

Structure constrained by metadata in networks of chess players

Prvi projektni zadatak iz ASM

Beograd, 17.12.2018.

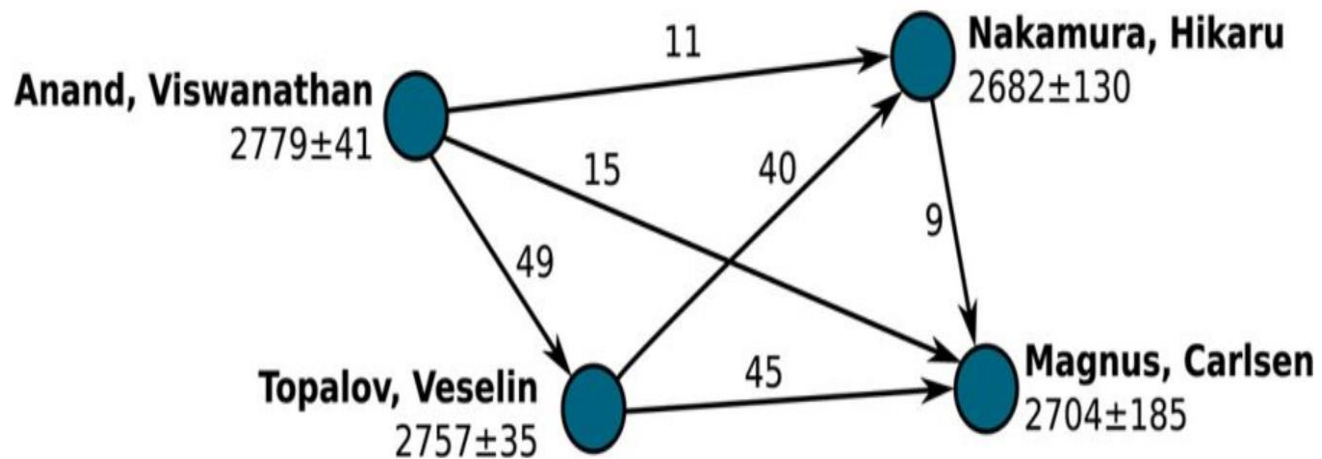
Predrag Obradović

Postavka problema

- ▶ Konstrukcija socijalne mreže šahista na osnovu podataka iz baze šahovskih mečeva sa stranice Opening Master
- ▶ Ideja: prvo konstruisati, zatim analizirati i uporediti socijalne mreže nastale od mečeva odigranih uživo (**Over The Board - OTB**) i od mečeva odigranih na raznovrsnim internet stranicama za šah (**Portal**)
- ▶ Diskusija o vezi između strukture mreže i metapodataka pridruženih čvorovima - zbog ovoga neophodna socijalna mreža

Konstrukcija mreža

- ▶ Obe mreže (OTB i Portal) modelovane usmerenim težinskim grafovima sa metapodacima čvorova (ime i srednji ELO rejting)
- ▶ Čvorovi: igrači, ivice između igrača koji su barem jednom igrali meč
- ▶ Težina ivice predstavlja neto transfer ELO rejtinga između igrača koje ivica spaja (slika)

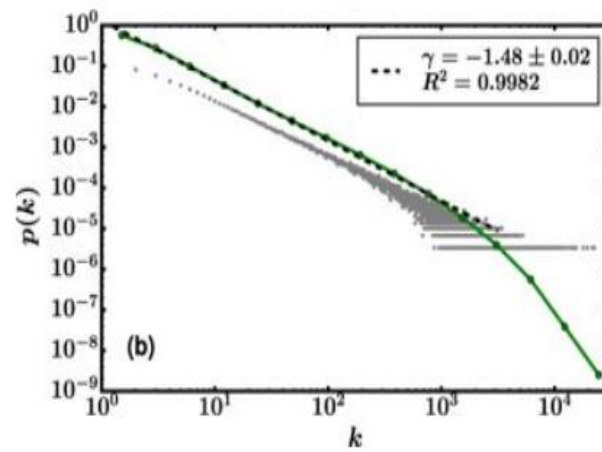
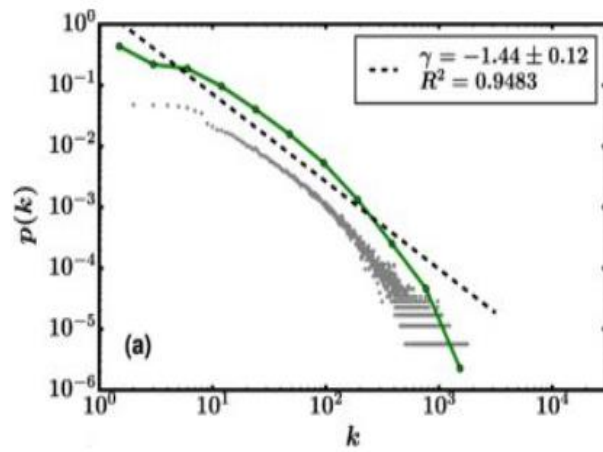


Konstrukcija mreža - dodatno

- ▶ Napravljene i binarizovane verzije mreža tj. odgovarajuće neusmerene i netežinske mreže
- ▶ Radi normalizacije pravljene i različite randomizacije mreža koje su korišćene kao prazni modeli, a koje su zadržale raspodelu stepena čvora iz originalnih mreža (metod dvostruke zamene ivica i Fabien-Viger algoritam)

Statističke osobine mreža: raspodela stepena čvora

- ▶ Prvo urađena analiza raspodele stepena čvora za obe mreže
- ▶ Obe mreže pokazale sličnost sa long tail raspodelom, a mreža Portal može odlično da se fituje power-law zakonom sa eksponentom ~ 1.5 za tri cele magnitude vrednosti stepena čvora k (slika, levo OTB, desno Portal)

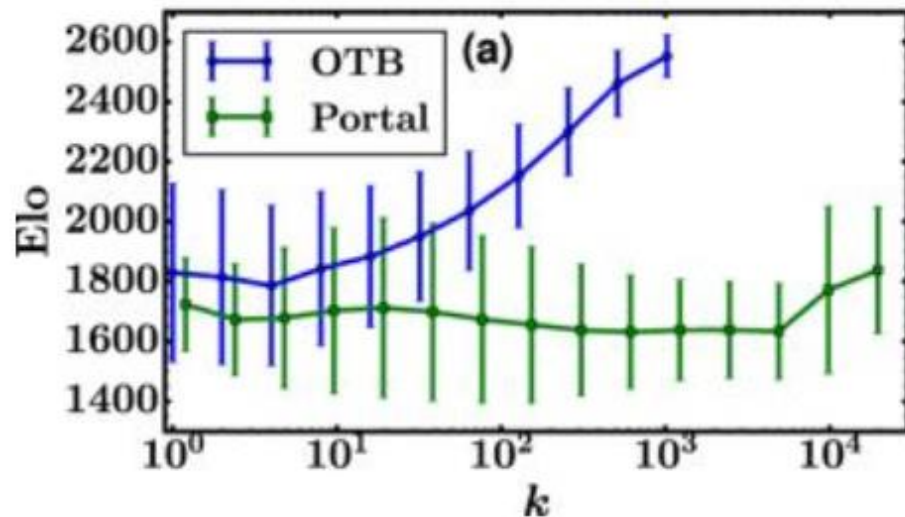


Statističke osobine mreže: Pirsonov stepen korelacije i asortativnost

- ▶ Da bi se ispitala asortativnost mreža (sklonost da se vezuju čvorovi sličnog stepena), meren je Pirsonov stepen korelacije r
- ▶ Dobijene vrednosti r od 0.396 za OTB i -0.106 za Portal pokazuju da je OTB asortativna, a Portal disasortativna mreža
- ▶ Iz toga što je raspodela stepena čvora za obe mreže slična long tail raspodeli, na osnovu informacija o asortativnosti zaključeno je da je OTB sličnija mrežama naučne saradnje, a Portal biološkoj ili tehnološkoj mreži

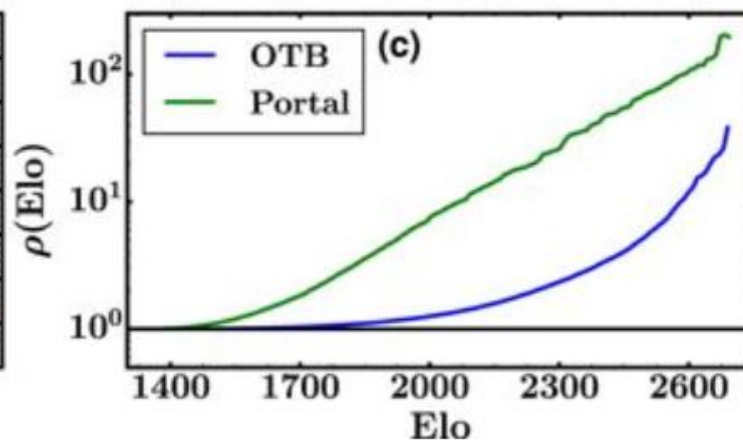
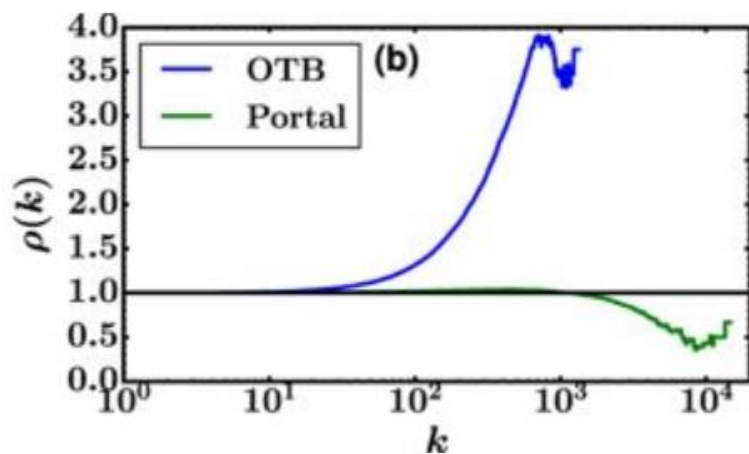
Statistička analiza: korelacija između stepena čvora i srednjeg ELO rejtinga

- ▶ U OTB broj protivnika koje igrač sreće (zapravo stepen čvora) pozitivno korelisan sa igračevim srednjim ELO rejtingom (metapodatak), što je logično jer su najveći broj mečeva koji se beleže u OTB bazi mečevi top igrača
- ▶ U Portalu nema korelacije, što je objašnjeno time što se beleže svi odigrani mečevi



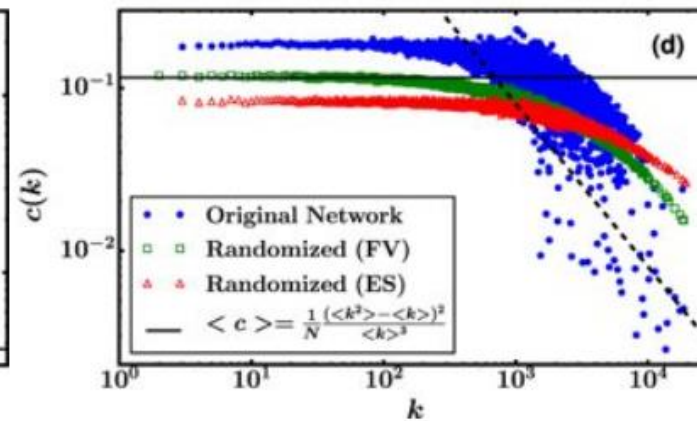
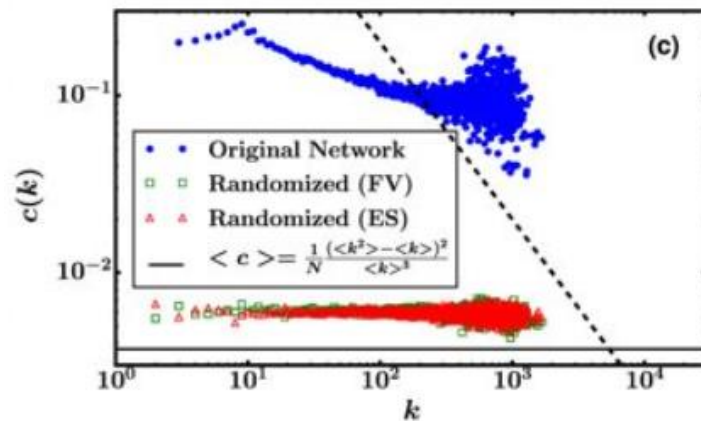
Fenomen kluba bogatih (rich-club phenomena)

- ▶ “Bogati” pokazuju tendenciju da se međusobno povezuju
- ▶ Merena dva rich-club koeficijenta, na slici levo rich-club koeficijent zavisan od stepena čvora, desno rich-club koeficijent zavisan od ELO rejtinga igrača
- ▶ Iako se mreže OTB i Portal topološki (strukturno) razlikuju, pokazano da obe imaju izraženo grupisanje u klub bogatih po ELO rejtingu. U OTB su to istovremeno čvorovi sa najvećim stepenom, pa grupisanje i po ELO rejtingu.



Analiza mreže: koeficijent klasterizacije

- ▶ Na binarizovanim mrežama merena tranzitivnost, tj. koeficijent klasterizacije i to koeficijent klasterizacije zavisano od stepena čvora $c(k)$, kao i srednji koeficijent klasterizacije
- ▶ Obe mreže pokazuju opadajuću vrednost $c(k)$ kada k raste i kod Portala ovo opadanje postaje strmo za veće vrednosti k i približava se zavisnosti $c(k) \sim k^{-1}$, što je osobina hijerarhijskih mreža



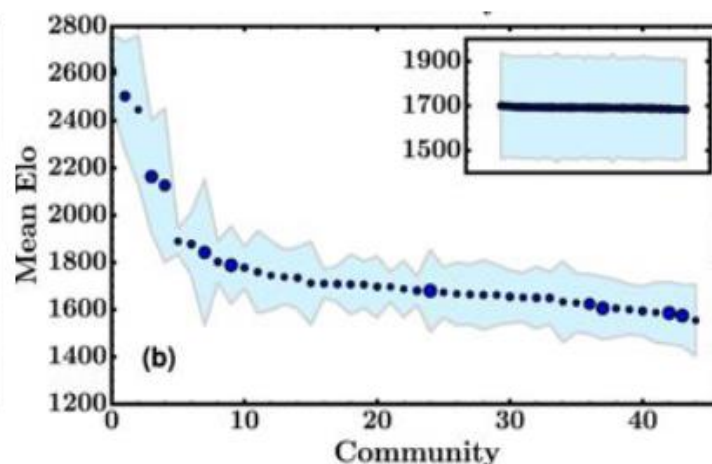
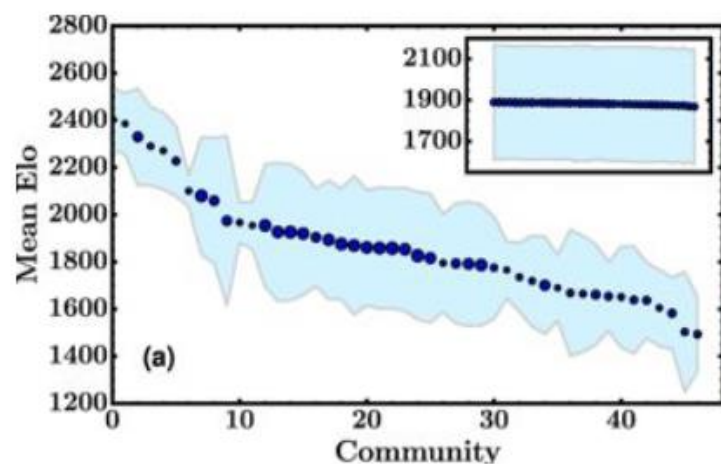
Analiza mreže: koeficijent klasterizacije

- izolacija habova

- ▶ Hijerarhijska struktura Portala govori da habovi ne formiraju zatvorenu komunu
- ▶ Ovo je u skladu sa disasrotativnošću Portala i opadajućom vrednošću rich club koeficijenta za visoke stepene čvora
- ▶ Izolacija habova objašnjena time da su to igrači osrednjeg ELO rejtinga kojih ima malo, a pošto se uparivanje na internet stranicama za šah radi slučajno, mala je verovatnoća da će igrati međusobno i tako formirati komunu

Analiza komuna na osnovu metapodataka

- ▶ Urađena i analiza komuna na osnovu metapodataka
- ▶ Primenjen metod koji pokazuje da li je odabrani metapodatak (ELO rejting) dobar pokazatelj pripadnosti nekoj od komuna dobijenih metodima strukturne analize mreže
- ▶ U obe mreže pokazano da je ELO veoma povezan sa stukturom komuna u mreži, naravno, izraženije u OTB mreži



Analiza komuna na osnovu modularnosti

- ▶ Iskorišćen Luvenski metod (Louvain method)
- ▶ Komune karakterizovane po modularnosti Q , parametru mešanja (mixing parameter) μ , broju N_c i raspodeli veličine komuna
- ▶ Rađeno poređenje s praznim modelima
- ▶ Pošto je modularnost veća od 0.3 u obe mreže, komune su izražene i to bolje u OTB nego u Portalu

Network	N	M	$\langle k \rangle$	$\frac{\langle k^2 \rangle}{\langle k \rangle}$	C	C_{ws}	r	Q	μ	N_c
OTB	184,566	3,256,880	34	194	0.100 (0.006)	0.181 (0.006)	0.396 (0.001)	0.69 (0.16)	0.24 (0.88)	3,604 (1,416)
Portal	296,660	8,529,638	58	1,408	0.085 (0.061)	0.178 (0.083)	-0.106 (0.000)	0.42 (0.10)	0.40 (0.93)	12,734 (3,861)

N : number of nodes, M : number of links, $\langle k \rangle$: mean degree, $\frac{\langle k^2 \rangle}{\langle k \rangle}$: heterogeneity parameter, C : clustering coefficient (Newman) and C_{ws} : clustering coefficient (Watts-Strogatz), r : assortativity parameter, Q : modularity, μ : mixing parameter and N_c : number of communities. The values of Q , μ and N_c were obtained by employing the Louvain algorithm. Values between parentheses correspond to randomized networks using the double-edge swapping method.