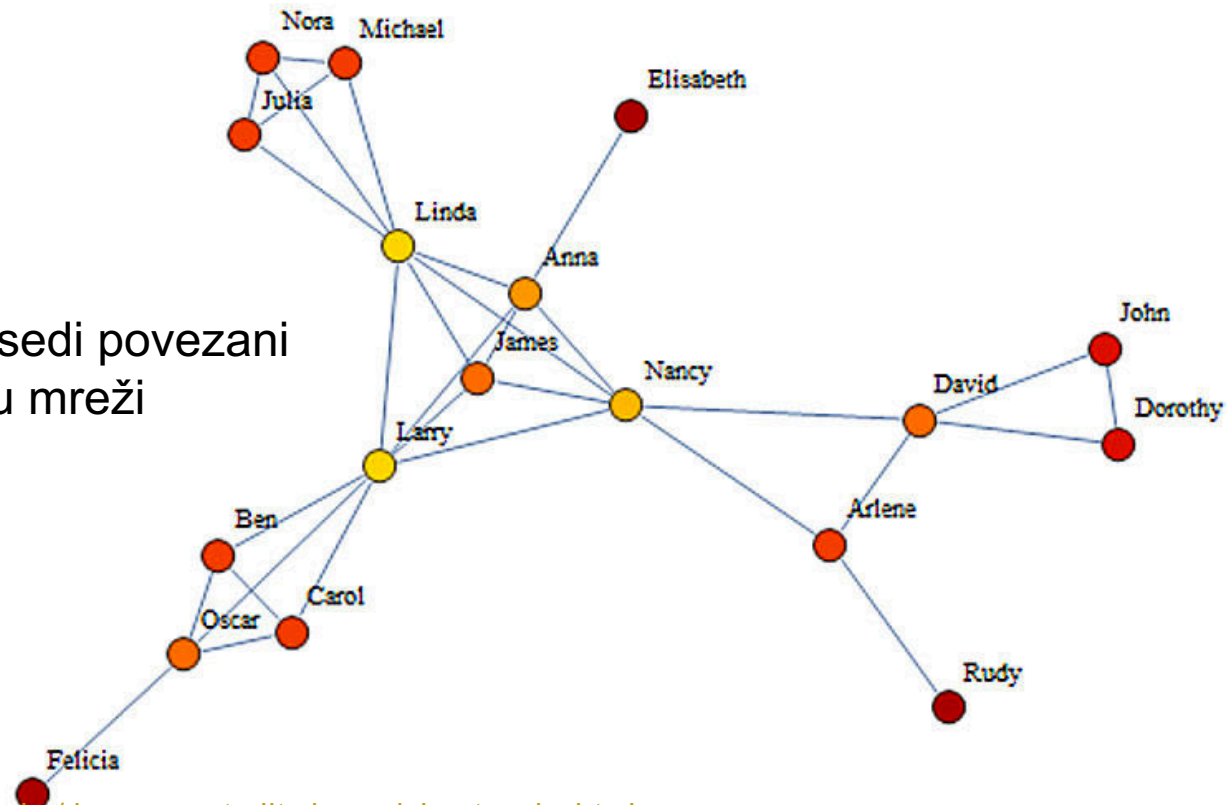
# DEGREE CENTRALITY ( $C_D$ )

Predstavlja ratio degree metrike datog čvora i ukupnog broja čvorova u mreži

Primer: što je boja čvora svetlija, to je degree centrality viši

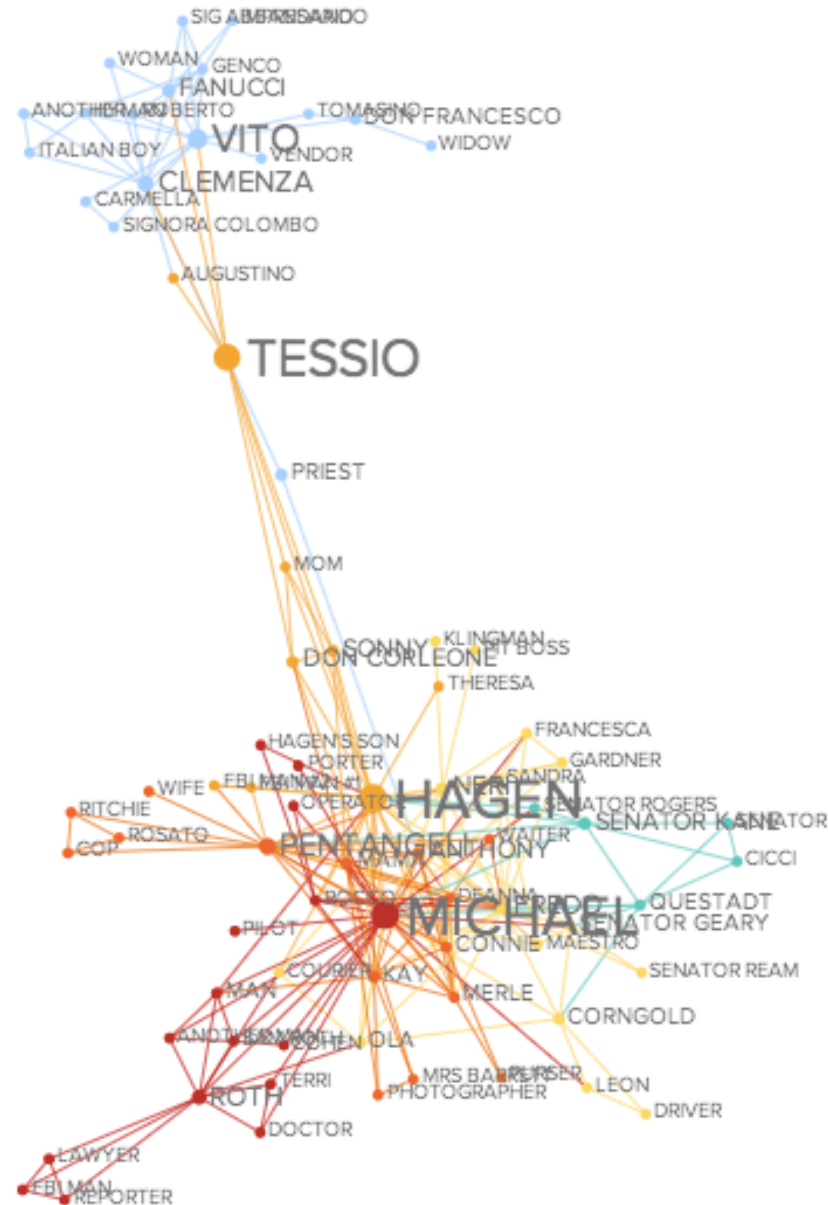
Potencijalni nedostatak:

ne uzima u obzir kako su susedi povezani tj. kako su oni pozicionirani u mreži



# BETWEENNESS CENTRALITY ( $C_B$ )

- Omogućuje identifikaciju čvorova (tj. aktera) koji se često pojavljuju kao posrednici u komunikaciji između drugih čvorova mreže
- Takođe, omogućuje identifikaciju tačaka gde može doći do “pucanja” mreže



# BETWEENNESS CENTRALITY ( $C_B$ )

Kako se određuje  $C_B$  za čvor  $v$  ?

- Za dva proizvoljna čvora mreže  $s$  i  $t$ , odrediti broj najkraćih putanja koje prolaze kroz čvor  $v$  ( $\sigma_{st}(v)$ ), i podeliti taj broj ukupnim brojem najkraćih putanja između čvorova  $s$  i  $t$  ( $\sigma_{st}$ )
- Sumirati ovako dobijene vrednosti za sve parove čvorova  $s$  i  $t$

$$C_B(v) = \sum_{s \neq v \neq t} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}}$$

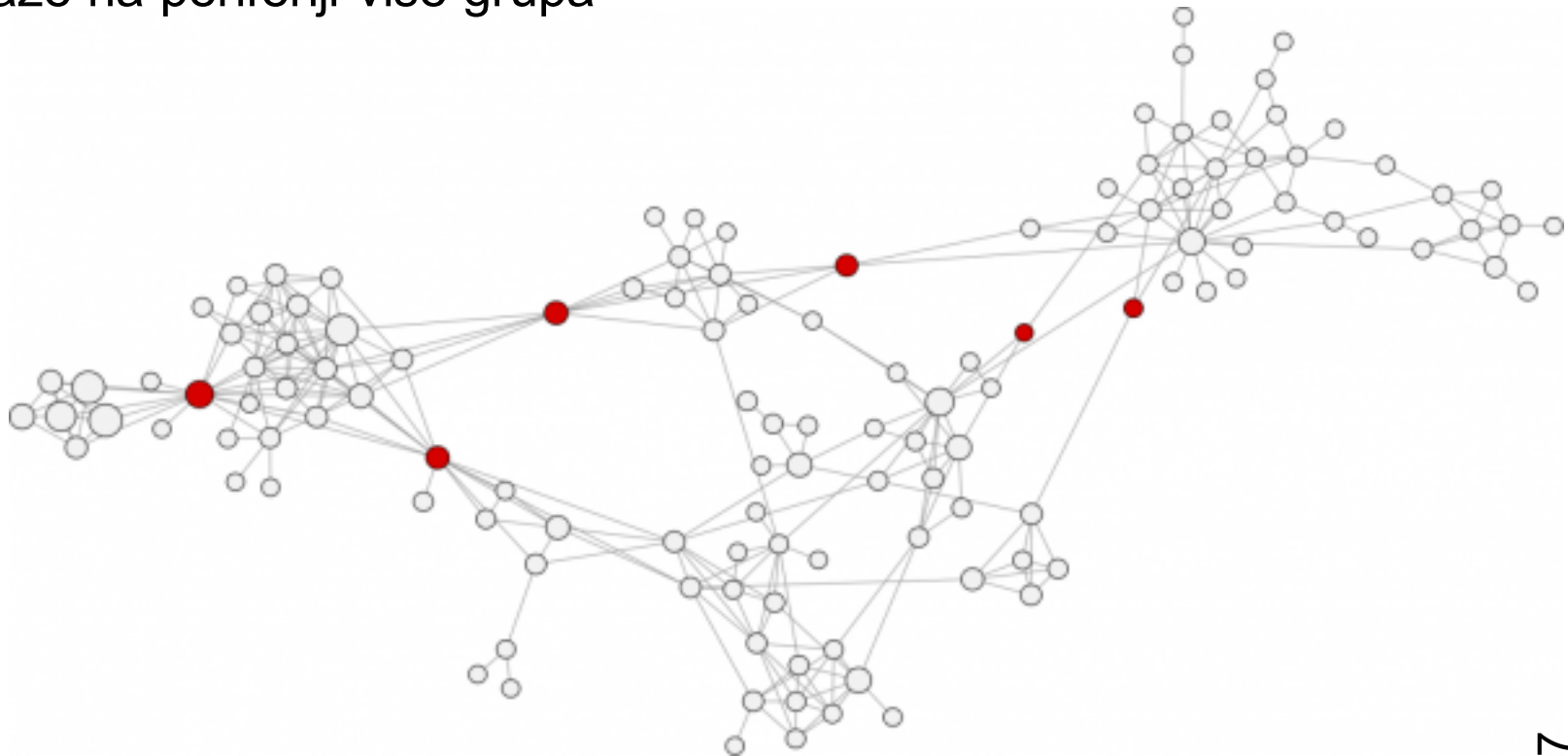
Ovako dobijena vrednost se često normalizuje, tako da je

- najveća vrednost za  $C_B = 1$ , ili da je
- suma vrednosti ove metrike za sve čvorove mreže = 1

# BETWEENNESS CENTRALITY ( $C_B$ )

Iako akteri sa visokom  $C_B$  vrednošću imaju važnu ulogu *brokera* u mreži, često ostaju nezapaženi

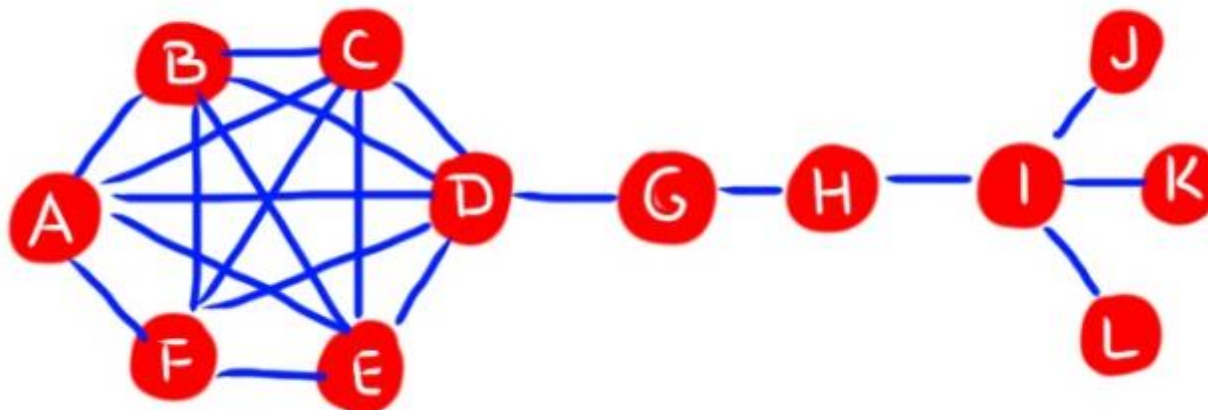
Razlog: tipično nisu centralni ni u jednoj grupi u okviru mreže, već se nalaze na periferiji više grupa



# DEGREE VS BETWEENNESS

Čvor A ima veliku vrednost za degree, ali malu za betweenness

Čvorovi G i H su vrlo centralni, ako se posmatra betweenness, ali slabo centralni ako se procena vrši na osnovu degree metrike



# CLOSENESS CENTRALITY ( $C_C$ )

Ova metrika predstavlja prosečnu blizinu/udaljenost datog aktera od svih ostalih aktera u društvenoj mreži

Visoka vrednost ove metrike je tipična za čvorove koji se nalaze blizu centra lokalnih klastera (grupa) u većoj društvenoj mreži



# CLOSENESS CENTRALITY ( $C_C$ )

Kako se određuje  $C_C$  za čvor  $i$ ?

- Izračunati dužinu najkraćih putanja  $d_{ij}$  od čvora  $i$  do svih ostalih čvorova u mreži  $j$ , za svako  $j \neq i$
- U slučaju povezanog grafa,  $C_C$  čvora  $i$ :

$$\sum_j [d_{ij}]^{-1} = \frac{1}{\sum_j d_{ij}}$$

- U slučaju nepovezanog grafa:

$$\sum_j \frac{1}{d_{ij}}$$

$C_C$  izračunata primenom ove formule se naziva i *Harmonic  $C_C$*

# CLOSENESS CENTRALITY ( $C_c$ )

- Odražava brzinu kojom informacije, polazeći od datog čvora mogu stići do ostalih čvorova mreže
- Karakteristike aktera sa visokom vrednošću za  $C_c$ 
  - obično su uticajni članovi lokalne grupe kojoj pripadaju
  - iako su lokalno uticajni, najčešće su nepoznati ili slabo poznati na nivou mreže kao celine
  - omogućuju brzo širenje informacija kroz deo mreže kome pripadaju

# EIGENVECTOR CENTRALITY ( $C_E$ )

Omogućuje da se odredi ko je u mreži povezan sa uticajnim članovima mreže

- omogućuje identifikaciju lidera tj. uticajnih članova mreže

Funkcioniše po sličnom principu kao Google Page Rank:

- Web stranica ima viši rang ukoliko se na nju linkuju druge stranice sa visokim Page Rank-om

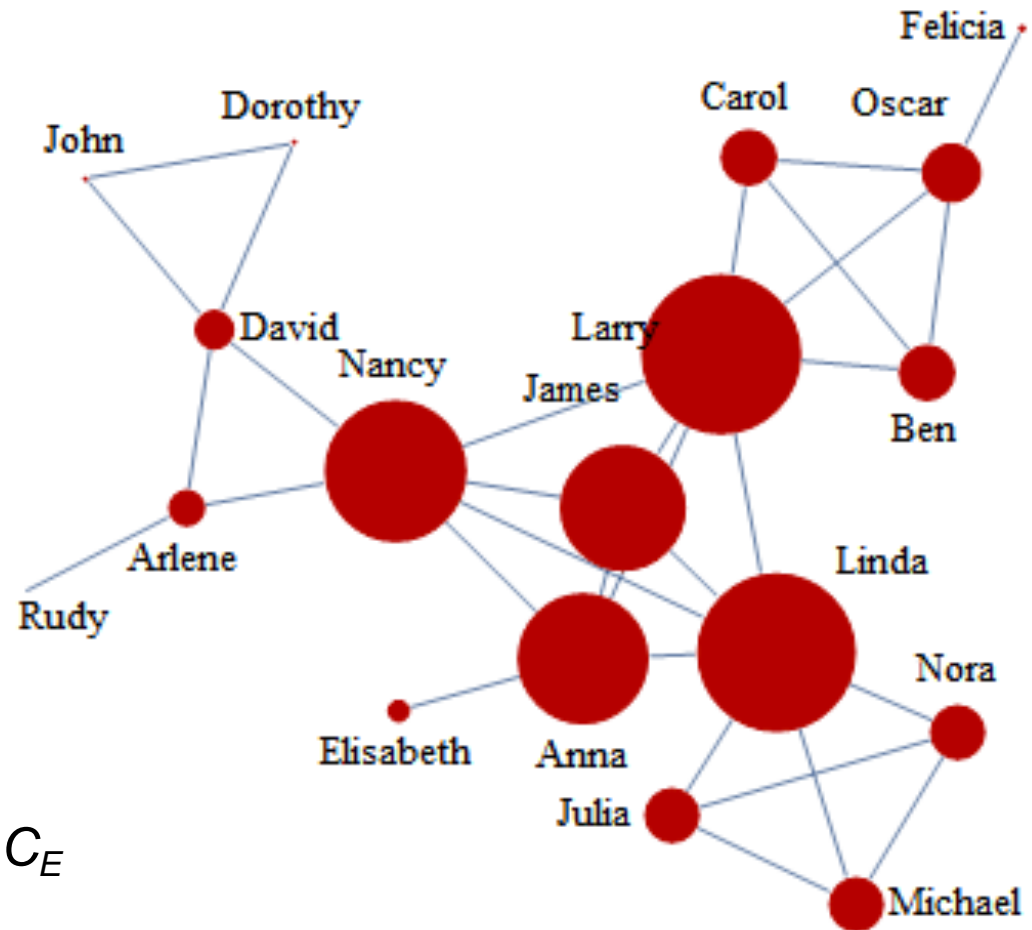
# EIGENVECTOR CENTRALITY ( $C_E$ )

$C_E$  čvora  $v$  je proporcionalan sumi vrednosti ove metrike svih direktnih suseda čvora  $v$

=>

Čvor sa visokom  $C_E$  vrednošću je povezan sa drugim čvorovima sa visokom  $C_E$  vrednošću

Na slici, veličina čvora odražava  $C_E$  vrednost tog čvora

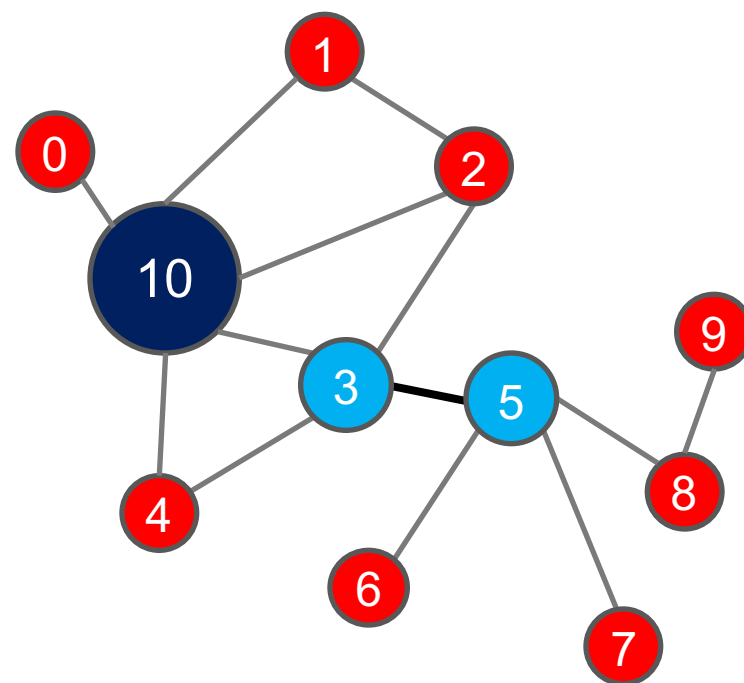


# IDENTIFIKACIJA CENTRALNIH AKTERA U MREŽI

Određivanje ključnih/centralnih aktera u mreži zahteva razmatranje više/svih mera centralnosti

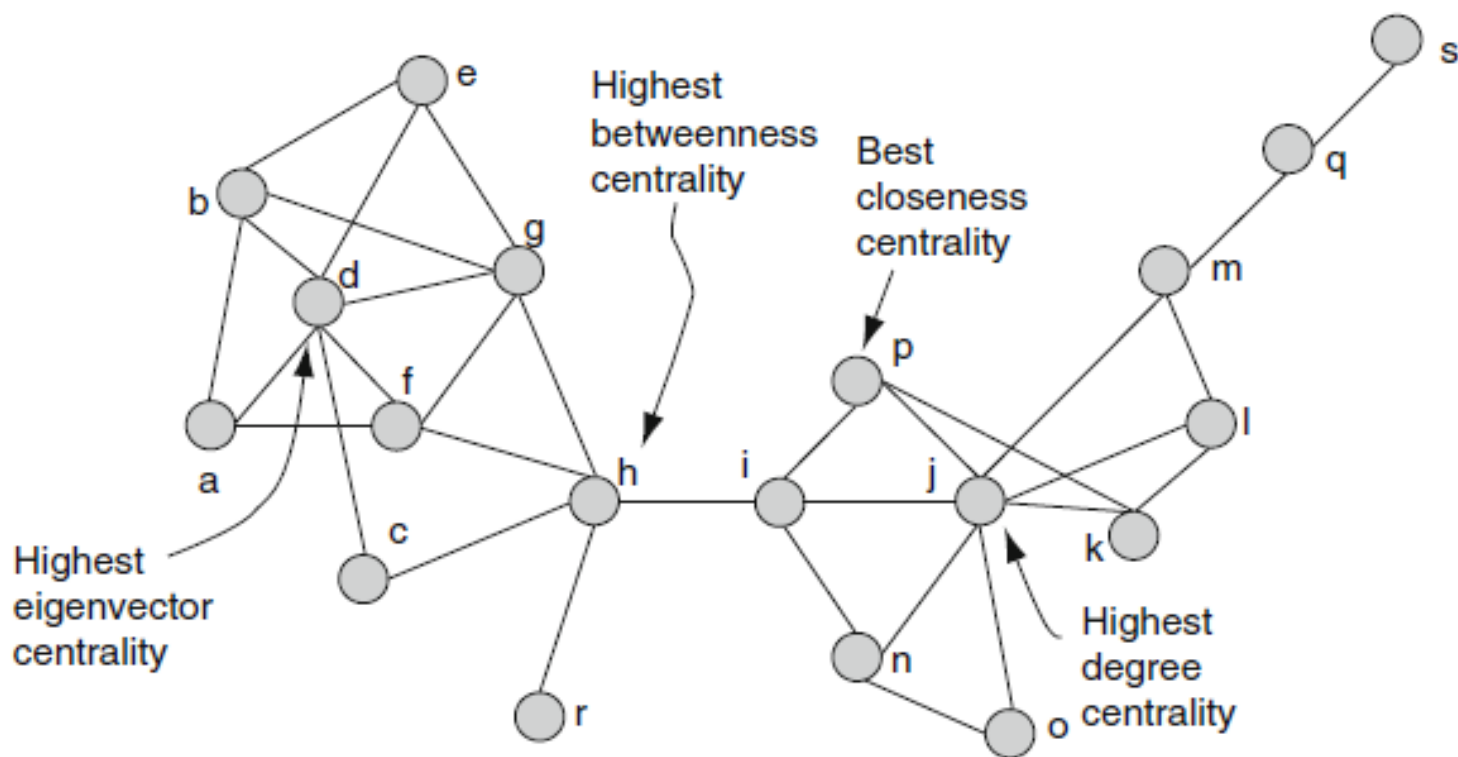
U datom primeru,

- ukoliko se posmatra *degree centrality*, čvor 10 je ključni; ali
- čvorovi 3 i 5 povezuju mrežu, njihova veza je kritična za mrežu – njeno pucanje bi uslovalo podelu mreže
- čvor 3 deluje najznačajnije: pored toga što ima visok *betweenness*, povezan je sa drugim uticajnim čvorovima (5 i 10)



# IDENTIFIKACIJA CENTRALNIH AKTERA U MREŽI

Još jedan primer kako različite mere centralnosti identifikuju različite aktere kao centralne u mreži



# TIPIČNA PRIMENA MERA CENTRALNOSTI U KONTEKSTU DRUŠTVENIH MREŽA

▶ Degree

Koliko drugih ljudi data osoba može direktno kontaktirati?

▶ Betweenness

Koliko je verovatno da će data osoba imati ulogu posrednika između drugih članova mreže ?

▶ Closeness

Koliko brzo data osoba može dopreti do svake druge osobe u mreži?

▶ Eigenvector

U kojoj meri je data osoba povezana sa uticajnim tj. dobro pozicioniranim članovima mreže?

# MERE CENTRALNOSTI KAO INDIKATORI MOĆI

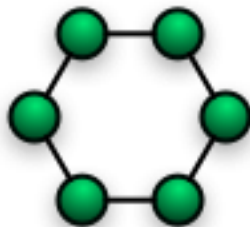
Moć pojedinca u mreži proizilazi iz *povoljne mrežne pozicije*

Ključni indikatori povoljne pozicije u mreži su visoke vrednosti mera: degree, betweenness i closeness

U jednostavnim mrežnim strukturama (zvezda, krug, linija), ove tri metrike kovariraju



Star



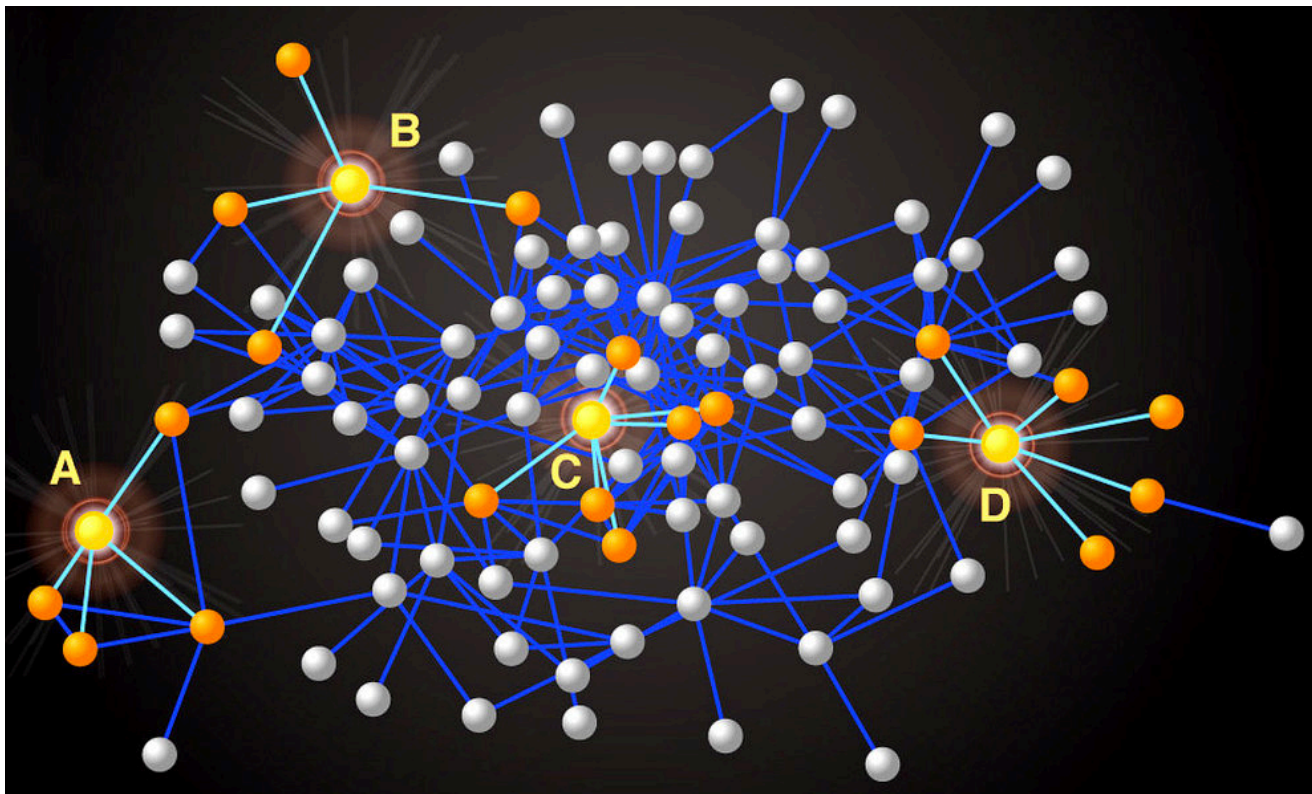
Ring



Line

# MERE CENTRALNOSTI KAO INDIKATORI MOĆI

U složenijim i većim mrežama, može biti značajnih razlika u vrednostima ovih metrika, tako da ista mrežna pozicija može biti i povoljna i nepovoljna, zavisno od kriterijuma posmatranja

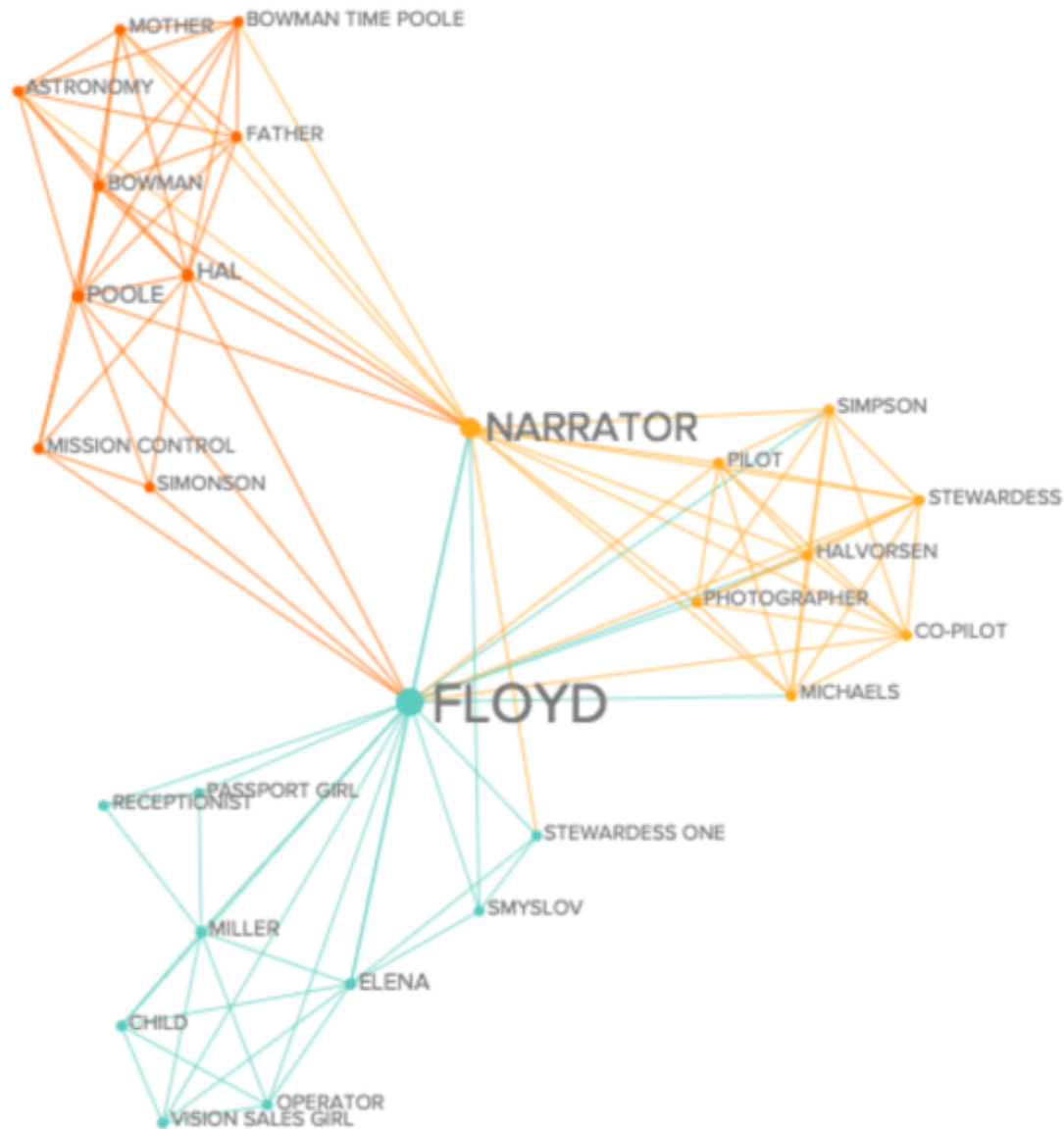


# PREPORUKA

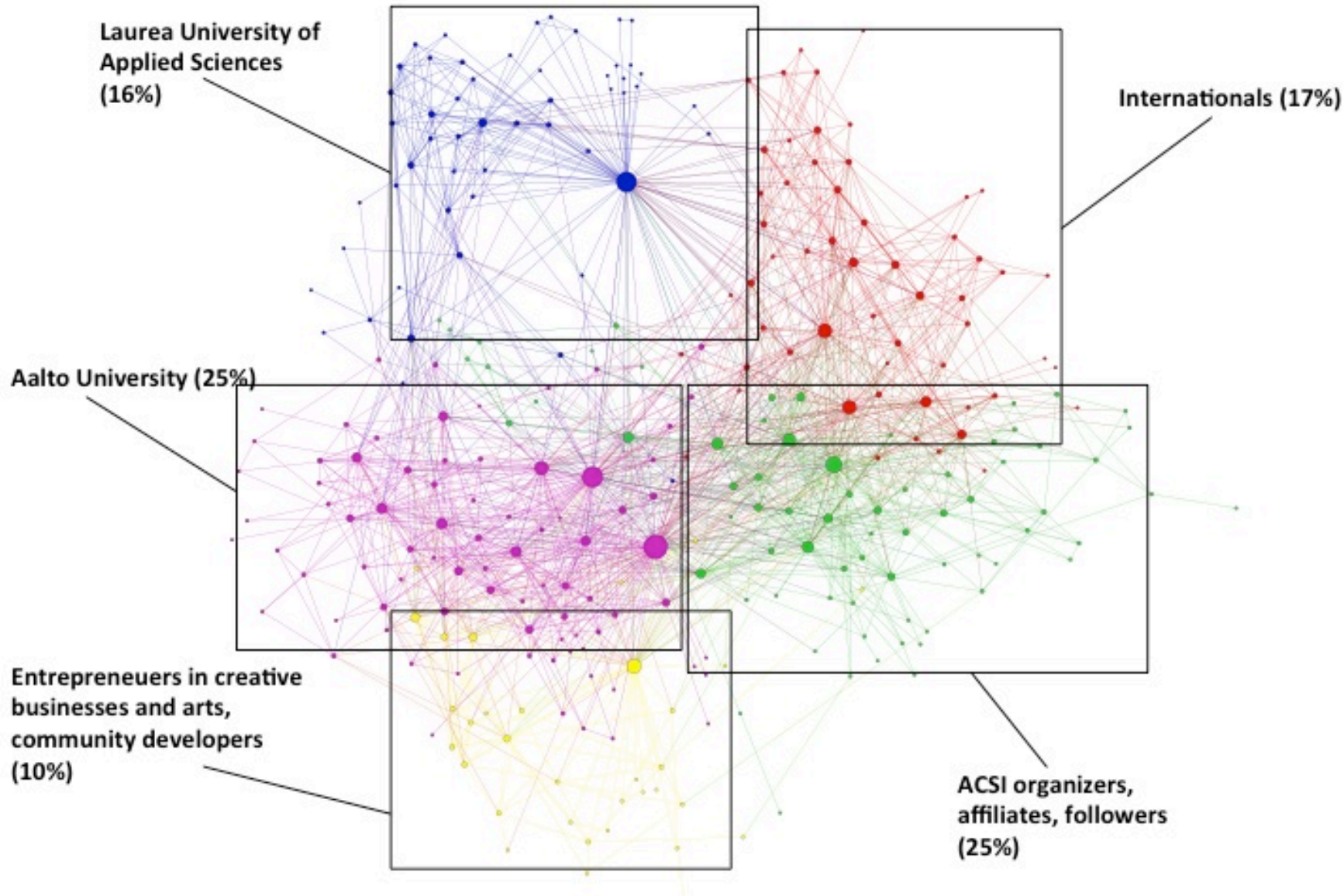
“Network Structure”, (short, 30’) lecture by Jane Golbeck  
([YouTube video](#))

“Grey’s Anatomy Network of Sexual Relations”, interesting application of centrality measures in the context of [Grey’s Anatomy](#) TV series ([blog post](#))

**ZAJEDNICE / GRUPE  
(COMMUNITIES)  
U DRUŠTVENOJ MREŽI**

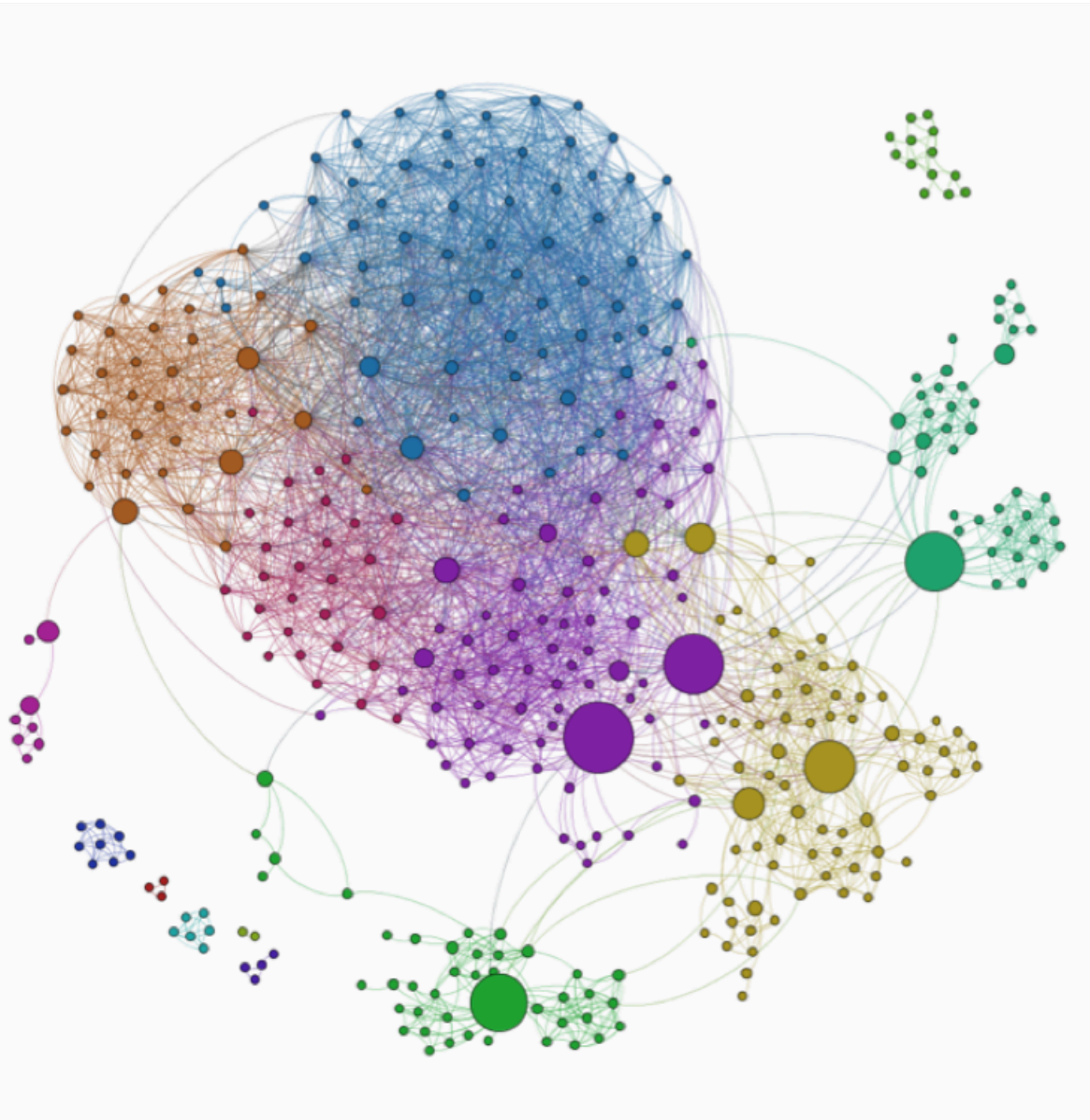


## Klasteri likova u filmu 2001: A Space Odyssey



Zajednice identifikovane u društvenj mreži učesnika letnjeg kampa ACSI (Aalto Camp for Societal Innovation) 2011

# Klasteri identifikovani u ego-mreži jednog korisnika Facebook-a



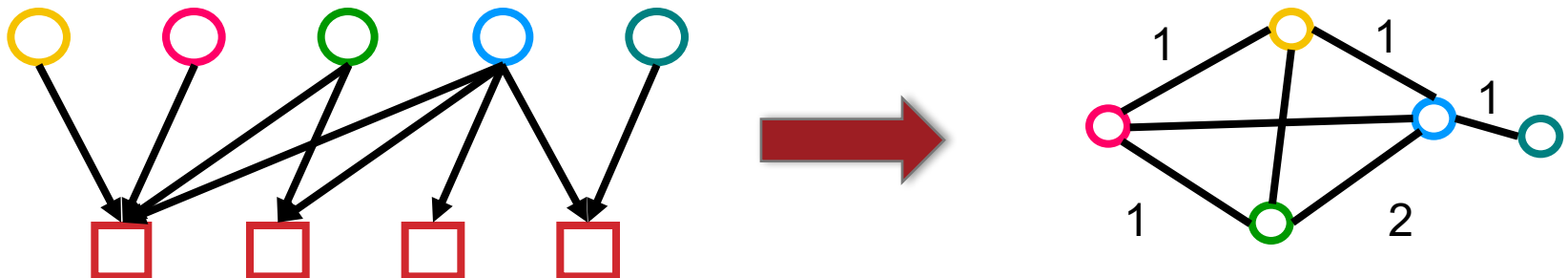
*“The blue community: people I met at school, all around my age  
The brown community is people I went to school with, but also lived close to where I grew up  
The maroon community also went to school with me, but all at least a year older than me  
The purple community is people I attended college with directly after finishing school  
...”*

# OTKUD GRUPE U MREŽI?

Manje mrežne strukture (grupe) su najčešće posledica tzv *affiliation networks* tj. bipartitnih grafova u kojima su pojedinci povezani sa

- organizacijama u kojima rade,
- događajima kojima su prisustvovali,
- sportskim klubom čiji su članovi, ...

Transformacijom ovakvih bipartitni grafova u unipartitne, pojavljuju se grupe



# OTKUD GRUPE U MREŽI?

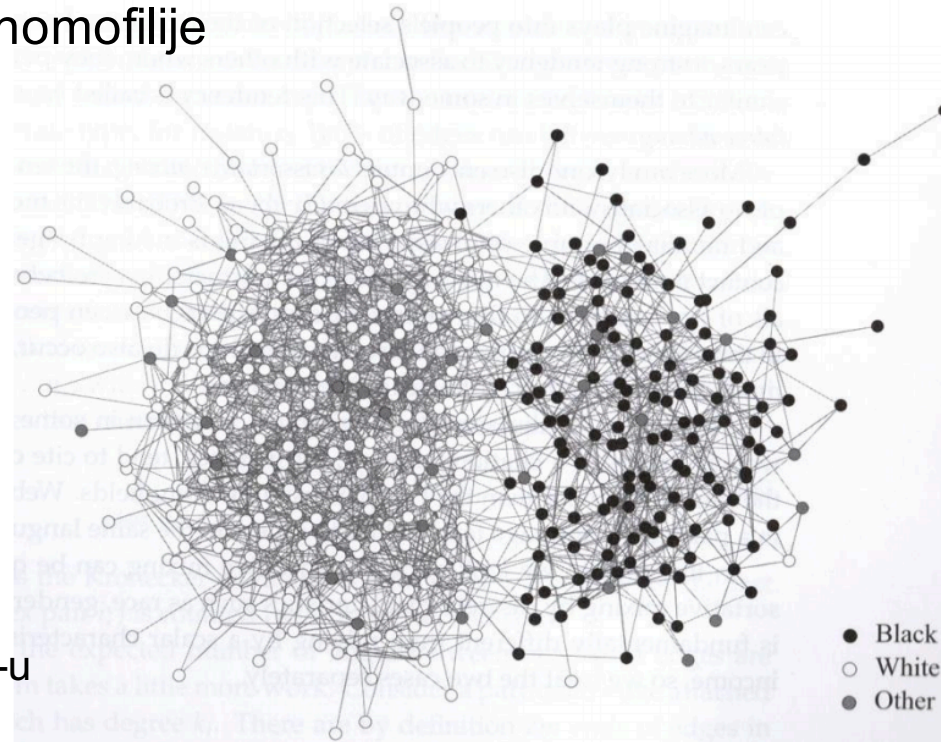
## Homofilija (homophily)

- Tendencija ljudi da se povezuju sa sličnim ljudima
- *Birds of feather flock together*
- Sličnost može biti po različitim osnovama
  - etnička pripadnost, društveno-ekonomski status, uverenja, interesovanja, moralne norme, ...
- 2 osnovna principa kroz koje se formira
  - selekcija – biramo ljude koji su slični nama
  - društveni uticaj – vremenom postajemo sličniji ljudima sa kojima smo povezani

# OTKUD GRUPE U MREŽI?

## *Assortativity*

- U širem smislu, odnosi se na tendenciju pojedinaca da se povezuju sa onima sa kojima dele zajedničke osobine
  - nacionalne, verske, rasne, starosne, i sl grupe
  - izjednačava se sa konceptom homofilije



Grupisanje učenika u jednom srednjoj školi u SAD-u

Izvor: <http://www.goodreads.com/book/show/8533325-networks>

# OTKUD GRUPE U MREŽI?

## *Assortativity*

- U užem smislu, odnosi se na tendenciju članova mreže da se povezuju sa drugim članovima koji imaju isti/sličan stepen povezanosti u mreži (degree)
- Tehnički rečeno, čvorovi u mreži imaju tendenciju povezivanja sa drugim čvorovima koji imaju isti ili sličan degree
- Karakteristično za društvene mreže, ali ne i tehničke mreže (npr. Internet) i biološke mreže

# KAKO SE IDENTIFIKUJU ZAJEDNICE U MREŽI?

## 1) Prisutnost direktnih konekcija među članovima

- svaki član grupe je direktno povezan sa svim ostalim članovima, ili je
- svaki član direktno povezan sa nekim minimalnim brojem ili procentom članova grupe

## 2) Blizina i/ili povezanost članova grupe

- polazeći od jednog člana, do svakog drugog se može stići posredstvom najviše  $k$  konekcija

## 3) Relativno viša učestanost konekcija unutar grupe u odnosu na konekcije prema akterima (čvorovima) koji ne pripadaju grupi

# KAKO SE IDENTIFIKUJU ZAJEDNICE U MREŽI?

Dve osnovne grupe pristupa za identifikovanje zajednica u društvenim mrežama na osnovu strukturnih karakteristika mreže:

- ***Top-down pristupi*** – polaze od mreže kao celine i nastoje da identifikuje segmente mreže koji su lokalno gusto povezani, a pri tome su slabo povezani sa ostatkom mreže
- ***Bottom-up pristupi*** – polaze od malih, povezanih segmenata mreže (tj. grupa) i pokušavaju da primenom istog oblika povezivanja prošire polazne grupe na veće grupe ili čitavu mrežu

# TOP-DOWN PRISTUPI ZA DETEKCIJU GRUPA U MREŽI

# TOP-DOWN PRISTUPI

Karakteristika ovih pristupa je da nastoje da identifikuju “rupe” (holes) ili “slabe tačke” (weak spots) ili “ranjive segmente” (vulnerabilites) u sveukupnoj strukturi mreže

Tako detektovane “tačke slabosti” i/ili prekidi ukazuju na linije podele duž kojih mreža može biti podeljena na manje segmente

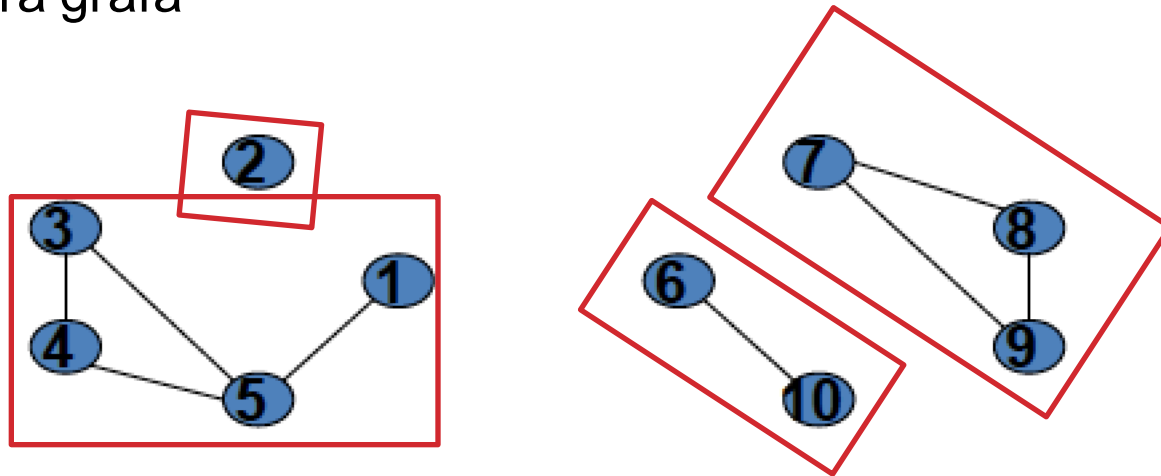
U ovu grupu spadaju sledeći pristupi:

- Komponente
- Blokovi i tačke preseka
- Lambda skupovi i mostovi

# KOMPONENTE (COMPONENTS)

Komponenta grafa je *najveći povezani podgraf*

- podsećanje: graf je povezan ako postoji putanja između bilo koja dva čvora grafa



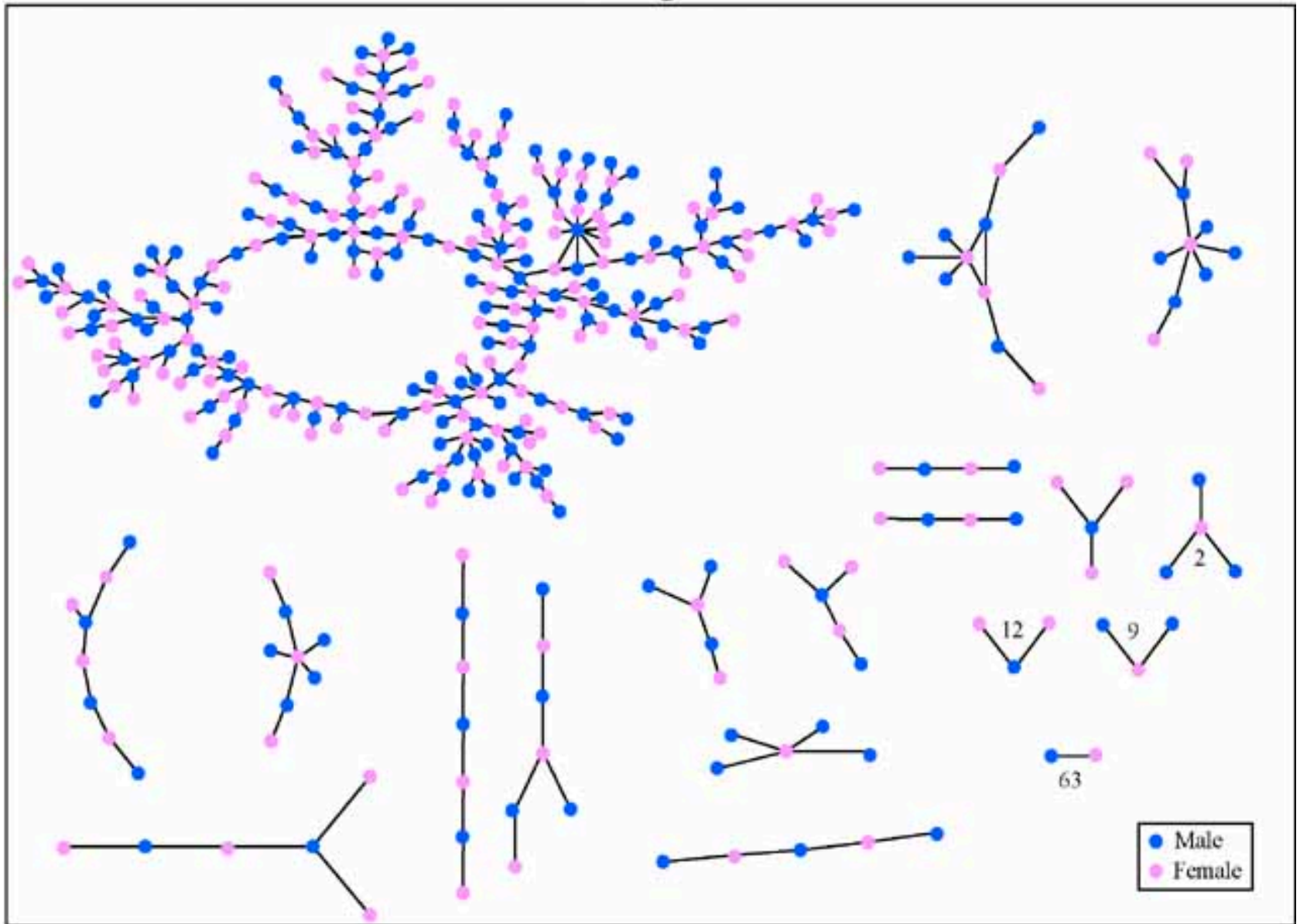
Primer: mreža sa 4 komponente

# KOMPONENTE (COMPONENTS)

Formalno iskazano:

- neka je  $(N, g)$  graf, gde je  $N$  skup čvorova, a  $g$  skup ivica grafa
- $(N', g')$  *komponenta* grafa  $(N, g)$  ukoliko:
  - $(N', g')$  je podskup od  $(N, g)$
  - za  $(N', g')$  važi: ako čvor  $i$  pripada  $N'$  i pri tome je povezan sa čvorom  $j \Rightarrow$  čvor  $j$  pripada  $N'$  i ivica  $ij$  pripada  $g'$

# The Structure of Romantic Relations at "Jefferson High School"



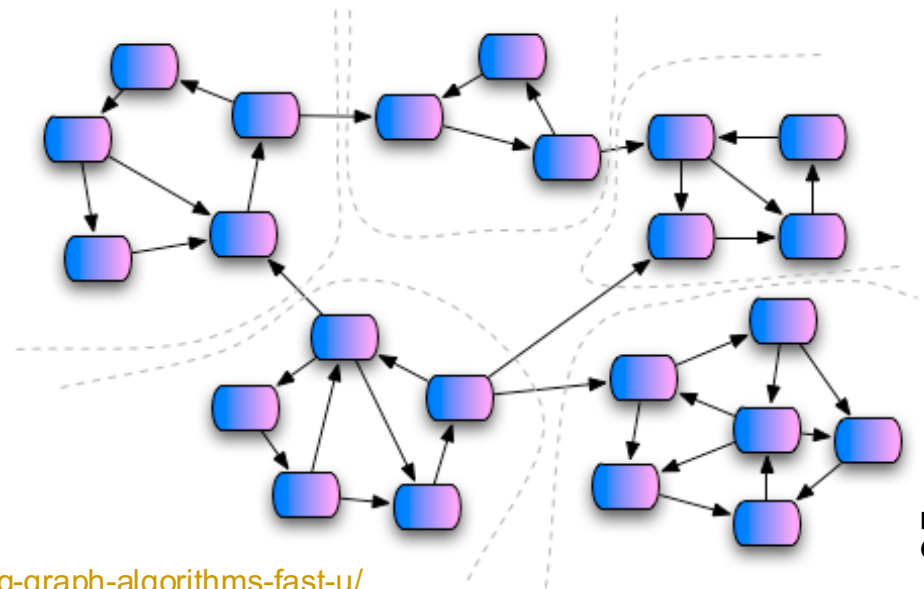
Each circle represents a student and lines connecting students represent romantic relations occurring within the 6 months preceding the interview. Numbers under the figure count the number of times that pattern was observed (i.e. we found 63 pairs unconnected to anyone else).

# SLABE I JAKE KOMPONENTE

U slučaju usmerenih grafova, razlikujemo

- **Slabe komponente** – povezani segmenti grafa u kome se smer konekcije ne uzima u obzir, tj. usmereni graf se tretira kao da je neusmeren
- **Jake komponente** – segmenti grafa koji su povezani uzimajući u obzir smer konekcija

Primer mreže sa izdvojenim jakim komponentama



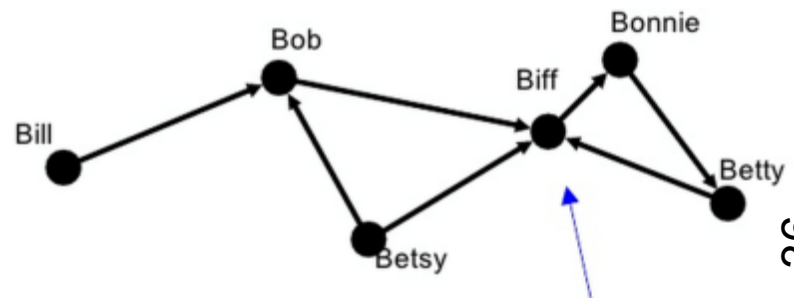
# BLOKOVI I TAČKE PREKIDA (CUT POINTS)

## ***Tačke prekida (cut points)***

- čvorovi grafa čije uklanjanje iz grafa bi uslovalo podjelu grafa (ili nekog segmenta grafa) u dve ili više nepovezanih grupa
- predstavljaju vrlo važne aktere u mreži, s obzirom da imaju ulogu brokera između 2 ili više diskonektovanih grupa

## ***Blokovi (blocks)***

- grupe (podgrafovi) koje bi se formirale uklanjanjem tačaka prekida iz grafa
- nazivaju se i *bi-komponente (bi-components)*



# LAMBDA SKUP

Skup konekcija čije uklanjanje iz mreže bi

- značajno narušilo strukturu mreže tj uslovilo podelu na manje, diskonektovane segmente, i
- poremetilo protok informacija kroz mrežu

Pristup za identifikovanje Lambda skupa:

- Odrediti obim “protoka” kroz svaku konekciju u mreži (*edge betweenness*)
- Identifikovati konekcije sa najvišim “protokom” – one čine Lambda skup

# BOTTOM-UP PRISTUPI ZA DETEKCIJU GRUPA U MREŽI

# BOTTOM-UP PRISTUPI

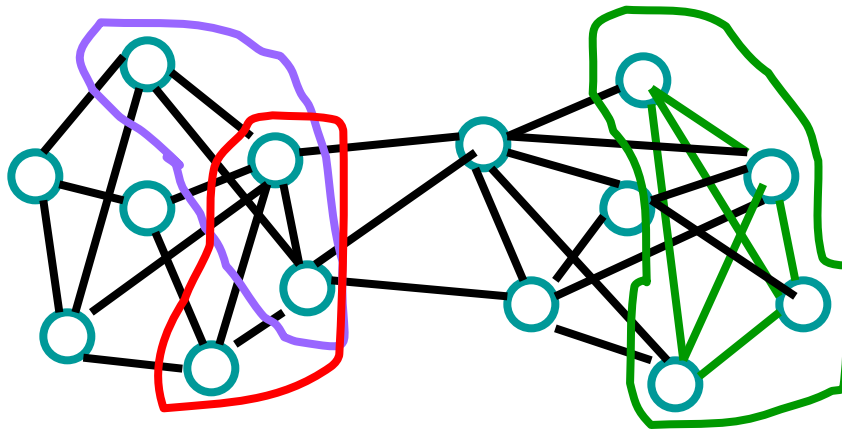
Pristupi identifikaciji grupa u mreži koji polaze od grupe najjednostavnijeg oblika – dijade (dyad) – i proširuju je, nastojeći pri tome da zadrže što čvršću povezanost članova grupe

Tipični pristupi iz ove grupe:

- Klike (Cliques)
- K-Cores
- N-Cliques
- N-Clans
- ...

# KLIKE (CLIQUEES)

Grupa u kojoj je svaki član grupe direktno povezan sa svim ostalim članovima grupe



# KLIKE

Nije robustna struktura: dovoljno je da nedostaje samo jedna konekcija između dva člana grupe i da ta grupa ne bude klika

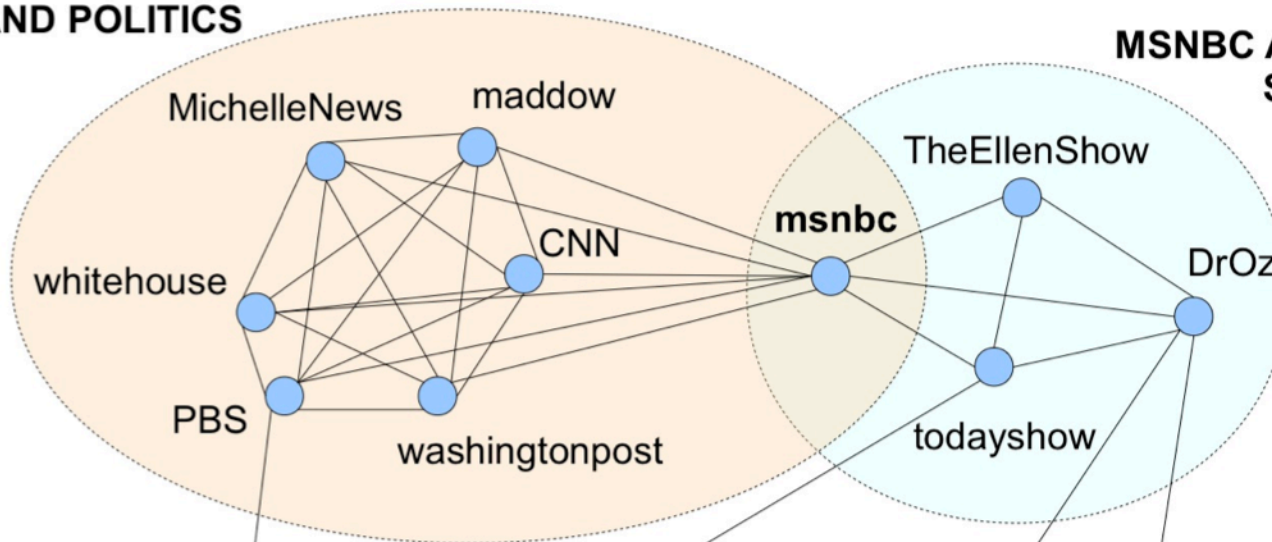
Nije mnogo interesantna za analizu

- svako je povezan sa svakim – svi imaju istu poziciju u okviru grupe
- mere centralnosti nisu primenljive tj. daju iste vrednosti za sve članove

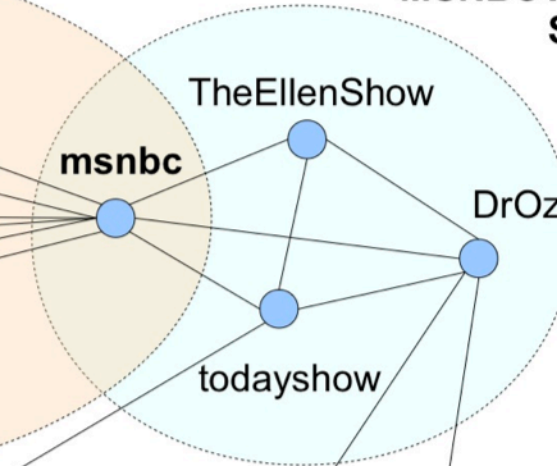
Interesantnija pitanja:

- kako i u kojoj meri se klike preklapaju,
- ko su zajednički članovi dveju ili više klika i sl.

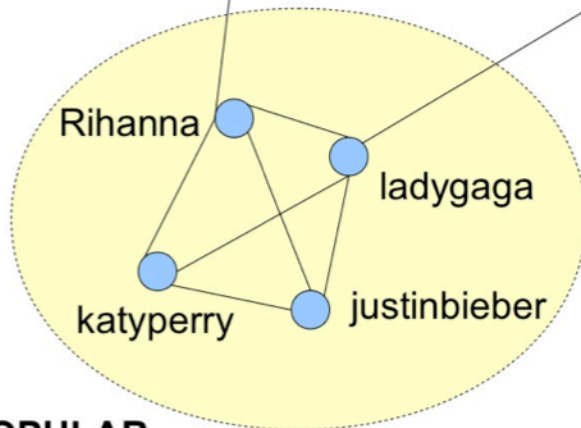
## NEWS CHANNELS AND POLITICS



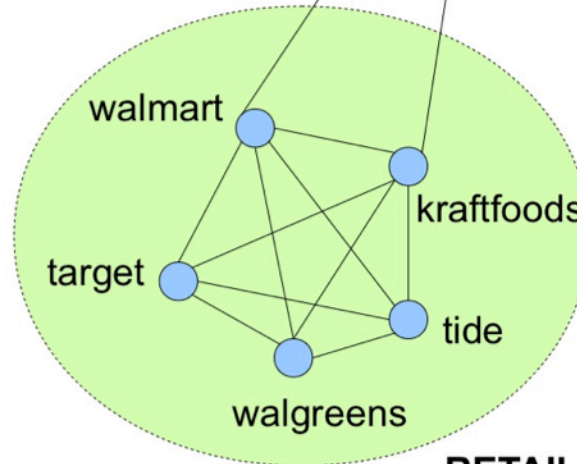
## MSNBC AND TV SHOWS



## POPULAR SINGERS



## RETAIL CHAINS AND PRODUCTS

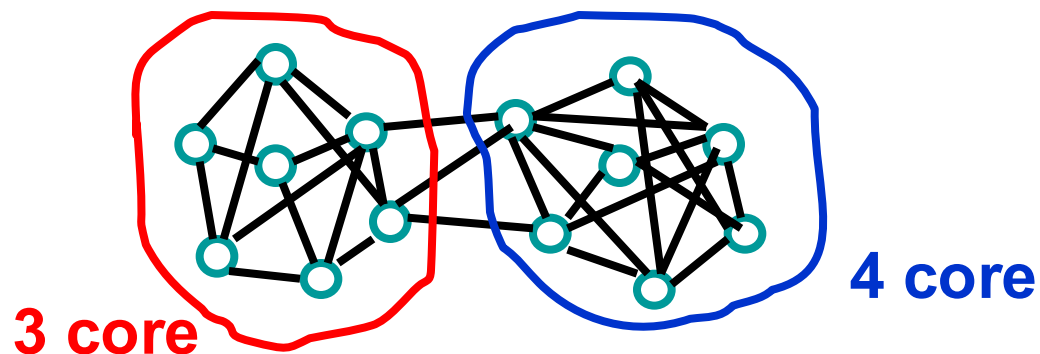


Primer klika (automatski) identifikovanih analizom podataka sa Facebook-a

# K-CORES

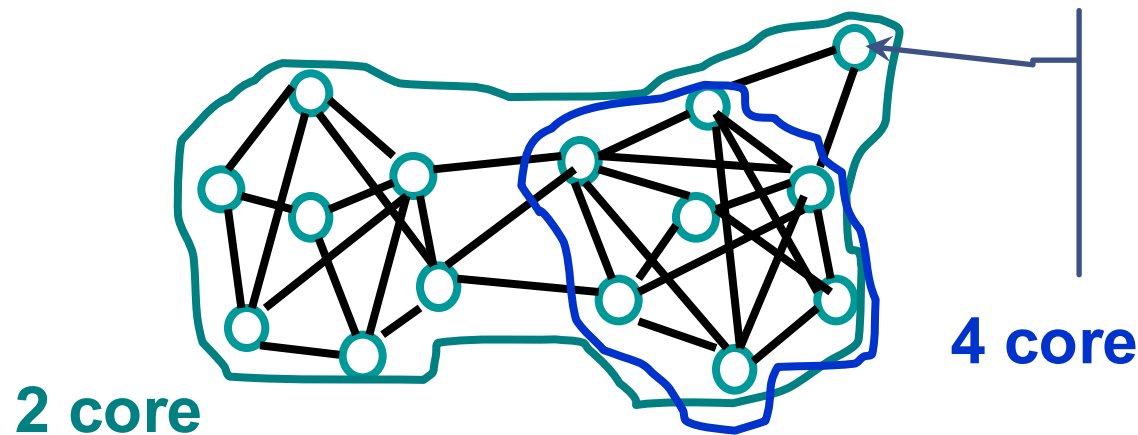
Tip grupe sličan kliku, ali manje strog po pitanju prisustva  
konekcija među članovima grupe

K-core je grupa u kojoj je svaki član direktno povezan sa  
minimum  $K$  drugih članova grupe



# K-CORE

Često je i k-core pristup suviše restriktivan za identifikaciju grupa/zajednica u realnim društvenim mrežama



Iako deluje kao član 4 core grupe, ovaj čvor ima samo 2 konekcije i time se ne kvalifikuje za 4 core grupu

# N-CLIQUE

*N-Clique* je grupa u kojoj je svaki član povezan sa svim ostalim članovima posredstvom najviše  $N$  konekcija

Npr., 2-clique je grupa u kojoj su svaka dva čvora povezana putanjom maksimalne dužine 2 (*friend of a friend network*)

## N-CLANS

*N-Clique* dozvoljava da dva člana budu povezana posredstvom nekog spoljnog člana, bitno je samo da broj konekcija koji ih povezuje ne bude viši od  $N$

*N-Clan* uvodi ograničenje da putanja dužine  $N$  između dva člana grupe može biti ostvarena isključivo preko ostalih članova grupe

Rezultujuće grupe su bliže sociološkom viđenju društvenih grupa, nego što je to slučaj sa *N-clique* pristupom

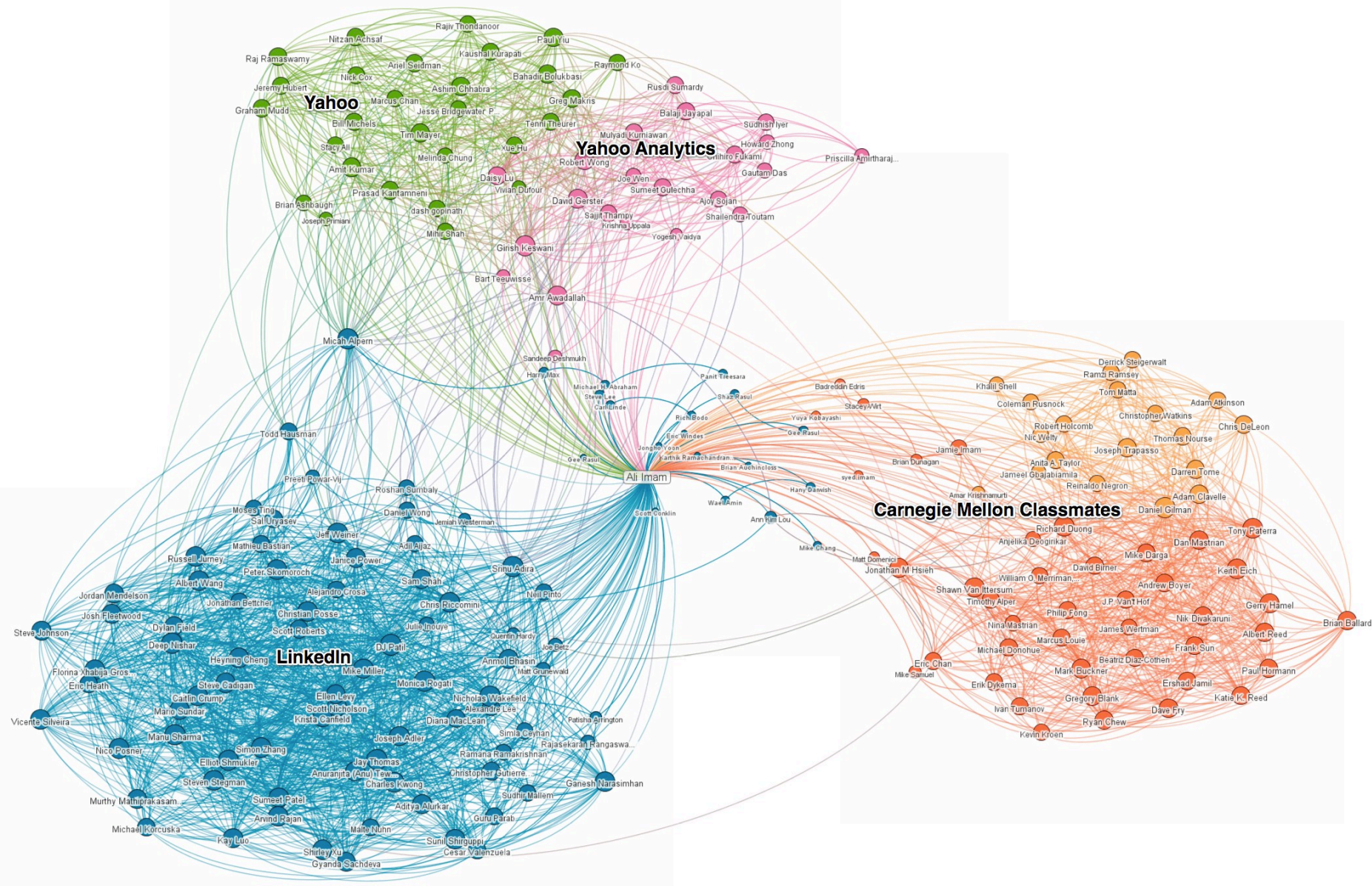
# KLASTERI U MREŽI

# KLASTERI U MREŽI

Klaster se definiše kao segment mreže (podgraf) koga odlikuje

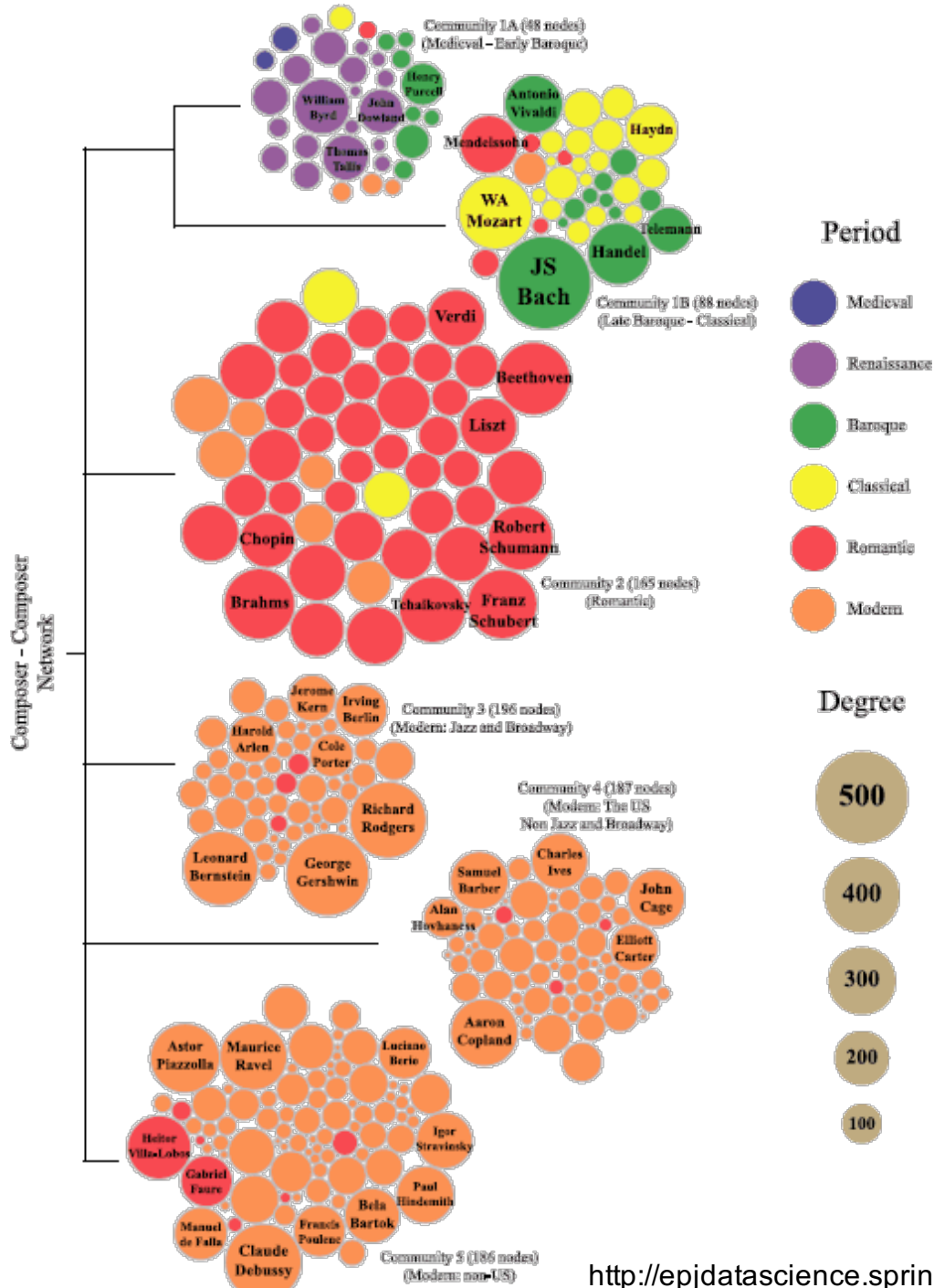
- relativno velika gustina, tj. visok stepen povezanosti čvorova u okviru klastera, i
- relativno mali stepen povezanosti sa ostalim delovima mreže (čvorovima van klastera)

Klasteri su karakteristični za većinu realnih mreža



Klasteri identifikovani u ego mreži jednog korisnika LinkedIn-a

Izvor: <http://blog.linkedin.com/2011/01/24/linkedin-inmaps/>



# Klasteri u mreži poznatih svetskih kompozitora

Identifikovani klasteri odgovaraju značajnim periodima u istoriji muzike i muzikološkoj literaturi

# STEPEN KLASTEROVANJA U MREŽI (GLOBALNI KOEFICIJENT KLASTEROVANJA)

Uobičajeni način za procenu u kojoj meri je mreža podeljena na klustere (*degree of clustering*) je sledeći:

- 1) za svakog člana mreže, odredi se gustina njegove ego mreže (izuzimajući ego iz proračuna)
- 2) izračuna se stepen klasterovanja mreže kao prosek izračunatih gustina za sve ego mreže
- 3) uporedi se izračunati stepen klasterovanja sa gustinom celokupne mreže; što je odstupanje veće, to je mreža u većoj meri klasterovana

Drugi naziv za stepen klasterovanja (*degree of clustering*) je globalni koeficijent klasterovanja (*global clustering coefficient*)

# MODULARITY

Metrika koja ukazuje na stepen podeljenosti mreže na module (klastere, zajednice)

Mreže sa visokom Modularity vrednošću karakteriše:

- jaka povezanost čvorova u okviru istog modula, i
- slaba povezanost čvorova iz različitih modula

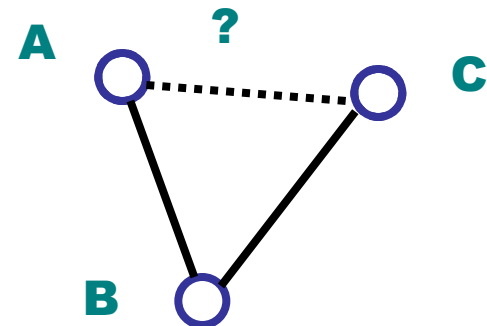
Različiti algoritmi za izračunavanje Modularity metrike

- Npr. Gephi i NodeXL izračunavaju ovu metriku na različite načine

# LOKALNI KOEFICIJENT KLASTEROVANJA

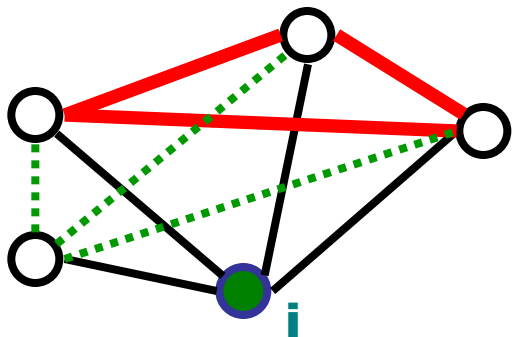
## ***Lokalni koeficijent klasterovanja*** (*local clustering coefficient*)

- predstavlja verovatnoću da su dva čvora (direktno) povezana ukoliko imaju zajedničkog suseda
- npr., koliko je verovatno da je prijatelj mog prijatelja (friend of a friend), istovremeno moj prijatelj
- ova metrika je poznata i kao *tranzitivnost* čvora



# LOKALNI KOEFICIJENT KLASTEROVANJA

Za čvor mreže  $i$ , računa se kao procenat parova suseda čvora  $i$  koji su međusobno povezani



- postojeće konekcije
- ..... nepostojeće konekcije

Broj suseda čvora  $i$ : 4

Broj parova suseda čvora  $i$ : 6

Koef. klasterovanja čvora  $i$ :  $3/6 = 0.5$

# BROKERI I HABOVI U MREŽI

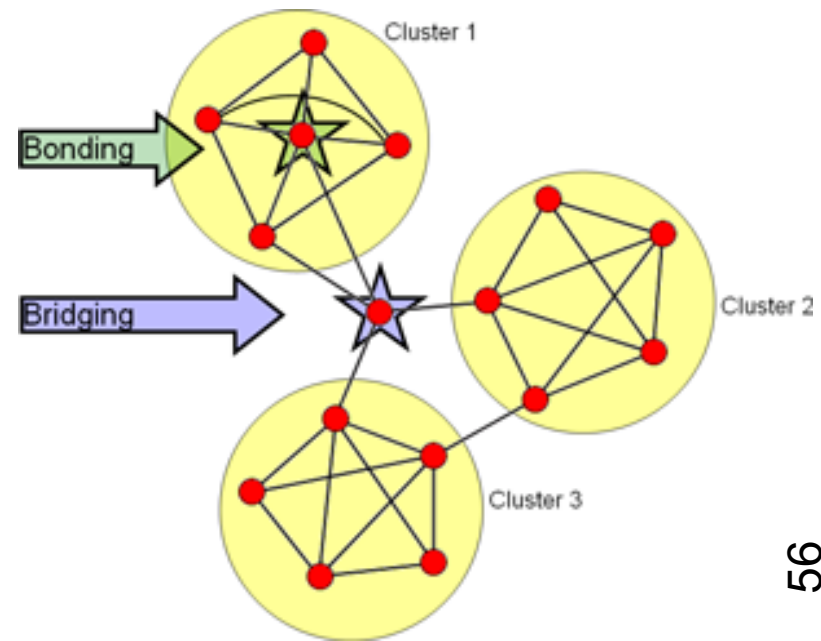
# BONDING AND BRIDGING

## ***Bonding*** (*closure*)

- odnosi se na konekcije u dobro povezanoj grupi
- ukazuje na efikasnu i poznatu interakciju u grupi od poveranja

## ***Bridging*** (*brokerage*)

- odnosi se na konekcije sa akterima iz različitih grupa
- ukazuje na mogućnost pristupa novim resursima i otvara mogućnosti za inovacije



# KAKO IDENTIFIKOVATI BROKERE U MREŽI?

Primenom metrika

- Betweenness centrality
- Network constraint

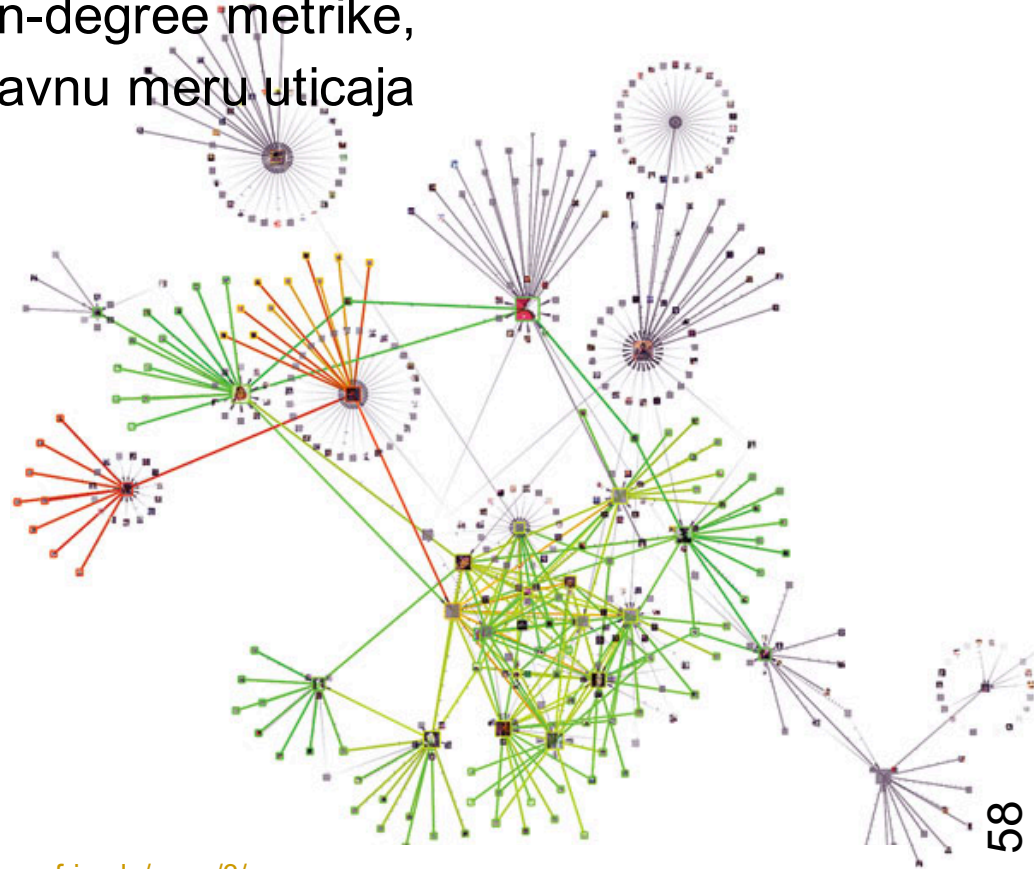
*Network constraint*

- pokazuje u kojoj meri je dati član mreže povezan sa drugim članovima koji su već međusobno povezani
- što su susedi datog aktera više međusobno povezani, to je njegova sloboda delovanja manja, tj. constraint je veći

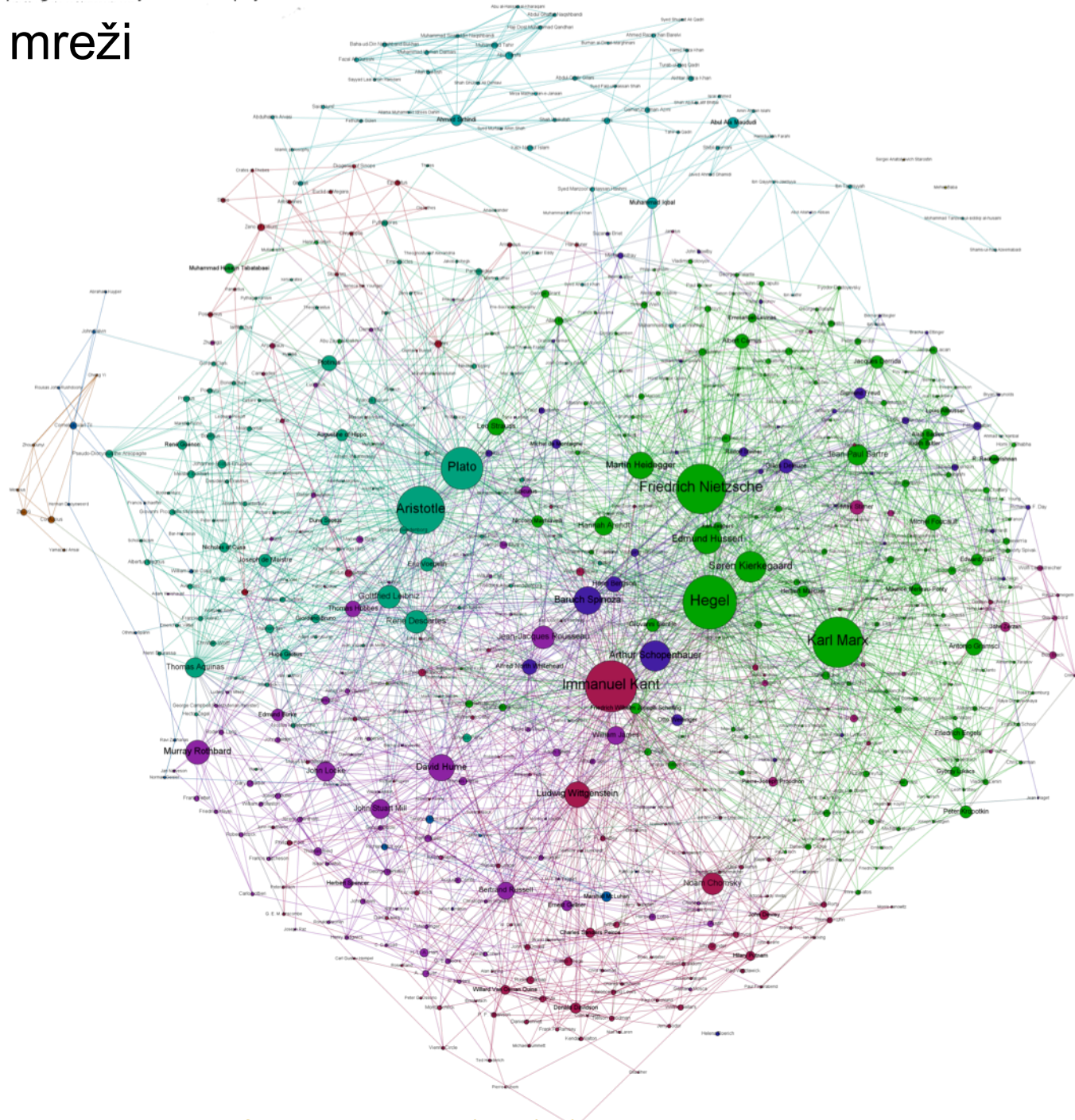
Visoka vrednost za betweenness centrality i niska za network constraint ukazuju na brokera

# HUBS

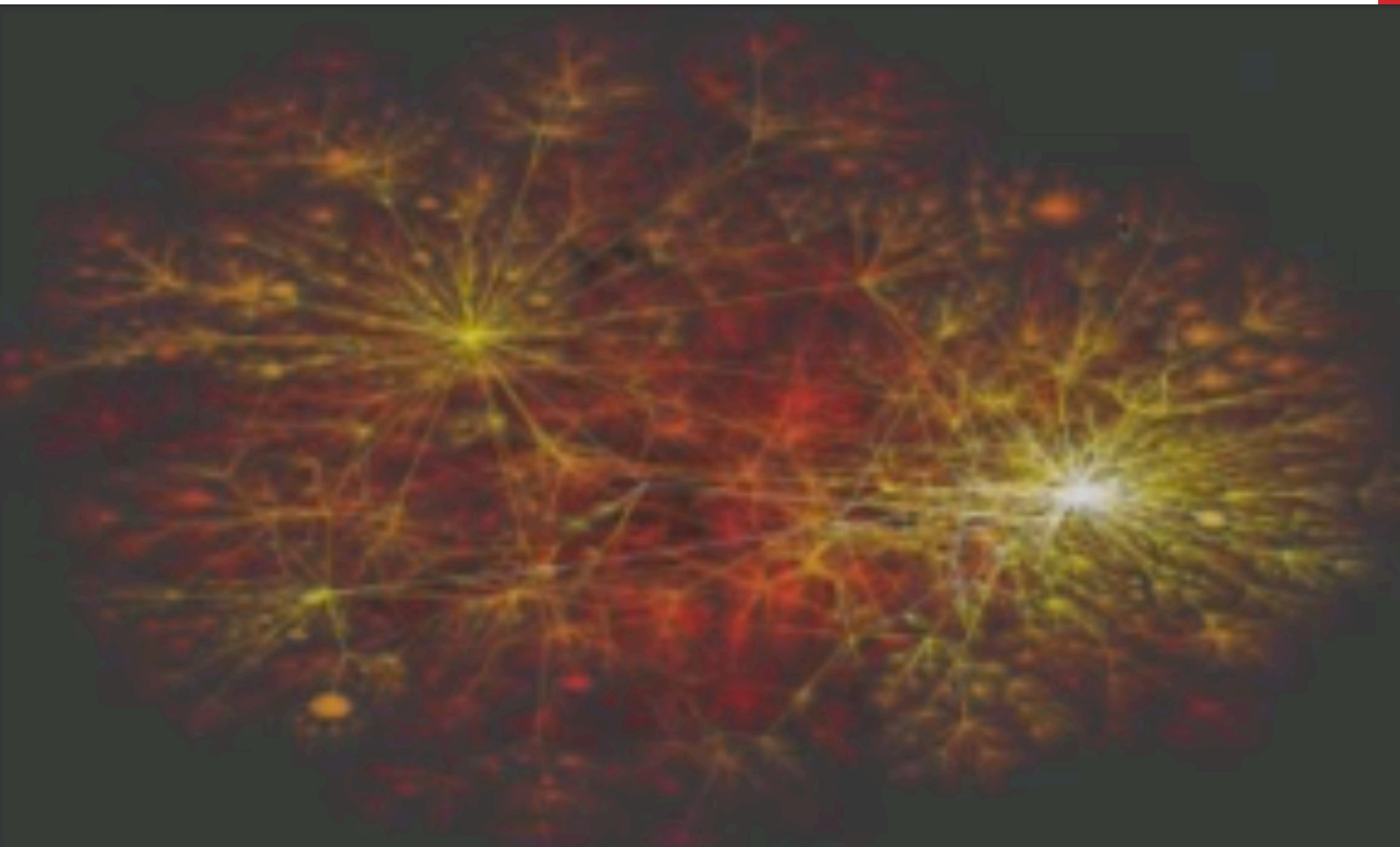
- Članovi mreže sa najvišim uticajem u mreži
- O njima govorimo u kontekstu usmerenih mreža
- Identifikujemo ih na osnovu in-degree metrike, koja time predstavlja jednostavnu meru uticaja aktera mreže



# Habovi u mreži filozofa



# HABOVI U MREŽNOJ STRUKTURI INTERNETA



# PREPORUKA

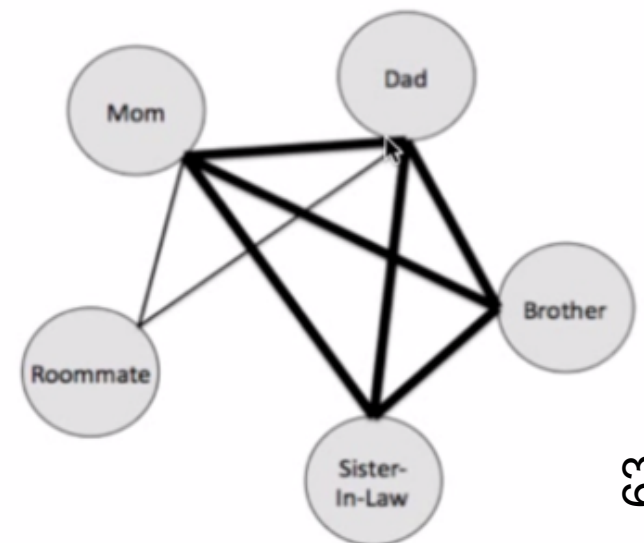
B. Hoppe & C. Reinelt. 2010. **Social Network Analysis and the Evaluation of Leadership Networks**. *Leadership Quarterly*, 21, 600-619. ([link](#)) – lepe ilustracije koncepata kao što su brokerage, bonding, clustering, structural equivalence

M. McPherson, L. Smith-Lovin, J.M. Cook. 2001. **Birds of a Feather: Homophily in Social Networks**. *Annual Review of Sociology*, 27, 415-444 ([link](#)) – objašnjava pojam homofilije u mreži, kao jedan od ključnih fenomena koji dovode do formiranja grupa u mreži

**JAKE I SLABE VEZE**

# JAKE VEZE (STRONG TIES)

- Ljudi kojima verujemo
- Porodica i najbliži prijatelji
- Oni sa kojima smo povezani jakim vezama su najčešće međusobno takođe povezani jakim vezama
- Izvor pouzdanih informacija, ali ne mnogo raznovrsnih



# SLABE VEZE (WEAK TIES)

- Poznanici, kolege
- Povezuju pojedince sa drugim, različitim društvenim krugovima
- Omogućuju pristup novim i raznovrsnim informacijama, idejama
- Prenose virusne infekcije od jedne grupe do druge

# MERENJE JAČINE VEZE

Inicijalno identifikovani ključni faktori (prema [M. Granovetter](#)):

- Zajednički provedeno vreme
- Nivo emotivne vezanosti
- Nivo intimnosti
  - primarno, deljenje osetljivih privatnih informacija
- Nivo reciprociteta u uslugama (činjenje usluga)

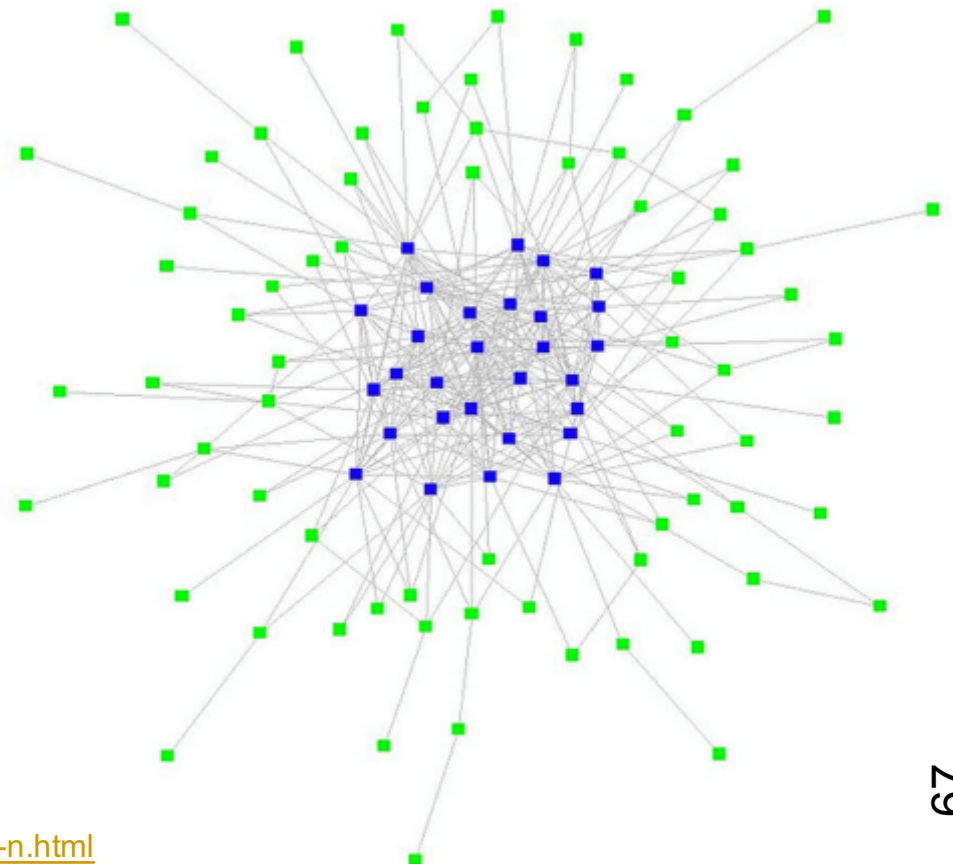
# MERENJE JAČINE VEZE

Dodatni bitni faktori:

- Društvena distanca
  - sličnost/razlika u nivou obrazovanja, verskoj i/ili rasnoj pripadnosti, finansijskoj situaciji,...
- Strukturna sličnost – sličnost zasnovana na strukturi društvene mreže kojoj pojedinci pripadaju
  - broj zajedničkih suseda u mreži; udaljenost u mreži, ...
- Emocionalna podrška

# SRŽ I PERIFERIJA MREŽE

Srž (*core*) je dominantni centralni klaster mreže, dok periferiju (*periphery*) čine slabo povezani čvorovi



# SRŽ I PERIFERIJA MREŽE

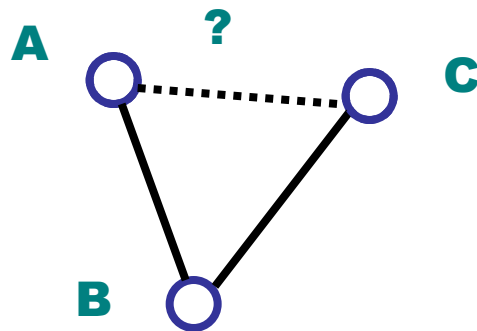
U slučaju društveno-ekonomske mreže

- srž čine ključni članovi mreže koje povezuju *jake* veze
- periferiju čine čvorovi koje tipično povezuju *slabe* veze, i koji obično pripadaju jednoj od sledeće tri kategorije:
  - novi članovi mreže koji se trude da postanu deo centralnog klastera (tj srži mreže)
  - mostovi (bridges) ka drugim grupama/zajednicama
  - izolovani akteri koji učestvuju u više različitih grupa/zajednica

Periferija omogućuje pristup novim informacijama i idejama; srž omogućuje da se te ideje realizuju

# SNAGA VEZE I TRANZITIVNOST ČVOROVA

Podsećanje: tranzitivnost ili “prijatelj mog prijatelja je i moj prijatelj”

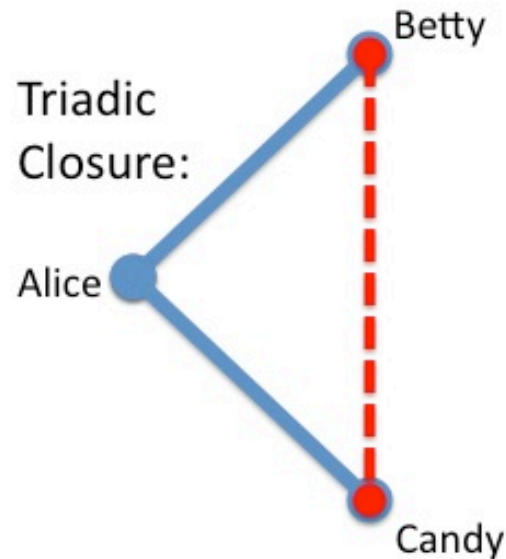
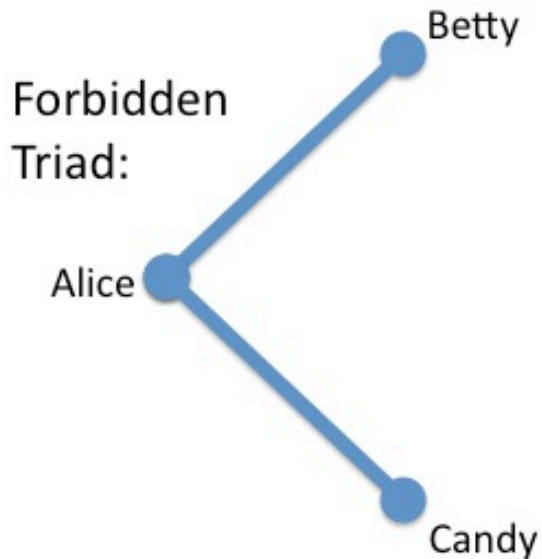


Pokazalo se da postoje određene zakonomernosti po pitanju snage veza u ovakvoj trijadi

# ZABRANJENA TRIADA (*FORBIDDEN TRIAD*)



Ako su Alice i Betty, i Alice i Candy povezani jakim vezama, onda između Betty i Candy mora postojati *bar* slaba veza



# JAKE VEZE NE MOGU IMATI ULOGU MOSTA (BRIDGE) U MREŽI



Time 1: Two Distinct Groups

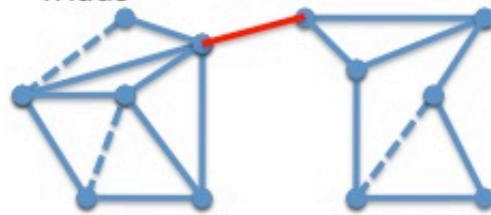


Group A



Group B

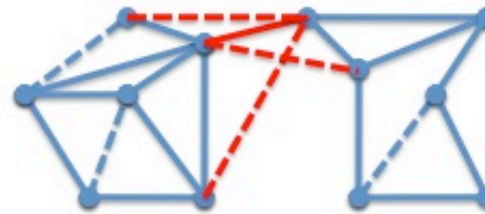
Time 2: A Strong Tie Forms Creating Multiple Forbidden Triads



Group A

Group B

Time 3: Multiple Links Form Due to Triadic Closure



Group A

Group B

Uspostavljenje jake veze između dva čvora koji pripadaju odvojenim zajednicama stvorice više nedozvoljenih trijada

Zatvaranje trijada dovešće do povezivanja grupa koje su bile odvojene i jaka veza prestaje da bude most

# PREPORUKA

[mini lecture] “Tie Strength”, lecture by Jane Golbeck ([YouTube link](#)) – good explanation of tie strength and its relevance in network analysis

[talk] “Connected: The amazing power of social networks and how they shape our lives” by Nicholas Christakis of Yale University ([YouTube link](#))

DODATNI  
INTERESANTNI/KORISNI  
SADRŽAJI NA TEMU SNA

# UPOZNAJTE BOLJE GEPHI KROZ PRAKTIČNE PRIMERE

Hirst, T. (2010, May 10). Getting Started With Gephi Network Visualisation App – My Facebook Network, Part III: Ego Filters and Simple Network Stats ([link](#))

Hirst, T. (2010, May 12). Getting Started With The Gephi Network Visualisation App – My Facebook Network, Part IV ([link](#))

Hirst, T. (2010, May 16). Getting Started With The Gephi Network Visualisation App – My Facebook Network, Part V ([link](#))

Callaci, D. (2013, August 1). Analyzing and Visualizing Social Network Data Using Gephi ([link](#))

# TUTORIJALI I PRIMERI PRIMENE NODEXL-A

[handout] NodeXL handout - basic description of the tool's features ([link](#))

[tutorial] How we analyzed Twitter social media networks with NodeXL ([link](#))

[book] Analyzing Social Media Networks with NodeXL: Insights from a Connected World ([link](#))

## DODATNI KORISNI SADRŽAJI

[case study] “Visualizing Two-Way Communication: A Case Study on the 2015 ‘Bell Let’s Talk’ Initiative” ([link](#))

[talk] “The hidden influence of social networks”, TED talk by Nicholas Christakis ([YouTube video](#))

[paper] “Topology and evolution of the network of western classical music composers” ([link](#))

[paper] “Network Structure and Resilience of Mafia Syndicates” ([link](#))

# STRUČNI RADOVI

(Hoppe & Reinelt, 2010) B. Hoppe & C. Reinelt. 2010. Social Network Analysis and the Evaluation of Leadership Networks. Leadership Quarterly, 21, 600-619. ([link](#))

(Krebs & Holley, 2006) V. Krebs & J. Holley. 2006. Building Smart Communities through Network Weaving. Athens, OH: Appalachian Center for Economic Networks. ([link](#))

(Smith et al., 2009) M. Smith, D. L. Hansen, and E. Gleave. 2009. Analyzing Enterprise Social Media Networks. In Proc. of the 2009 Int'l Conf. on Computational Science and Engineering (CSE '09), 705-710. ([link](#))

(Pei et al., 2014) S. Pei, L. Muchnik, J.S. Andrade Jr., Z. Zheng, H.A. Makse. (2014). Searching for superspreaders of information in real-world social media. ([link](#))

(Dong et al., 2015) Dong Y, Tang J, Chawla NV, Lou T, Yang Y, et al. (2015) Inferring Social Status and Rich Club Effects in Enterprise Communication Networks. PLoS ONE 10(3): e0119446. ([link](#))

# ZAHVALNICA

## Social Network Analysis (SNA)

Giorgos Cheliotis ([gcheliotis@nus.edu.sg](mailto:gcheliotis@nus.edu.sg))

Communications and New Media, National University of Singapore

Slides URL: <http://www.slideshare.net/gcheliotis/social-network-analysis-3273045>

## Social Network Analysis at U. of Michigan

Lada Adamic (<http://www.ladamic.com/>)

URL: <https://www.coursera.org/course/sna>