



Analiza omrežij

1. Uvod

Vladimir Batagelj

Magistrski program Uporabna statistika
Ljubljana, april 2024



Kazalo

Analiza
omrežij

V. Batagelj

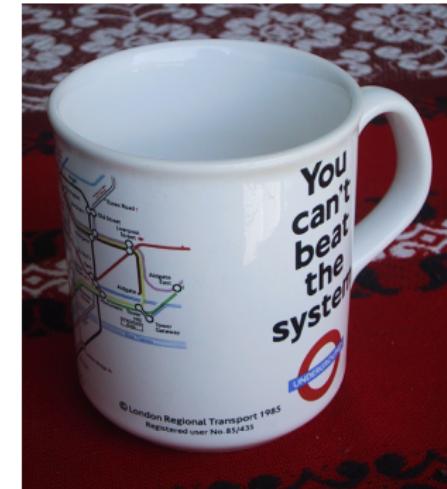
Uvod

Primeri

Razvoj

Viri

- 1 Uvod
- 2 Primeri
- 3 Razvoj
- 4 Viri



prof. Vladimir Batagelj: vladimir.batagelj@fmf.uni-lj.si
prosojnice (PDF)

22. april 2024 ob 01:13 / marec 2013



Analiza omrežij

Analiza omrežij

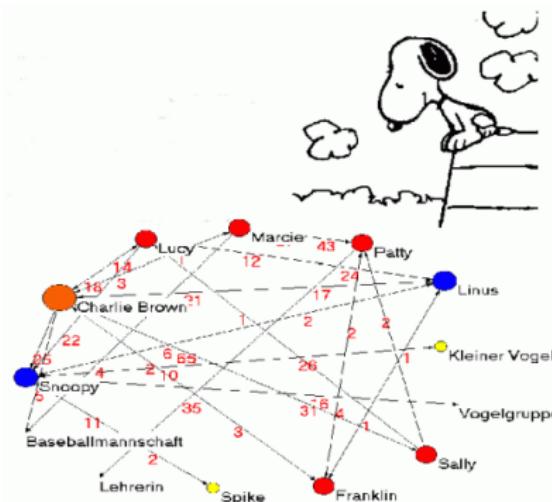
V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri



Alexandra Schuler/ Marion Laging-Glaser:
Analyse von Snoopy Comics

Vse pogosteje se v analizi podatkov upošteva tudi odnose (relacije) med enotami. S tem se ukvarja analiza omrežij.

Cilj predmeta je seznaniti študente s problemi, metodami in orodji za analizo relacijskih podatkov ter jih usposobiti za samostojno uporabo leteh.

Wiki: <http://vladowiki.fmf.uni-lj.si/doku.php?id=pajek:ev:pd:p24>



Obveznosti študenta

Analiza
omrežij

V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri

Opravljene *domače naloge* – projekti.

1. *projekt*: priprava omrežij in osnove dela s programom Pajek.

2. *projekt*: uporaba metod analize omrežij na izbranem omrežju.

3. (*zaključni*) *projekt*: samostojna omrežna analiza izbranega večjega podatkovja.



Rimsko cestno omrežje

Tabula Peutingeriana

Analiza
omrežij

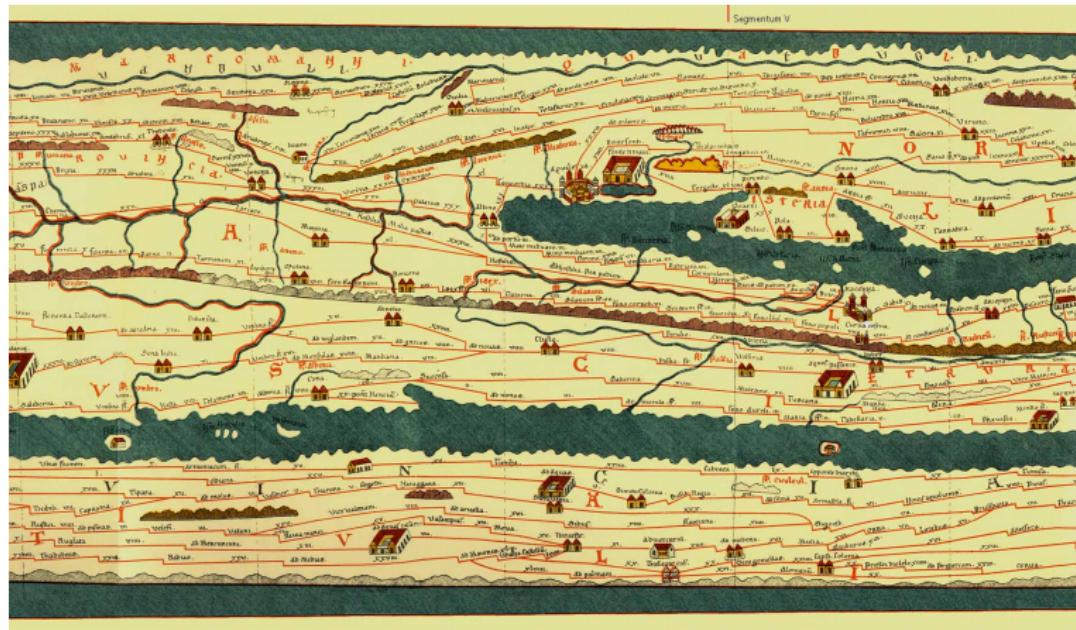
V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri





Diagrami potečení

McCabe

Analiza omrežij

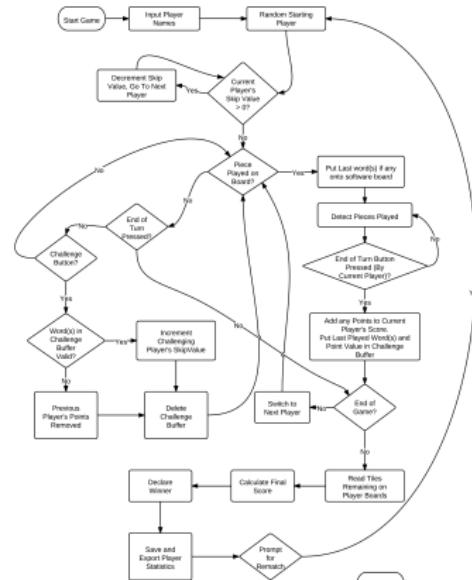
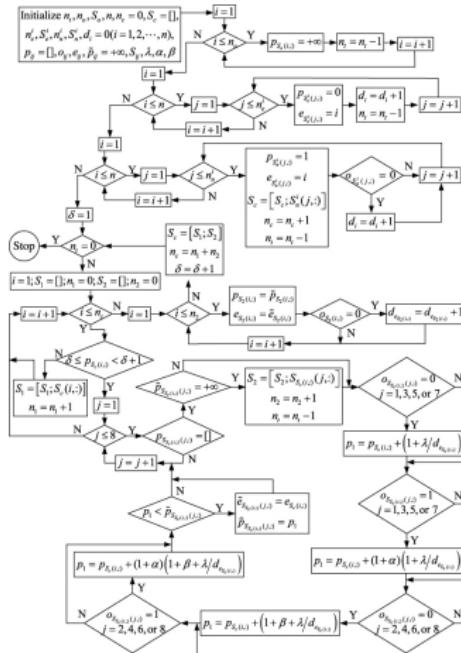
V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri



IOP



Velike organske molekule

3CRO, PDB

Analiza
omrežij

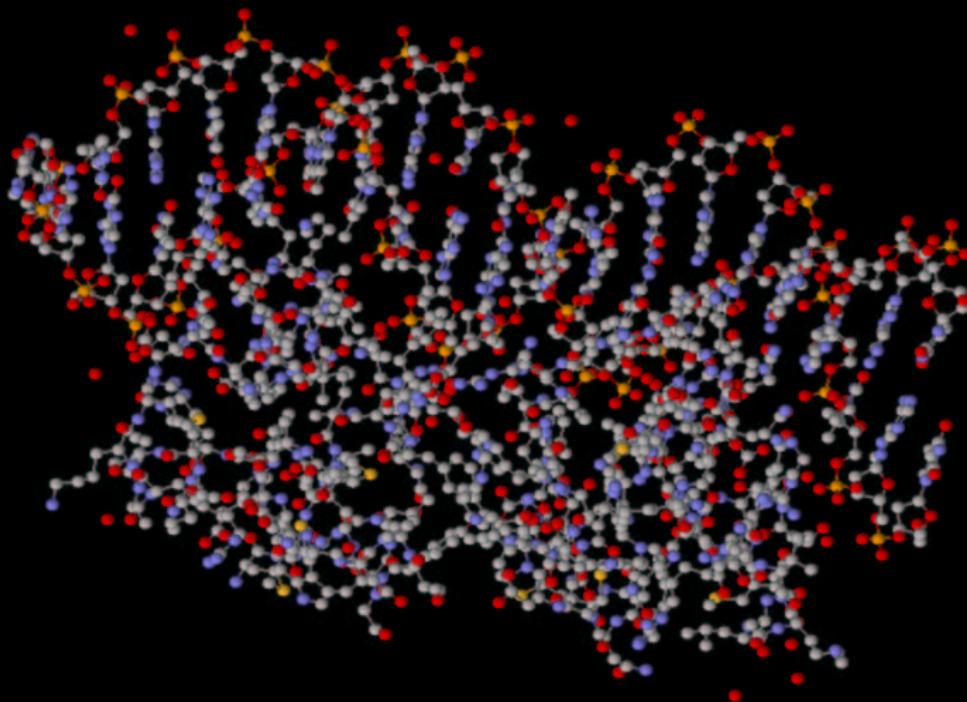
V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri





Beljakovinsko omrežje

PluriPlus

Analiza
omrežij

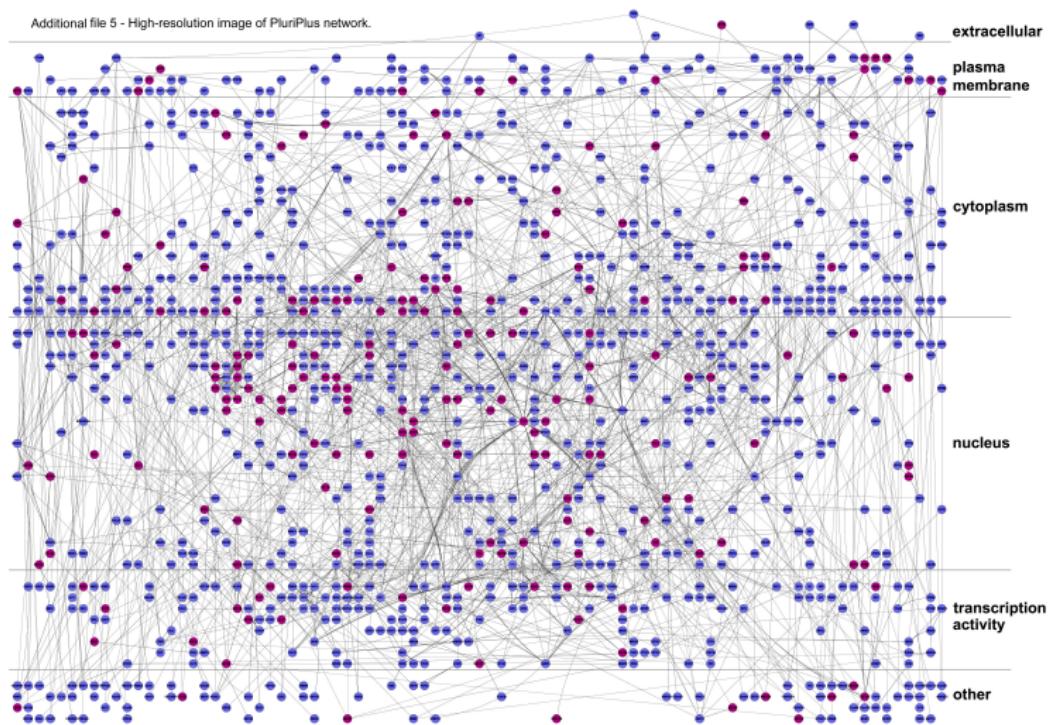
V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri





Avstrijski raziskovalni projekti

FAS

Analiza
omrežij

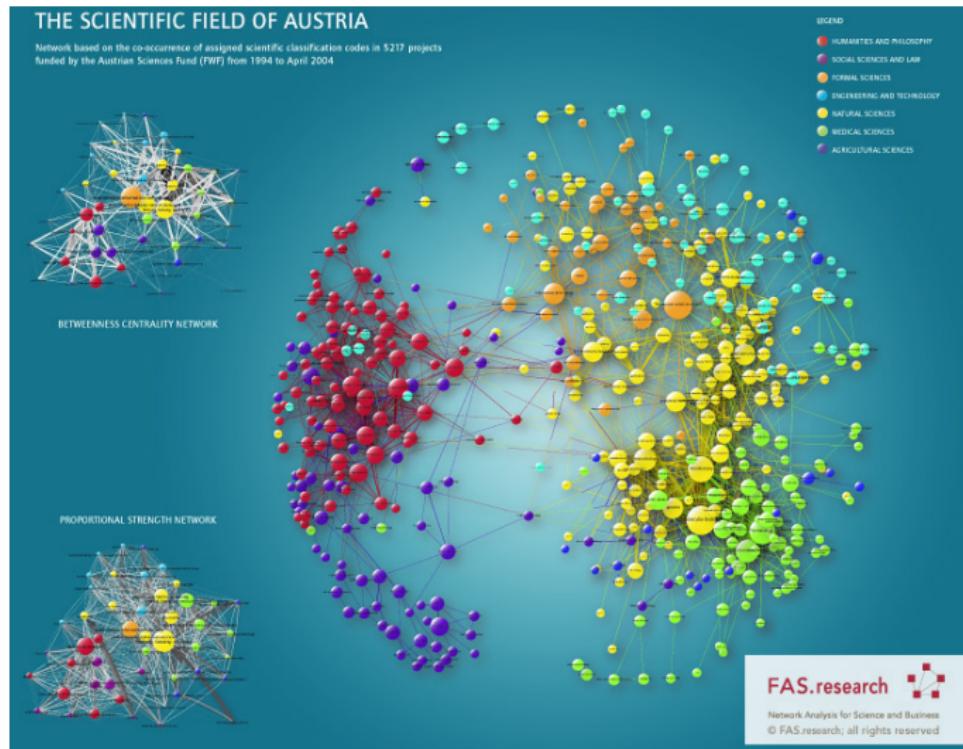
V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri





Internet

Cheswick, Opte

Analiza
omrežij

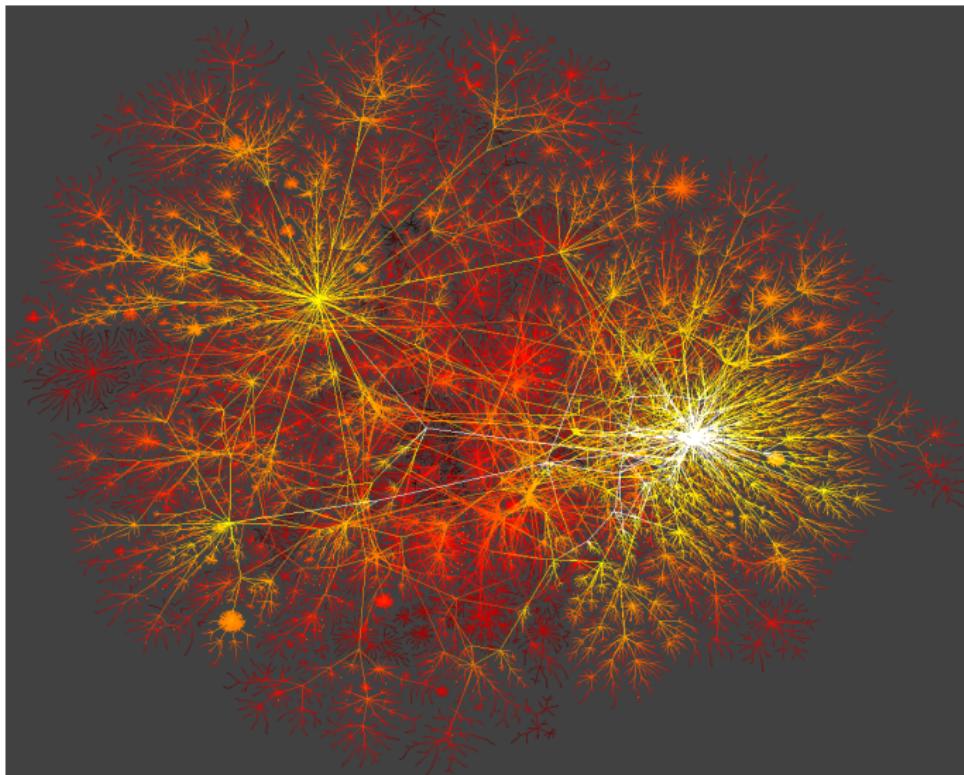
V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri





They Rule

Analiza omrežij

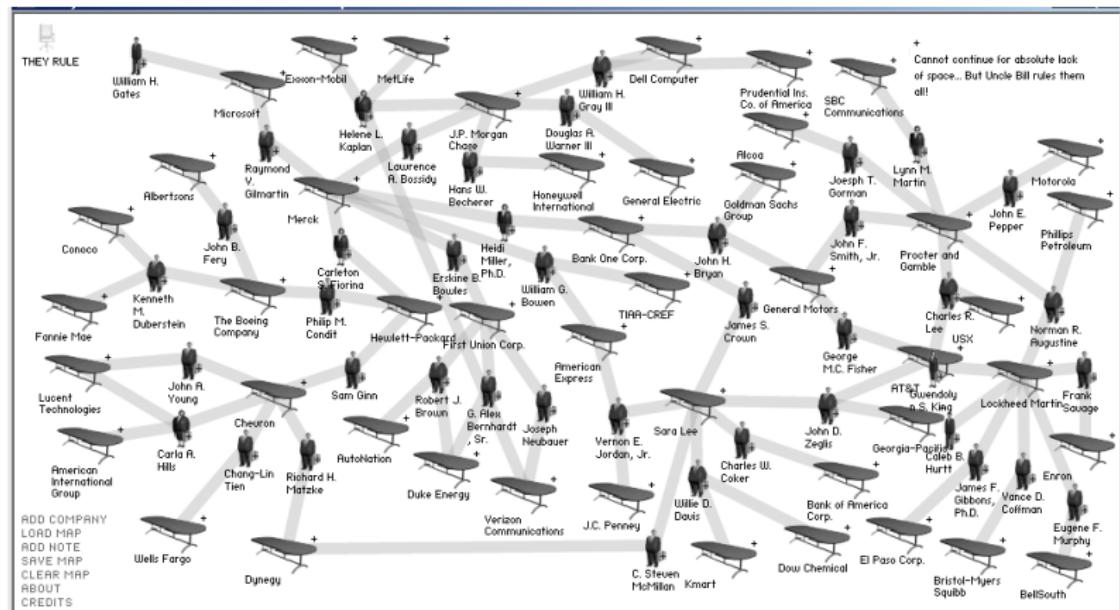
V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri





Podeželska šola – prijateljstvo

Analiza
omrežij

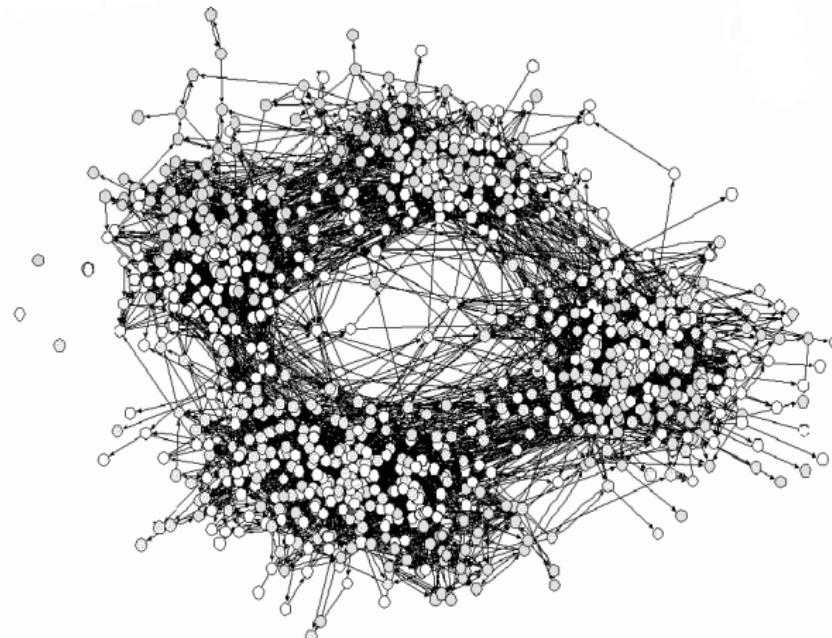
V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri



James Moody (2001) AJS Vol 107, 3,679–716



Mark Lombardi

Google

Analiza
omrežij

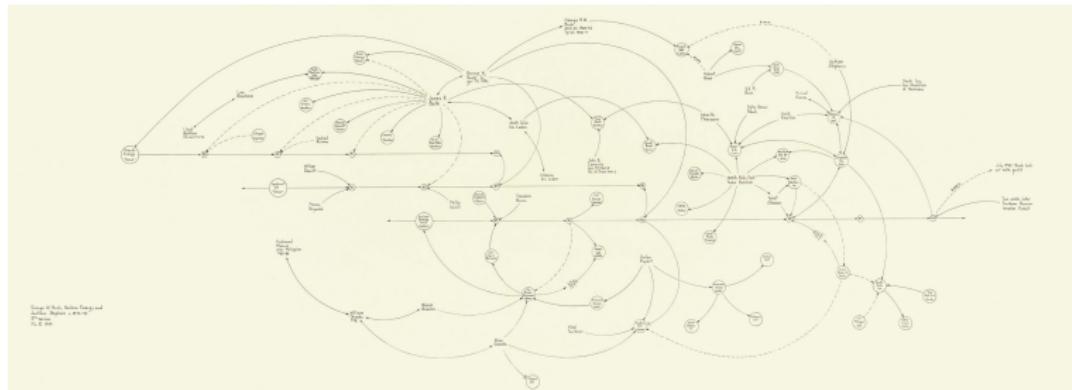
V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri



Še več primerov na [Visual Complexity](#)



Teorija grafov

Analiza
omrežij

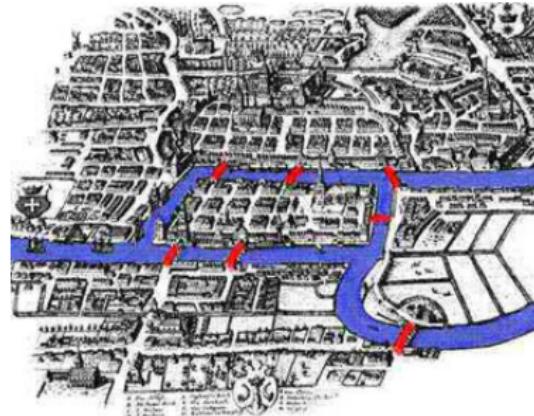
V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri



- Euler (1736)
- Hamilton – obhodi vozlišč
- Kirchoff – električna vezja
- Kekule – molekule
- Ford, Fulkerson, Kruskal, Dijksta – optimizacija, OR
- Berge (1958, 1969), Harary (1965, 1969) – prve knjige
- transport (*Wardrop*)
- diagrami poteka (*McCabe*)
- kemija – napovedovanje (*QSAR*)



Začetniki analize družbenih omrežij

Analiza
omrežij

V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri



Moreno

- Moreno (1934) – sociometrija
- Lewin (1936)
- Warner in Lunt (1941)
- Heider (1946)
- Bavelas (1948) – središčnosti
- Homans (1950)
- Cartwright in Harary (1965)
- Nadel (1957) – družbena mesta in vloge
- Mitchell (1969)

Freeman L.C. (2004) *The Development of Social Network Analysis*



Moreno: Who shall survive?

Analiza
omrežij

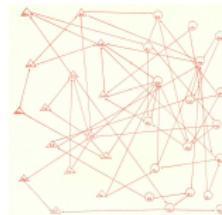
V. Batagelj

Uvod

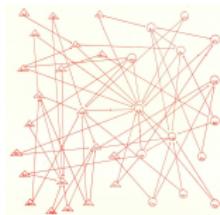
Primeri

Razvoj

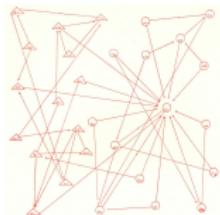
Viri



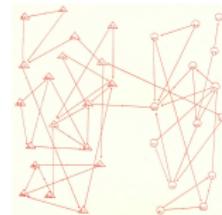
K:



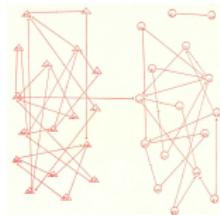
1:



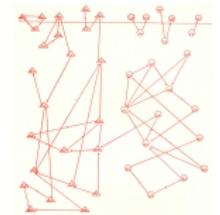
2:



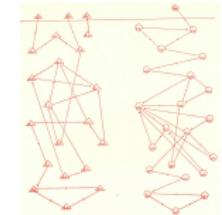
3:



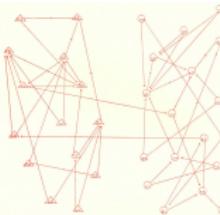
4:



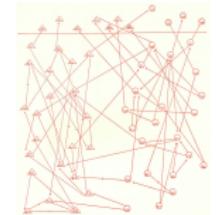
5:



6:



7:

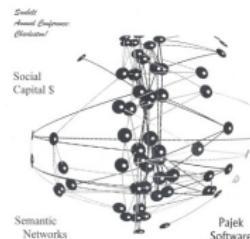


8:



CONNECTIONS

1998 Volume 21 Issue 2



- ustanovljeno združenje International Association of Social Network Analysis – **INSNA**, 1978
- obzornik: **Connections**, 1978
- revija: **Social Networks**, 1979
- srečanja: **SUNBELT**, 1981; Portorož 2004
- poštni seznam: **SOCNET**
- spletna revija: **Journal of Social Structure**, 2000
- revija: **Social Network Analysis and Mining**, 2011
- revija: **Network Science**, 2013
- European Conference of Social Networks (EUSN), Barcelona 2014 –



Zadnja desetletja

Analiza
omrežij

V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri

- prikazi omrežij (**graph drawing**) (1992)
- biologija – genom, beljakovinska omrežja
- fizikalni pristop – brezlestvična (**scale free**) omrežja (1998)
- ekonomska omrežja
- računalništvo / umetna inteligenco – **link analysis**
- družabna omrežja
- velika podatkovja (**big data**)
- biološka omrežja
- splošna analiza omrežij (**network science**)



Izbrane knjige o analizi omrežij

Analiza
omrežij

V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri

- J. P Scott: *Social Network Analysis*. SAGE Publications, 4ed, 2017. A.
- A. Degenne, M. Forsé: *Introducing Social Networks*. SAGE Publications, 1999. A.
- S. Wasserman, K. Faust: *Social Network Analysis: Methods and Applications*. CUP, 1994. A.
- W. de Nooy, A. Mrvar, V. Batagelj: *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*, CUP, 2018, 3. izdaja. A. [ESNA page](#).
- P. Doreian, V. Batagelj, A. Ferligoj: *Generalized Blockmodeling*, CUP, 2004. A.
- P.J. Carrington, J. Scott, S. Wasserman (Eds.): *Models and Methods in Social Network Analysis*. CUP, 2005. A.
- U. Brandes, T. Erlebach (Eds.): *Network Analysis: Methodological Foundations*. LNCS, Springer, Berlin 2005. A.
- E.D. Kolaczyk: *Statistical Analysis of Network Data: Methods and Models*. Springer, Berlin 2009.
- M.O. Jackson: *Social and Economic Networks*. Princeton UP, 2008.
- D. Easley, J. Kleinberg: *Networks, Crowds, and Markets*. CUP, 2010.
- M. Newman: *Networks*. OUP, 2ed, Oxford 2018.
- V. Batagelj, P. Doreian, A. Ferligoj, N. Kejžar: Understanding Large Temporal Networks and Spatial Networks. Wiley, 2014.
- A.-L. Barabási: *Network Science*. WWW 2015.
- S.P. Borgatti, M.G. Everett, J.C. Johnson: *Analyzing Social Networks*, 2ed. Sage 2018.
- S.P. Borgatti, M.G. Everett, J.C. Johnson, F. Agneessens: *Analyzing Social Networks Using R*. Sage 2022.



Programi za analizo omrežij

Analiza
omrežij

V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri

UCINET, NetDraw	Pajek	graph-tool
Visone	Cytoscape	Gephi
Negopy	InFlow	GUESS
NetworkX	prefuse	JUNG
SNAP	SNA, igraph / R	StOCNET, Siena
BGL/Python	Netminer	

Poglejte še seznam na [Wikipedia](#) ter preberite pregled Alen Orbanić in Monika Cerinšek [Tools for Networks](#).

- Pajek: <http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/>
- igraph R package: <http://igraph.org/r/>
- Inkscape: <https://inkscape.org/en/>
- Ghostscript, Ghostview and GSview:
<http://pages.cs.wisc.edu/~ghost/>

Primere podatkov o omrežjih najdete v [Pajekovem seznamu](#).



ESNA Pajek

Analiza
omrežij

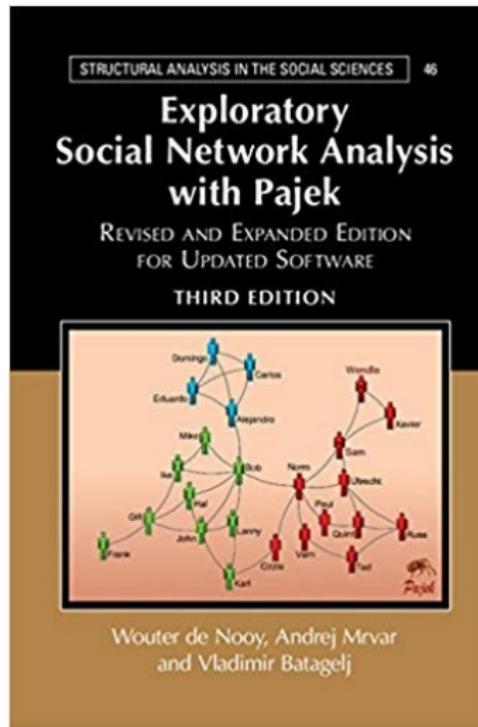
V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri



Pri delu z dejanskimi omrežji bomo v glavnem uporabljali domači program za analizo in prikaz velikih omrežij Pajek, ki je prosto dostopen na:

<http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/>

Uvod v analizo omrežij in program Pajek je mogoče najti v knjigi **ESNA** (de Nooy, Mrvar, Batagelj, CUP 2005; **Revised and Expanded Edition for Updated Software**, 2018).

Knjiga ESNA je izšla tudi v japonščini (Tokyo Denki University Press, 2010) in kitajščini (Beijing World Publishing, 2012).



Understanding ...

Analiza
omrežij

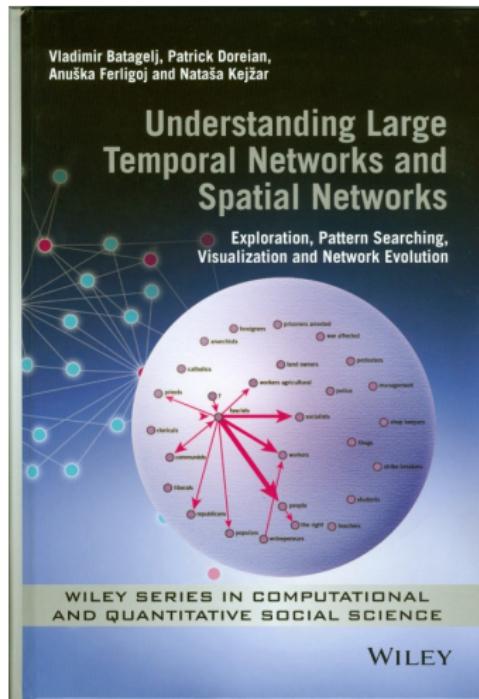
V. Batagelj

Uvod

Primeri

Razvoj

Viri



Večino snovi je mogoče najti v drugem in tretjem poglavju knjige:

Vladimir Batagelj, Patrick Doreian, Anuška Ferligoj and Nataša Kejžar: Understanding Large Temporal Networks and Spatial Networks: Exploration, Pattern Searching, Visualization and Network Evolution. Wiley Series in Computational and Quantitative Social Science. **Wiley**, 2014.