

Pajek - 20 let



Pajek

Pajek
XXL

Pajek
3XL

Andrej Mrvar

Fakulteta za družbene vede, Družboslovna informatika

NetSlo'17, Fakulteta za računalništvo in informatiko
26. januar 2017



'Inventura' programa Pajek

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Pajek je program za analizo in prikaz velikih omrežij.

S prof. Vladimirjem Batageljem ga razvijava od leta 1996.

Po približno 15 letih (2011/2012) je bila narejena 'inventura' programa:

- Dodana je bila podpora za Unicode (UTF8) – knjiga o **Pajku** je bila prevedena v kitajščino in japonščino.
- Končno je izšla tudi 64 bitna različica, z njo lahko analiziramo bistveno večja omrežja.
- Po 15 letih dodajanj novih in novih operacij je bilo potrebno strukturo izbir poenotiti, tako da so iz položaja operacije v menuju razvidni tako vhodni objekti, kot tudi objekti, ki jih operacija vrne kot rezultat.
- Posebne vrste omrežij (dvovrstna, večrelacijska, aciklična, časovna in označena) so dobile svoje skupine operacij.

Spisek sprememb



PajekXXL

Zakaj rabimo PajekXXL?

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Za zelo velika omrežja (100 milijonov točk in več) se je **Pajkova interna struktura omrežij** izkazala kot preražkošna:

- Oznake točk (in povezav) omrežja zavzamejo preveč prostora (npr. naslovi '*http*', *Unicode*).
- Vizualizacija tako velikih omrežij ne pride v poštev, porabijo pa podatki za vizualizacijo veliko prostora (koordinate točk, barve, oblike točk in povezav...)

Zato je bila narejena nova verzija programa z 'okleščeno' pa tudi dodatno optimizirano podatkovno strukturo - **PajekXXL**.

S programom **PajekXXL** lahko analizirano (redka) omrežja, ki vsebujejo do 2 milijardi točk (omejitev predstavlja interna uporaba 32 bitnih celih števil za številke točk).

[Več o programu PajekXXL](#)



Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Naj bo n število točk in m število povezav v omrežju.

Potreben pomnilnik in potreben čas za generiranje omrežja

$$n = 10,000,000, m = 40,000,000:$$

	Pomnilnik (GB)		Čas (Sek)	
	32	64	32	64
Pajek	najmanj 3.25	najmanj 4.35	15	15
PajekXXL	1.64	2.46	12	12

Prostor, ki ga porabi **PajekXXL**, lahko do byte-a natančno izračunamo:

- $4n + 40m$ byte-ov za 32 bitni OS
- $8n + 64m$ byte-ov za 64 bitni OS

Še vedno podpiramo 32 bitno različico - smiselno jo je uporabljati za pomnilnike do 4 GB RAM (tudi v primeru da je OS 64 bitni).



Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Pomembno: Čeprav ponavadi podamo velikost omrežja samo s številom točk, vidimo, da je število povezav bistveno bolj pomembno od števila točk: ena povezava namreč v programu **PajekXXL** zavzame osemkrat več prostora kot ena točka (64 bitni OS).

Primer: omrežje s 100 milijoni točk zavzame:

- 7.2 GB RAM - če ima omrežje povprečno stopnjo 2
- 13.6 GB RAM - če ima omrežje povprečno stopnjo 4

'Na srečo' je večina (socialnih pa tudi drugih) omrežij redka (*Dunbarjevo število*).

PajekXXL je smiselno uporabiti v prvi fazi analize, ko s hitrimi postopki poiščemo zanimiva podomrežja ali skupine, ki jih potem analiziramo in prikažemo s standardnim programom **Pajek**.



Druge novosti

Novi hitri algoritmi

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

V Pajku obstaja veliko načinov za iskanje skupin (npr. *jedra*, *otoki*, *iskanje vzorcev*, *razvrščanje v skupine z ali brez omejitev...*) S strani uporabnikov pa se je pokazala potreba po uvrstitvi enega od hitrih algoritmov za iskanje skupnosti v omrežjih (*community detection*):

- Najprej je bila v program vključena standardna različica metode **Louvain** (*Blondel et al.*).
- Izkazalo pa se je, da je možno to metodo še bistveno izboljšati, tako da vrne razvrstitev z višjo *modularnostjo* (*Rotta and Noack: Multi-Level Coarsening and Multi-Level Refinement*).
- Kasneje je bila dodan še drugi algoritem za iskanje skupnosti – **VOS Clustering** (*Van Eck & Waltman*). Izkaže se, da ta algoritem daje zelo dobre rezultate za gosta omrežja.

Primer: Regionalizacija slovenskih občin, ZDA.



Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

- **Pivot MDS** (*Brandes & Pich*) – najhitrejša metoda – pride prav predvsem pri risanju pravilnih matematičnih grafov in hitrem risanju velikih nepovezanih omrežij.
- **VOS Mapping** (*Van Eck & Waltman*) – daje bolj smiselne rezultate od ostalih metod pri risanju zelo gostih omrežij (npr. omrežij sodelovanj).
- Prikaz **Fisheye** – kartezijska ali polarna povečava dela (gostega) omrežja na sliki – točke 'razmagnemo'.
- Pohitritve vizualizacij in izboljšave 'energijskih' risanj.
- **Več manjših izboljšav:**
 - dodatne oblike točk
 - simboli, ki pripadajo razredom, namigi (*hints, tooltips*)
 - transparentnost objektov
 - Bezierove krivulje kot privzeta oblika povezav v SVG/EPS
 - povezava s programom VOSViewer



Druge novosti

Ostalo

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

- Posplošitve iskanja razvrstitev za označena omrežja - omrežja s pozitivnimi in negativnimi povezavami (P. Doreian: *relaxed balance*).
- Vključitev možnosti '*drag & drop*' za vse **Pajkove** objekte in druge datoteke. Pravtako lahko vse datoteke podamo z ukazne vrstice (klicanje **Pajka** iz drugih programov).
- Direktno klicanje programa **Excel** s **Pajkovimi** objekti.
- Prilagoditve za Windows 8 in kasneje Windows 10.
- Prilagoditev izvozov 3D za tridimenzionalno tiskanje (npr. servis **shapeways**).
- Natančnost - pri zelo velikih omrežjih - omogočimo prehod na izpis realnih števil v znanstvenem formatu (npr. 2.4E+015 ali 2.4E-015).



Druge novosti

Aciklična omrežja

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Pri analizi acikličnih omrežij je bilo dodanih nekaj pomembnih izboljšav:

- Dodana je bila posplošena metoda za iskanje *glavnih poti* v velikih acikličnih omrežjih, npr. omrežjih sklicevanj (*Liu & Lu: Key-Route main path searches*).
- Pretvorba skoraj acikličnih omrežij v aciklična – odstranjevanje kratkih ciklov (transformacija *preprint*).
- Dodana je bila nova možnost določanje uteži v acikličnih omrežjih (*probabilistic flow*).
- Analiza *rodoslovnih* podatkov – rodovniki kot velika omrežja. **Pajek** je eden redkih splošnih programov, ki prebere tudi datoteke *GEDCOM* in jih predela v omrežja.



Rodovniki

Navadni, parni in dvodelni rodovniki

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

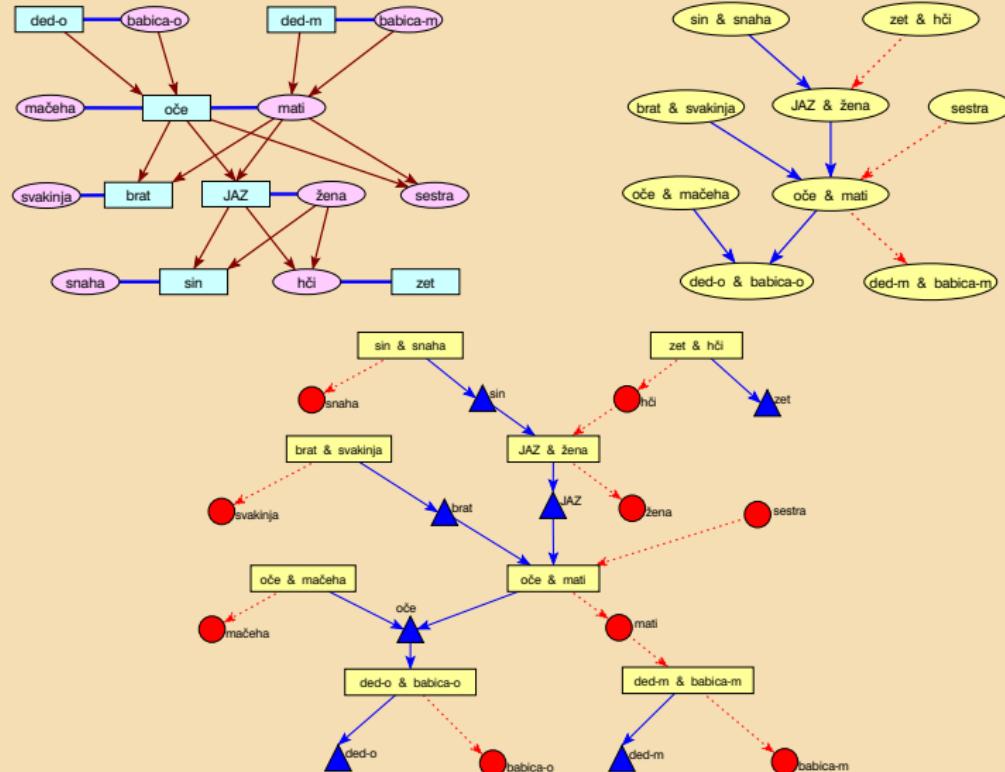
Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade



Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

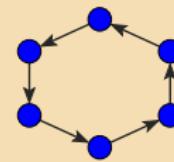
ESNAwP

Pajek po 20 letih

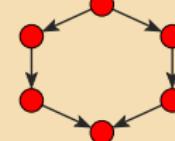
Primeri uporabe

Nagrade

- V parnem rodovniku je manj točk in povezav.
- Parni rodovniki so usmerjena aciklična omrežja.



Cikel:



Sklenjena veriga:

- V parnem rodovniku pomeni vsaka sklenjena veriga (*semi-cycle*) *prepletostenost porok*. Obstajata dve vrsti prepletjenosti:
 - krvne poroke: npr., poroka med bratom in sestro;
 - ne-krvne poroke: npr., dva brata se poročita z dvema sestrami iz druge družine.



Parni rodovniki

Indeks prepletenosti

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Indeks prepletenosti (*relinking index*) meri, kako pogosto se pripadniki istih družin poročajo med sabo. Poseben primer prepletenosti so krvne poroke.

Naj bo n število točk v parnem rodovniku, m število povezav in M število končnih točk (točk z izhodno stopnjo 0, $M \geq 1$).

V povezanem rodovniku velja

$$RI = \frac{m - n + 1}{n - 2M + 1}$$

Za omrežje z eno samo točko postavimo $RI = 0$.

- $0 \leq RI \leq 1$
- Če je rodovnik gozd/drevo, potem je $RI = 0$ (ni prepletenosti).
- Obstajajo rodovniki z $RI = 1$ (največja možna prepletenost).



Rodovniki

Prepletene poroke (parni rodovniki z 2 do 6 točkami)

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

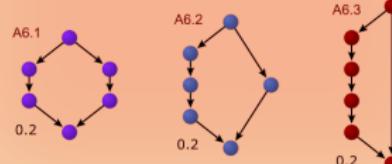
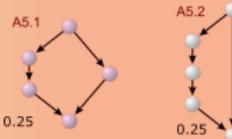
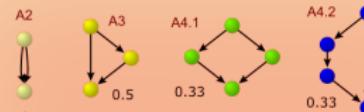
ESNAwP

Pajek po 20 letih

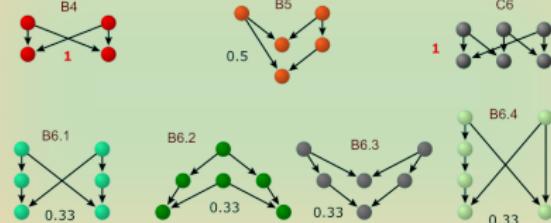
Primeri uporabe

Nagrade

Krvne poroke



Prepletene poroke



Iskanje vzorcev (*fragments, patterns, motifs*) je v **Pajku** na voljo že od leta 1997 (MATH/CHEM/COMP Dubrovnik).



Rodovniki

Evropsko plemstvo

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

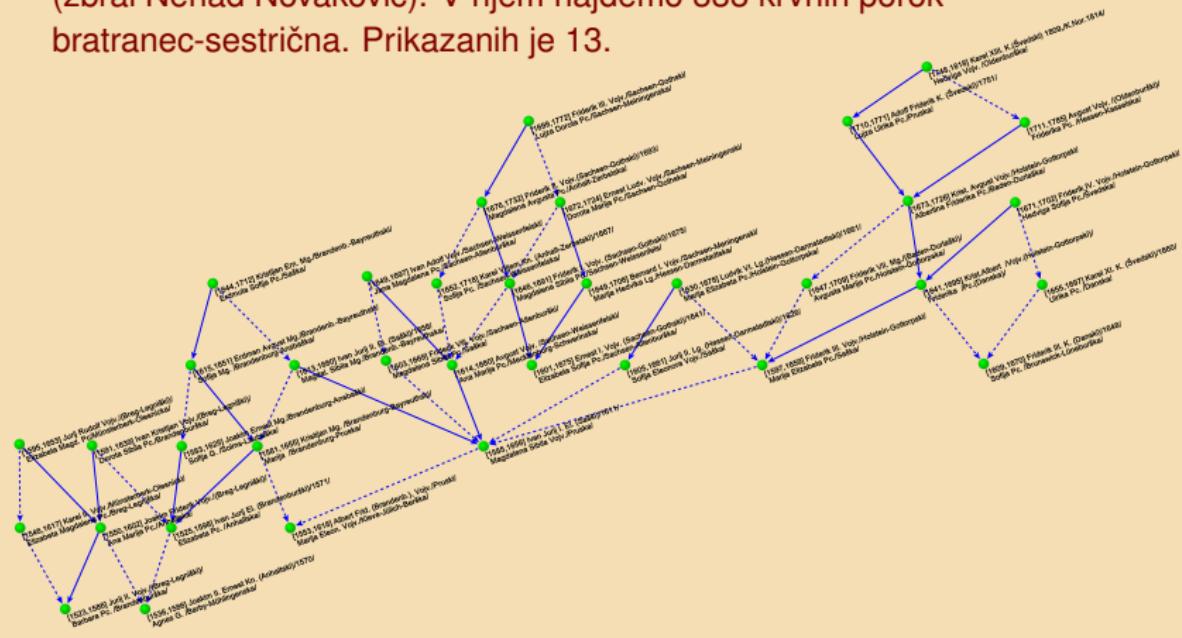
ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Rodovnik vsebuje podatke za okrog 60 tisoč oseb plemiškega porekla (zbral Nenad Novaković). V njem najdemo 333 krvnih porok bratranec-sestrična. Prikazanih je 13.



Plemiški rodovi so veliko bolj sorodstveno povezani kot "navadni".



Rodovniki

Franz Jozef 1830-1916

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

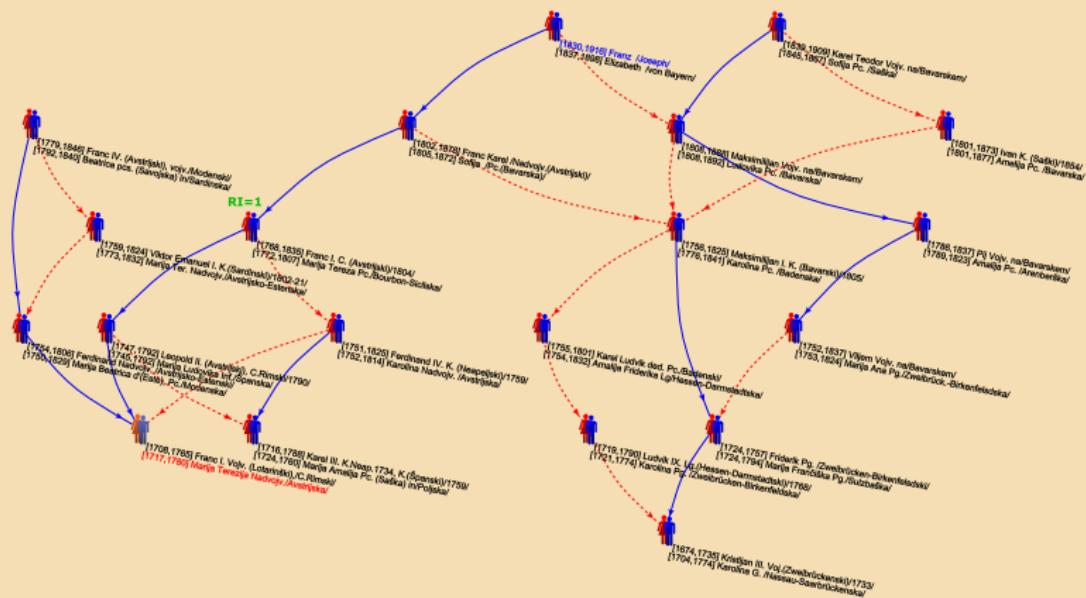
ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Lansko leto je bila 100 letnica smrti cesarja Franca Jožefa. Leta 1854 se je poročil s svojo šestnajstletno sestrično 'Sisi'.





Rodovniki

Krvne poroke z $RI=1$

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletostnosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z $RI=1$

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

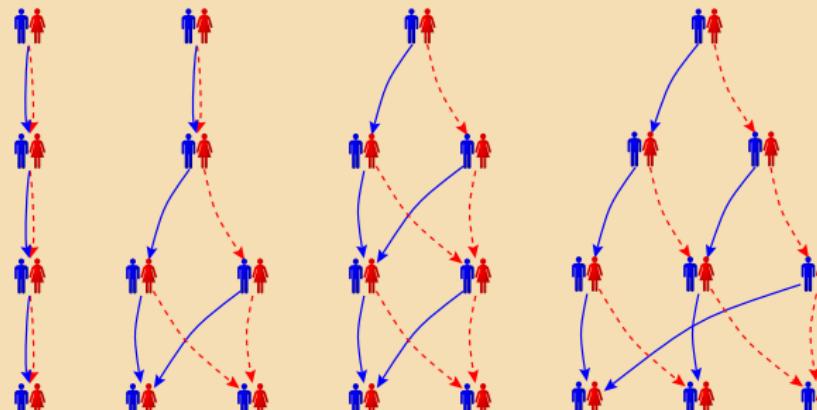
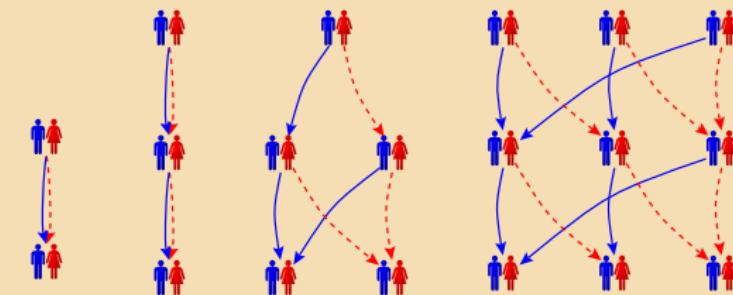
Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade





Rodovniki

Trojna in dvojna izmenjava v dveh generacijah

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

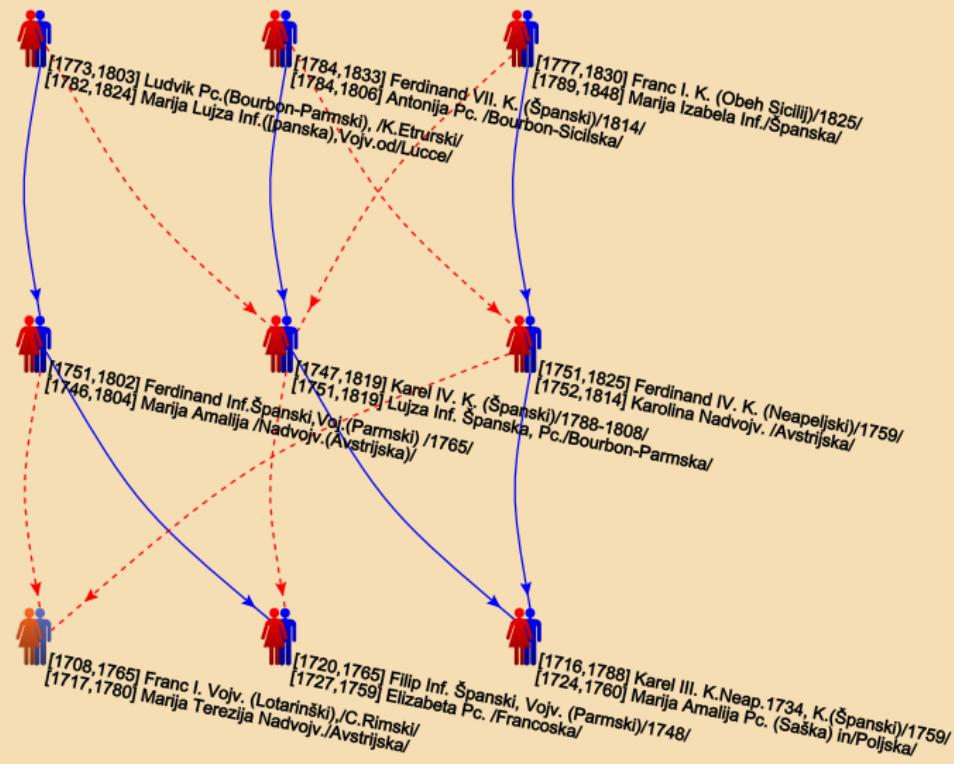
Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade





Rodovniki

Iskanje sorodstvenih vezi

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

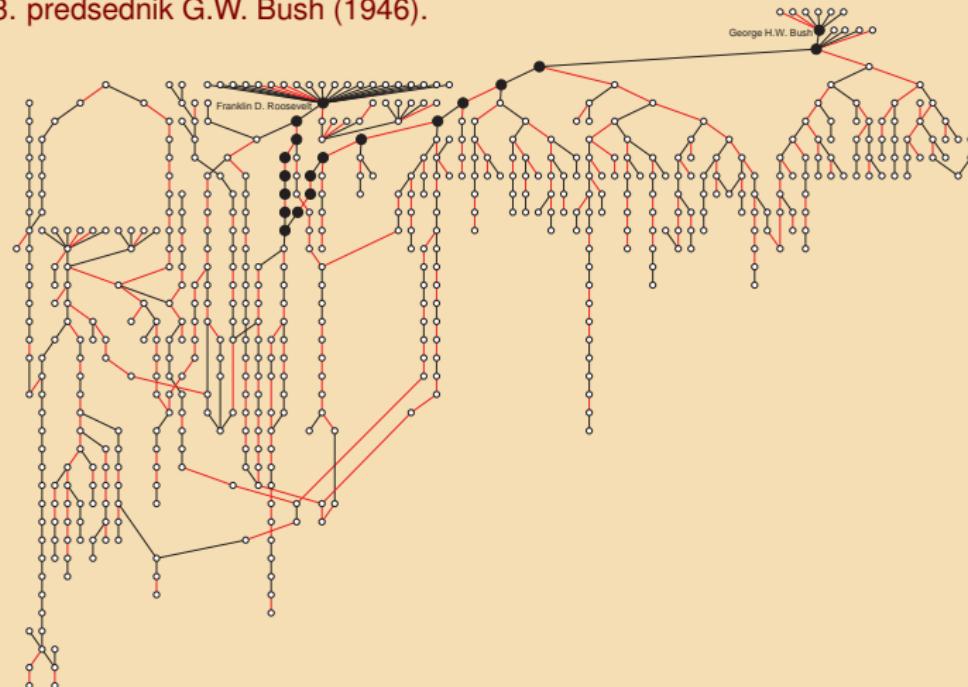
ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

32. ameriški predsednik F.D. Roosevelt (1882-1945).
43. predsednik G.W. Bush (1946).





Pajek3XL

Primerjava PajekXXL : Pajek3XL

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Prihajajoča različica - 5.01 - bo dodatno vsebovala še program **Pajek3XL**:

- Za razliko od verzije **PajekXXL** **Pajek3XL** uporablja 64 bitno oštevilčenje točk, tako da je teoretično – ob dovolj velikem pomnilniku – mogoče analizirati redka omrežja, ki vsebujejo do 2^{63} točk.
- Kljub temu, da so identifikatorji točk 64 in ne več 32 bitna števila, je bilo z dodatno optimizacijo doseženo, da omrežje v programu **Pajek3XL** zavzame *popolnoma enako količino prostora* kot omrežje v programu **PajekXXL**, to je $8n + 64m$ byte-ov.
- Bo pa vsaka razvrstitev točk v skupine namesto $4n$ porabila v verziji **Pajek3XL** $8n$ byte-ov. Tako, da bo program **Pajek3XL** smiselno uporabljal samo za res ogromna omrežja, ki vsebujejo več kot 2 milijardi točk.



Pajek3XL

Koliko pomnilnika potrebujemo?

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Nekaj ocen o potrebnih velikostih pomnilnika za dane velikosti omrežij:

- redka omrežja z *nekaj deset milijoni točk* → 4 GB RAM;
- redka omrežja z *nekaj sto milijoni točk* → 16 GB RAM;
- redka omrežja z *več kot milijardo točk* → vsaj 128 GB RAM.





Exploratory Social Network Analysis with Pajek

Cambridge University Press

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

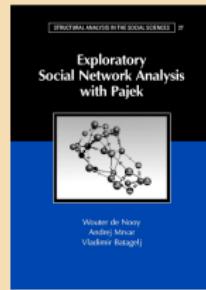
ESNAwP

Pajek po 20 letih

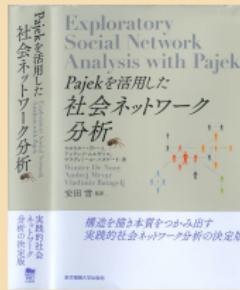
Primeri uporabe

Nagrade

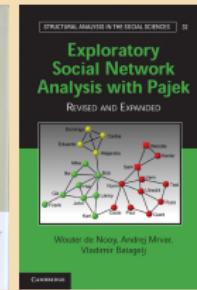
2005



2009



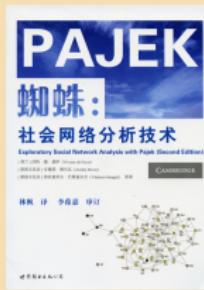
2011



2012



2014



Exploratory Social Network Analysis with Pajek

Prodanih okrog 8000 angleških in 6500 kitajskih izvodov.

- *posodobitev* - že nekaj časa knjige niso več kompatibilne z zadnjimi verzijami programa.
- vključitev vsaj nekaterih novododanih *operacij* in možnosti *vizualizacij*.
- prikaz primera uporabe na *res velikem omrežju*,...



Pajek po 20 letih

Uporabniki - univerze

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Azija Nanjing Medical University;

Azija Kansai University, Osaka;

Azija University of Tokyo;

Azija University of Tehran;

Azija YDPG College, Lakhimpur Kheri, India;

J.Am University of Sao Paulo;

J.Am Universidade Estadual de Campinas, Brasil;

J.Am University of Mexico;

J.Am Universidad Nacional del Sur, Buenos Aires, Argentina;

Aus University of Western Australia, Perth;

Aus University of Queensland, Brisbane;

S.Am University of California at Irvine;

S.Am University of San Diego;

S.Am Duke University, Durham, North Carolina;

S.Am Indiana University, Bloomington;

S.Am Brigham Young University, Provo, Utah;

S.Am University of Missouri;

Eur University of Oxford;

Eur University of Amsterdam;

Eur Aristotle University of Thessaloniki, Greece;

Eur University of Twente, Varese, Italy;

Eur Technical University of Munich;

Eur University of Mannheim...



Pajek po 20 letih

Komercialni uporabniki

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

- Deutsche Bundesbank;
- Bank of England;
- Bank of Ireland;
- Basel Bank for International Settlements;
- Volkswagen AG;
- Cisco;
- SPSS Korea;
- Kansas City Missouri Police Department;
- Indianapolis Police Department;
- Government of Newfoundland and Labrador, Canada;
- Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY;
- Ibope Intelligence, a Brazilian Marketing Research Company;
- Prescient Pty Ltd, Sydney;
- PA Consulting Group, London;
- Roughan & O'Donovan Innovative Solutions, Dublin;
- Animal Health and Veterinary Laboratories Agency, New Haw, England;
- Welfare office, Solingen;
- Polish Society for Future Studies;
- Sodexo Polska...



Pajek po 20 letih

Zakaj

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Pajkov format NET prepoznaajo (praktično) vsi programi za analizo omrežij → enostavna izmenjava z drugimi programi.

Pajek je *splošen program* – vsebuje postopke za poljubna *velika omrežja, mala omrežja in vizualizacijo*.

Velika omrežja:

- iskanje vzorcev, jedra, otoki, cikli, skupnosti ... ;
- hitro množenje omrežij (izpeljana dvovrstna omrežja);
- analiza acikličnih omrežij (glavne poti, rodovniki,...);
- transformacije in 'pridobivanje' novih omrežij glede na dobljene skupine (izločanje podomrežij, stiskanje skupin,...).

Mala omrežja:

- popoln nabor postopkov *bločnega modeliranja*;
- posplošena struktturna uravnoveženost v označenih omrežjih;
- *struktturne luknje, posredniške vloge, štetje triad* in druge klasične metode iz analize socialnih omrežij.

Vizualizacija:

- postopki za *avtomatično* in *ročno* risanje omrežij;
- izvozi slik v formate 2D (interaktivni **SVG**) in 3D (**X3D**).



Primeri uporabe

Bioška omrežja

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletostnosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

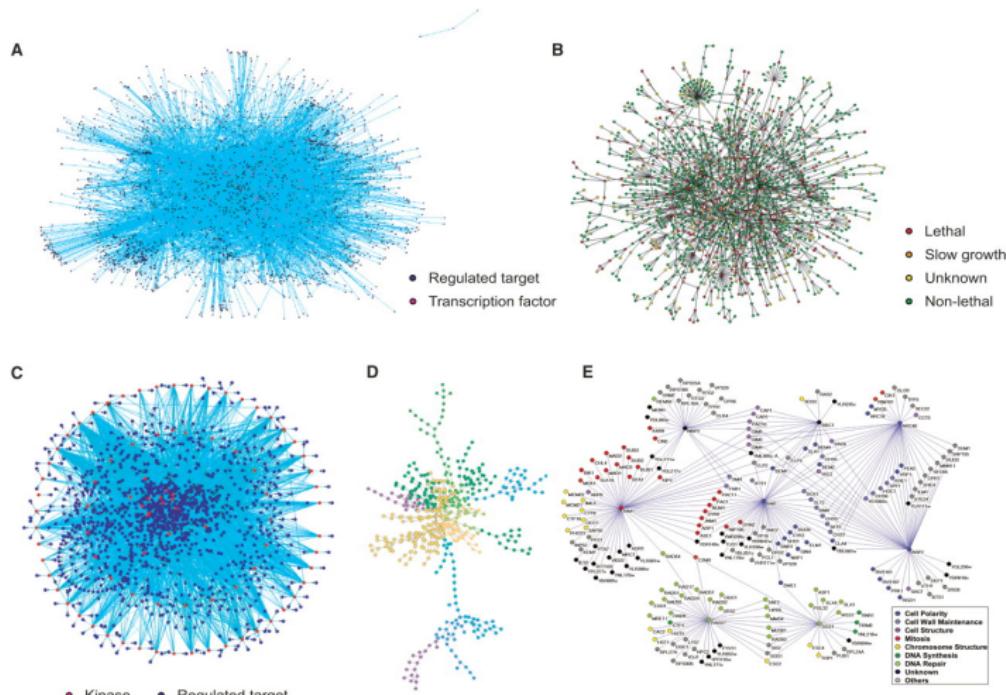
Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade



A: Yeast transcription factor-binding, B: Yeast protein–protein interaction, C: Yeast phosphorylation, D: *E.coli* metabolic, E: Yeast genetic network. Zhu X et al. *Genes Dev.* 2007;21:1010-1024, visualizations obtained by Pajek.



Primeri uporabe

Nevrološka omrežja

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletostnosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Y. Fan et al. / NeuroImage 54 (2011) 1862–1871

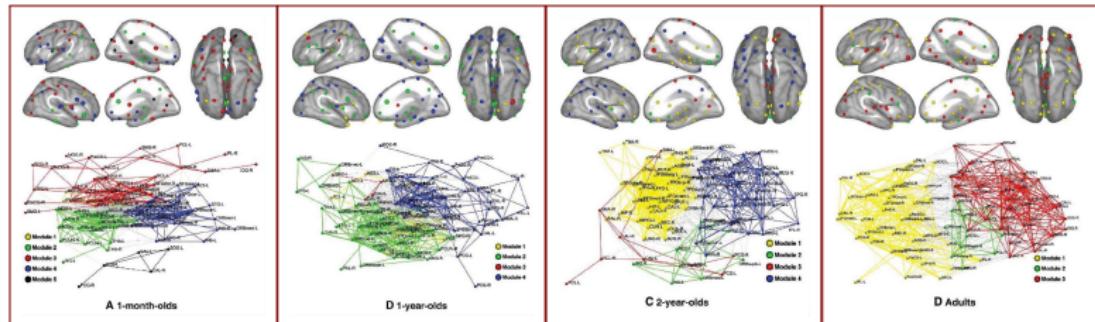


Fig. 3. Surface rendering and spring-embedding visualization of brain networks of 1-month-olds (A), 1-year-olds (B), 2-year-olds (C), and adults (D). For the surface rendering visualization, each network node (brain region) is projected onto the brain surface of its corresponding hemisphere by minimizing its distance to the brain surface. The brain surfaces were generated with the Freesurfer image analysis suite, which is documented and freely available for download online (surfer.nmr.mgh.harvard.edu). Nodes are color-coded by modules and larger nodes are connector hubs or provincial hubs. Lateral, medial, and top views of both hemi-spheres are shown. The spring-embedding visualization of networks is implemented with Kamada-Kawai layout algorithm using **Pajek** software package (pajek.imfm.si/doku.php). The nodes and intra-modular connections are colored-coded by modules, while inter-modular connections are color-coded with light-gray. The abbreviation of region labels can be found in Table S1.



Primeri uporabe

Arheološka omrežja

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

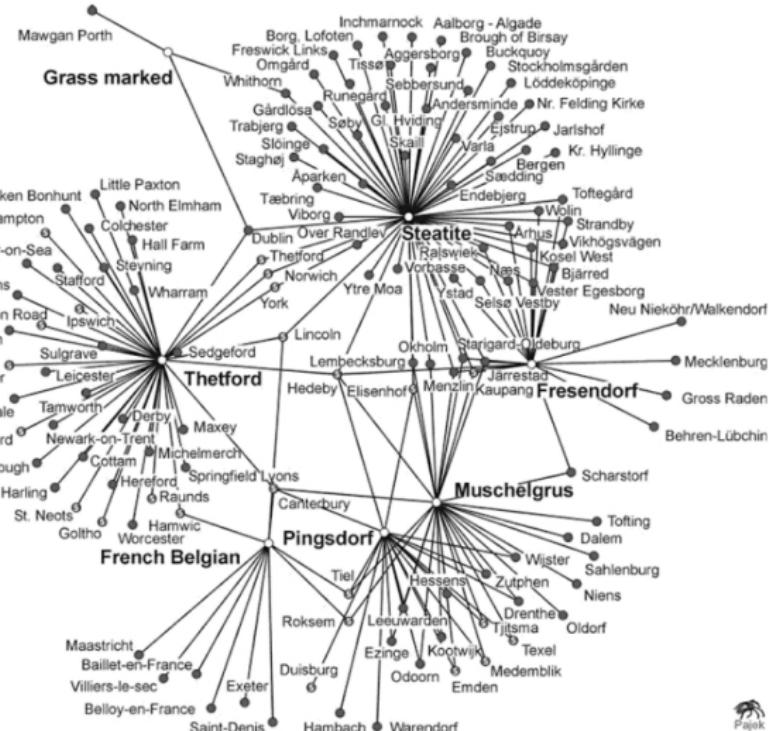


Fig. 4.3. Graph of the associations of seven different types of cooking pots in 152 settlement-site assemblages from the 10th century in the North Sea region and adjacent areas. Sites in which large storage jars ('ampora') are recorded are marked by 'S'. Graph produced by author using Pajek.





Primeri uporabe

Omrežja sodelovanj - James Moody, Duke University

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

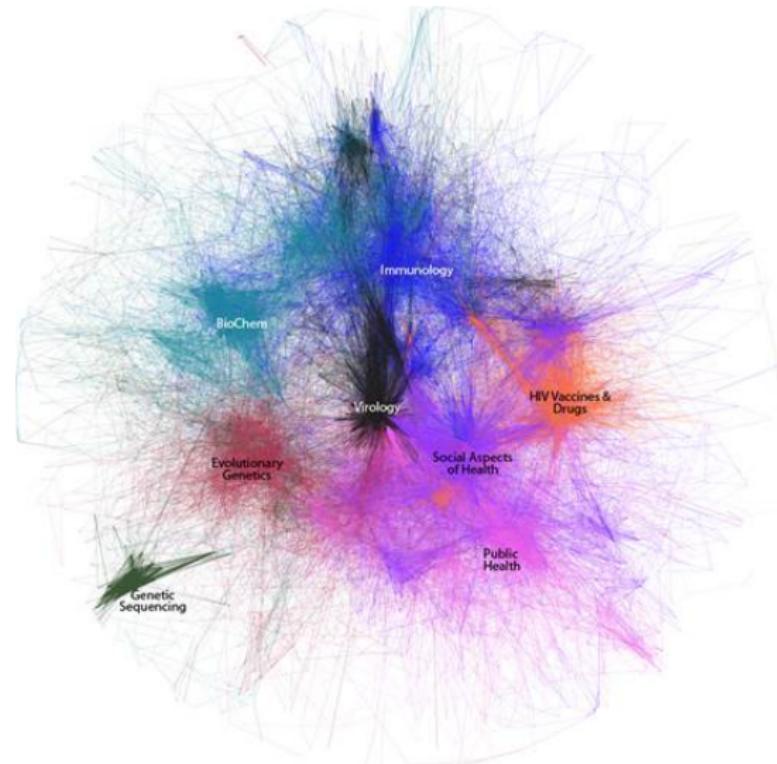
Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade



The edges are similarity scores between papers by authors involved in a public fight over pathogen research.

Primeri uporabe

Omrežja v športu - FAS.research, Dunaj

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletostnosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

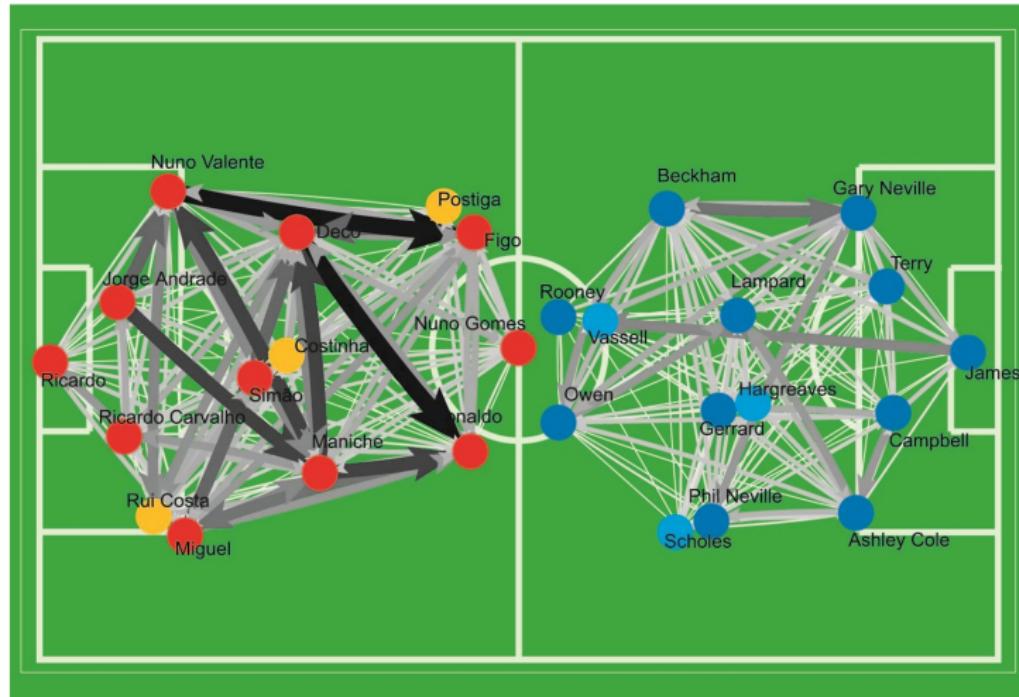
Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Portugal : England 2:2 (6:5)

FAS.research 
Network Analysis for Science and Business





Primeri uporabe

Omrežja v Sloveniji - Ali Žerdin

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletostnosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

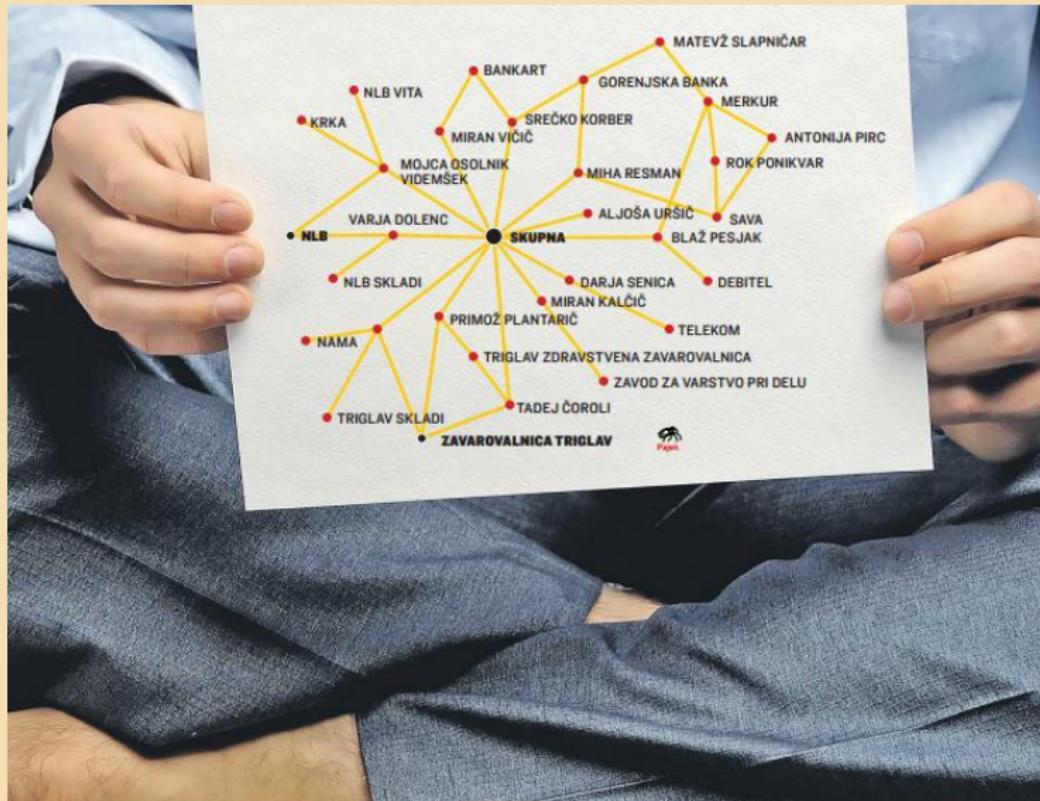
Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade





Nagrade

Tekmovanja v risanjih grafov - Graph Drawing Competitions

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletjenosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

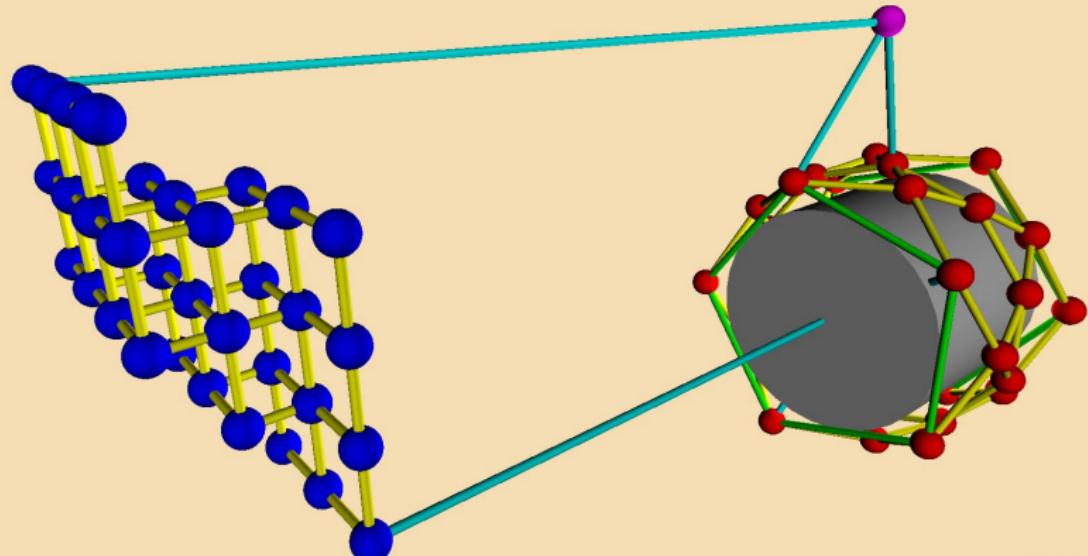
ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

Tekmovanja v risanjih grafov, 1995 – 2005: osem prvih, tri druge nagrade.
Graph Drawing Competition, Berkeley, prva nagrada





Nagrade

Richard's Award, INSNA, 2013

Pajek - 20 let

A.Mrvar

'Inventura'

PajekXXL

Pajek : PajekXXL

Redka omrežja

Druge novosti

Vizualizacija omrežij

Ostalo

Aciklična omrežja

Rodovniki

Parni rodovniki

Indeks prepletostnosti

Prepletene poroke

Plemstvo

Franc Jožef

Krvne poroke z RI=1

3 in 2 izmenjava

Sorodstvene vezi

Pajek3XL

Poraba pomnilnika

ESNAwP

Pajek po 20 letih

Primeri uporabe

Nagrade

International Network for Social Network Analysis

Presents

The William D. Richards, Jr. Software Award

for

Pajek: Program for Large Network Analysis

to

Vladimir Batagelj and Andrej Mrvar

23 May 2013

Date


President, INSNA