

ALGORITMI IN RAČUNALNIŠKI PROGRAMI ZA ANALIZO OMREŽIJ

Anuška Ferligoj

Fakulteta za sociologijo, politične vede in novinarstvo
Univerza v Ljubljani

Povzetek

V pregledu je predstavljenih enainštirideset računalniških programov za analizo omrežij. Ob kratkem opisu posameznega programa je navedena osnovna literatura, v kateri so podrobneje obravnavani postopki za analizo omrežij, ki so vanj vgrajeni.

Abstract

ALGORITHMS AND PROGRAMS FOR NETWORK ANALYSIS:

In the review forty one computer programs for the network analysis are presented. After the short description of each program the basic literature, in which the implemented algorithms are discussed, is added.

1. UVOD

Med novejšje kvantitativne pristope za družboslovno raziskovanje prav gotovo sodi analiza omrežij, ki omogoča analizo odnosov (relacij) med proučevanimi enotami (npr. ljudmi, skupinami ljudi, organizacijami, državami). Začetki analize omrežij sežejo v leta okoli druge svetovne vojne, ko zasledimo dela Morena (1934 oz. 1953, 1960), Katza (1947), Bavelasa (1948), Homansa (1950) in Rapoporta (1952). Za šestdeseta leta je značilno predvsem povezovanje osnovnih pojmov, ki so zrastle v družboslovju, z dosežki matematične teorije grafov. Predlaganih je bilo več postopkov za razkrivanje skupin enot v omrežju, ki so specifično povezane med seboj (npr. klike), postopki za analizo diad in triad v omrežju. Predlagane so bile različne mere središčnosti (centralnosti). Konec šestdesetih in v sedemdesetih letih se je težišče preneslo na razvoj različnih, vse bolj za analizo omrežij specifičnih pristopov, kar kaže povečano število člankov iz tega področja, objavljenih v revijah različnih znanstvenih področij (npr. socioloških, psiholoških, matematičnih, računalniških), pa tudi knjig. Pri obravnavi omrežij v družboslovju se poudarjajo specifični problemi analize omrežij, kot na primer problemi merjenja zvez. Vse več je tudi tehničnih uporab postopkov analize omrežij v družboslovju.

Zelo pomemben dogodek na področju analize omrežij je ustanovitev združenja *International Network for Social Network Analysis* v letu 1978. Združenje že od ustanovitve

naprej izdaja odlično revijo *Social Networks* in bilten *Connections*. Dela, ki bi celovito pokrilo področje analize omrežja še ni, je pa nekaj uvodnih del, med katere prav gotovo sodijo Holland in Leinhardt (1979), Knoke in Kuklinski (1982) ter Burt in Minor (1983).

V sedemdesetih letih je področje analize omrežij zacvetelo. Ob zelo tehtnih delih na tem področju se pojavljajo tudi prvi računalniški programi. Mednje sodijo: Leinhardtov SOCPAC-I (1971) za analizo triad in analizo lokalne strukture omrežja, COMPLT in SOCK za iskanje klik in komponent povezanosti avtorjev Albe in Guttmana (1973), Peayev UPWARD/DOWNWARD (1974) za razkrivanje klik ter Langeheinejeva MSP (1975) za izračun različnih mer podobnosti in različnosti med enotami, ki so povezane v omrežje, ki jih nadalje analizira z metodami razvrščanja v skupine in večrazsežnostnim lestvičenjem, ter SDAS (1976), ki omogoča določitev skupin z različnimi metodami in indeksi. V naslednjih letih je več avtorjev predlagalo različne algoritme in programe za razkrivanje vzorcev družbenih povezav, ki predstavljajo posamezne družbene položaje in vloge. Za razkrivanje takih vzorcev povezav so v analizi omrežij definirali pojem strukturne in regularne enakovrednosti (ekvivalence) (Lorrain in White 1971; Breiger, Borman in Arabie 1975; White, Boorman in Breiger 1976). Pojavilo se je veliko algoritmov, ki so na izvirne načine razkrivali razrede enakovrednih enot. Največkrat so strukturno enakovredne skupine iskali preko bločnih modelov (npr. Breiger, Boorman in Arabie 1975). V sedemdesetih letih je nastalo več programov prav za reševanje teh problemov. Taki so na primer BLOCKER (Heil in White 1976), JNTHOM (White 1976) in CONCOR (Breiger, Boormann in Arabie 1977).

Zadnji dve desetletji razvijajo programsko opremo za analizo omrežij vsaj na osmih koncih sveta:

- V ZDA zasledimo bolj ali manj specializirane programe za analizo omrežij kot na primer JNTHOM (White 1976), DIGRAPH (Marsden 1976), CONCOR (Breiger, Boormann in Arabie 1977), EBLOC (Everett 1983), REGE (White in Reitz 1983), ROLE (Breiger 1986) ter novejša programske pakete, ki združujejo različne algoritme za analizo omrežij in ki jih avtorji še vedno razvijajo. To sta STRUCTURE (Burt 1979) ter UCINET (MacEvoy in Freeman 1984), pa tudi SONENT-I (Seideman in Foster 1979).
- Na Nizozemskem sta poznana vsaj dva programa, ki zmoreta relativno kompleksno analizo omrežij: GRALIB (Anthonisse 1976) in GRADAP (Stokman in sodelavci 1980).
- V Nemčiji pa so znani programi za analizo omrežij NETZ (Sodeur 1979), NE1WB-TEST (Bien in Feger 1981) in SONIS (Stelck 1981), ki je zelo kompleksno zastavljeni sistem za analizo omrežij.
- V Kanadi so izdelali splošna programa za analizo omrežij NEGOPY in NETPLOT (Richards 1975) in programe za analizo bločnih modelov BLOCKER (Heil in White 1976), Homomorphic Correspondence (Heil 1976) in COBLOC (Heil 1980) ter program za analizo usmerjenih omrežij DEDICOM (Harshman 1983).
- Tudi v Avstraliji je poznanih nekaj programov: UPWARD/DOWNWARD (Peay 1974) za razkrivanje klik ter skupina programov ANU-MACRONET, ANU-RANDNET in ANU-MARKOV (Carrick, Klov Dahl in Omodei 1978) za analizo večjih omrežij.

- V Veliki Britaniji sta poznana vsaj dva programa za analizo omrežij: Harary-Ross *Maximal Subgraph Enumeration* (Alt in Schofield 1978) in *SNAP* (Payne 1978).
- V Avstriji je izdelan vsaj en program iz tega področja *ZRC* (Kappelhoft 1978).
- Tudi pri nas nastaja paket programov za analizo omrežij *STRAN* (Batagelj 1990).

Prav gotovo so v obtoku še drugi programi, ki so bolj ali manj primerni za analizo omrežij in zanje še nismo izvedeli. Pojavljajo pa se tudi novi algoritmi in novi učinkoviti programi. V biltenu *Connections* in reviji *Social Networks* sproti objavljajo informacije o novih programih za analizo omrežij.

Paketi, ki jih družboslovci danes najbolj uporabljajo, ker združujejo različne algoritme za predstavitev, generiranje omrežij in zelo kompleksno analizo omrežij in ker so prijazni do uporabnika, so *UCINET* in *STRUCTURE*, pa tudi *GRADAP*, *SONET-I* in *NEGOPY*.

V literaturi je mogoče najti več bolj ali manj obsežnih primerjav algoritmov za analizo omrežij in ustreznih računalniških programov. Sonquist (1980) je pripravil primerjavo osemindvajsetih programov z njihovimi značilnostmi. Zelo obsežen pregled šestnajstih programov s podrobnejšimi opisi in značilnostmi so pripravili Ohly, Bock in Bender (1983). Več avtorjev pa primerja algoritme za specifične probleme pri analizi omrežij. Tako na primer Doreian (1988) primerja algoritme *CONCOR*, *STRUCTURE* in *REGE* za razkivanje skupin strukturno enakovrednih enot ter regularno enakovrednih enot. Podobnih primerjav je še veliko, še posebej v reviji *Social Networks*.

V nadaljevanju so natančneje predstavljeni programi za analizo omrežij, za katere je v literaturi mogoče najti zanesljive informacije. Ob vsakem opisu je podana še osnovna literatura, iz katere je mogoče podrobneje razbrati, kaj algoritmi in ustrezni programi počno in zmorejo. Programi so razvrščeni po abecedi.

Citirana literatura:

Bavelas, A. (1948): A mathematical model for group structure. *Applied Anthropology*, 7, 16-36.

Breiger, R., Boorman, S., Arabie, P. (1975): An algorithm for clustering relational data, with application to social network analysis and comparison with multidimensional scaling. *Journal of Mathematical Psychology*, 12, 328-234.

Burt, R.S., Minor, M.J. (Eds.) (1983): *Applied Network Analysis: A Methodological Introduction*. Sage, Beverly Hills.

Doreian, P. (1988): Equivalence in a social network. *Journal of Mathematical Sociology*, 13, 243-282.

Holland, P.W., Leinhardt, S. (Eds) (1979): *Perspectives on Social Network Research*. Academic Press, New York.

Homans, G. (1950): *The Human Group*. Harcourt, Brace Jovanovich, New York.

- Katz, I. (1947): On the matrix analysis of sociometric data. *Sociometry*, 10, 233-241.
- Knoke, D., Kuklinski, J.H. (1982): *Network Analysis*. Sage, Beverly Hills.
- Lorrain, F., White, H. (1971): Structural equivalence of individuals in social networks. *Journal of Mathematical Sociology*, 1, 49-80.
- Moreno, J. (1934 oz. 1953): *Who Shall Survive? Foundations of Sociometry. Group Psychotherapy & Sociodrama*. Republished Beacon House, New York.
- Moreno, J. (1960): *The Sociometry Reader*. The Free Press, Glencoe, Ill.
- Ohly, H.P., Bock, H.H., Bender, D. (1983): *Software zur Clusteranalyse, Netzwerkanalyse und Verwandten Verfahren*. Informationszentrum Sozialwissenschaften, Bonn.
- Rapoport, A. (1952): On the mathematical theory of rumor spread. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 14, 375-383.
- Sonquist, J. (1980): Concepts and tactics in analysing social network data. *Connections*, 3, 33-56.
- White, H., Boorman, S., Breiger, R. (1976): Social structures from multiple networks. I. Blockmodels of roles and positions. *American Journal of Sociology*, 81, 730-780.

2. PREGLED PROGRAMOV ZA ANALIZO OMREŽIJ

2.1 ANU-MACRONET2

A program for computing symmetric adjacency, reachability, distance and point-centrality in large networks

D.W. Carrick, R.A. Omodei in A.S. Klovdahl

Program ANU-MACRONET2 je izboljšana verzija predhodnega programa MACRONET. Program uporablja nov algoritem za izračun dosegljivosti, razdalj in točkovne središčnosti na omrežjih z do 3000 točkami. Algoritmi in program so podrobneje opisani v Carrick, Omodei in Klovdahl (1978).

Osnovna literatura:

Carrick, D.W., Omodei, R.A., Klovdahl, A.S. (1978): ANU-MACRONET2: A program for analyzing data from large networks ($n < 3000$). Computer program description. Department of Sociology, Faculty of Arts, The Australian National University, Canberra.

2.2 ANU-RANDNET

A program for generating Monte Carlo samples of networks

Alden S. Klovdahl

Program omogoča izvesti slučajne vzorce iz danega omrežja (populacije). Vgrajena sta dva osnovna tipa vzorčenja: neodvisno slučajno vzorčenje (točke so izbrane neodvisno od povezav z drugimi točkami) in odvisno slučajno vzorčenje (izbor je odvisen od povezav v omrežju). Program uredi dobljene podatke tako, da jih lahko nadalje analiziramo s programi ANU-MACRONET2 in/ali ANU-MARKOV.

2.3 ANU-MARKOV

An interactive program for using Markov statistics to analyze network data

L.D. Thong in A.S. Klovdahl

Program ANU-Markov uporablja statistični aparat markovskih verig za analizo omrežij. Program omogoča izračun ocen največjega verjetja prehodnih verjetnosti na osnovi vrstičnih podatkov. Vgrajeni so tudi ustrezni statistični testi za preverjanje posameznih prehodnih verjetnosti, test za stacionarnost, za urejenost ter test za homogenost (Anderson

in Goodman 1957).

Osnovna literatura:

Anderson, T.W., Goodman, L.A. (1957): Statistical inference about markov chains. *Annals of Mathematical Statistics*, 28, 89-110.

2.4 BARON

Basic Archive for Research on Social Networks

Joel Levine

Program **BARON** omogoča učinkovito pripravo in vzdrževanje podatkov o omrežjih. Vključuje tudi arhiv podatkov za izbrana omrežja.

Osnovna literatura:

Levine, J. (1978): **BARON: Basic archive for research on social networks**. *Connections*, 1, 2, Winter 1978, p. 20.

2.5 BEA

Bond Energy Algorithm

W.T. McCormick, P.J. Schweitzer in T.W. White
P. Arabie, S. Schleutermann, J. Daws in L. Hubert

Arabie in sodelavci (1988, 1990) so uporabili idejo energije vezi (bond energy) McCormicka in sodelavcev (1972) za določanje najboljšega bločnega modela in postopek, dopolnjen z 'ohlajanjem', vgradili v program **BEA**.

Osnovna literatura:

McCormick, W.T., Schweitzer, P.J., White, T.W. (1972): Problem decomposition and data reorganization by a clustering technique. *Operations Research*, 20, 993-1009.

Arabie, P., Schleutermann, S., Daws, J., Hubert L. (1988): Marketing applications of sequencing and partitioning of nonsymmetric and/or two-mode matrices. V: W. Gaul in M. Schader (Eds.): *Data Analysis, Decision Support, and Expert Knowledge Representation in Marketing*, Berlin: Springer-Verlag, 215-224.

Arabie, P., Hubert L., Schleutermann S. (1990): Blockmodels from the bond energy approach. *Social Networks*, 12, 99-126.

2.6 BLOCKER

G.H. Heil in H.C. White

Program omogoča analizo bločnih modelov. Osnova vgrajenega algoritma je opisana v White, Boorman in Breiger (1976). Vhodna informacija je omrežje opisano z binarno relacijo. Rezultat pa je preurejeno omrežje v obliki bločnih povezav glede na domneve bločnega modela.

Osnovna literatura:

White, H.C., Boormann, S.A., Breiger, R.L. (1976): Social structure from multiple networks. I. Blockmodels of roles and positions. *American Journal of Sociology*, 81, 730-780.

Heil, G.H., White, H.C. (1976): BLOCKER - An algorithm for finding simultaneous homomorphic correspondences between graphs and their image graphs. *Behavioral Science*, Vol. 21, 26-35.

2.7 COBLOC

A hierarchical method for blocking network data

G.H. Heil

COBLOC razkriva bločne modele podanega omrežja tako, da uporablja postopke hierarhičnega združevanja s pregledom vseh možnosti. Kriterij razvrščanja je indeks ujemanja bločnega modela, ki bi nastal na osnovi določene razvrstitve. Ta indeks COBLOC izračuna za vse možne razvrstitve in jih pregleda. Postopek, ki je vgrajen v COBLOC, je podrobneje opisan v Carrington in Heil (1981).

Osnovna literatura:

Carrington, P.J., Heil, G.H. (1981): COBLOC: A hierarchical method for blocking network data. *Journal of Mathematical Sociology*, 8, 103-131.

Heil, H.H. (1980): An APL COBLOC implementation. Working Paper No. 13, Structural Analysis Programme, Department of Sociology, University of Toronto.

2.8 COMPLT

A program for the analysis of sociometric data and the clustering of similarity matrices

R.D. Alba in M.P. Gutman

Program je namenjen za določitev klik v omrežju. Ideja vgrajenega algoritma je opisana v Alba (1973). Vhodna informacija je simetrična matrika podobnosti, rezultat pa so dobljene klike. COMPLT je združljiv s programom SOCK.

Osnovna literatura:

Alba, R.D. (1973): A graph-theoretic definition of a sociometric clique. *The Journal of Mathematical Sociology*, 3, 113-126.

Alba, R.D., Gutman, M.P.: COMPLT and SOCK - A sociometric analysis system (Manual). Bureau of Applied Research, University of Columbia.

2.9 CONCOR CONvergence of iterated CORElations

R.L. Breiger, S.A. Boorman in P. Arabie

CONCOR, podobno kot BLOCKER, omogoča hkratno analizo bločnih modelov več omrežij. CONCOR ne zahteva domnev o bločnih modelih (kot jih BLOCKER) temveč omogoča zgraditi z bločno cepitvijo nekakšno hierarhično bločno razvrstitev. Vgrajeni algoritem je opisan v članku Breiger, Boorman in Arabie (1975). CONCOR je vključen v paket za analizo omrežij UCINET.

Osnovna literatura:

Breiger, R.L., Boorman, S.A., Arabie, P. (1975): An algorithm for clustering relational data, with applications to social network analysis and comparison with multidimensional scaling. *Journal of Mathematical Psychology*, 12, 328-383.

2.10 DEDICOM DEcomposition into DIrectional COmponents

R.A. Harshman

DEDICOM omogoča analizo asimetričnih matrik podobnosti (Harshman 1978). Na osnovi vhodne informacije (asimetrične matrike podobnosti ali različnosti) omogoča metrično dvo-smerno večrazsežnostno lestvičenje, razvrščanje v skupine ('fuzzy', hierarhične razvrstitve ali razvrstitve s prekrivajočimi se skupinami), kakor tudi analizo usmerjenih grafov.

Osnovna literatura:

Harshman, R.A. (1978): Models for analysis of asymmetrical relationships among N objects or stimuli. Paper presented at the first Joint Meeting of the Psychometric Society and The Society for Mathematical Psychology, McMaster University, Hamilton, Ontario.

2.11 DIGRAPH

Ein Algorithmus zur Analyse Binarer Berührungsmatrizen

P.V. Marsden

DIGRAPH omogoča analizo usmerjenih grafov. Med drugim zna poiskati (krepke) povezane komponente, bloke in zgoščene grafe. DIGRAPH sestavljajo osnovni program in trije podprogrami za branje in izpisovanje.

2.12 EBLOC

A graph theoretic blocking algorithm for social networks

M.G. Everett

EBLOC omogoča razkrivanje bločnih modelov v omrežju. Postopek, ki je vgrajen v EBLOC, je podrobneje opisan v Everett (1982, 1983). EBLOC je vključen v paket UCINET.

Osnovna literatura:

Everett M.G. (1982): A graph-theoretic blocking procedure for social networks. *Social Networks*, 4, 147-167.

Everett M.G. (1983): EBLOC: A graph theoretic blocking algorithm for social networks. *Social Networks*, 5, 323-346.

2.13 GRADAP

GRAPh Definition and Analysis Package

J.U. Btouwter, R.J. Mokken, B. Niemoller, H. Schijf, C.J.A. Sprenger, W.H. van Hoboken, C. van de Wijngaart, F.N. Stokman, J. Haan, F.J.A.M. van Veen, A.J.A. Felling in Th.W.C.M. van de Weegen

GRADAP je programski paket za kompleksno analizo grafov in omrežij. GRADAP je napisan tako, da ga je mogoče uporabljati v povezavi s paketom SPSS. Ta povezava je še posebej dobrodošla, če želi uporabnik ustrezno preurejati podatke, ali pa izvesti še dodatne statistične analize na rezultatih analize grafov, ki jih dobi s paketom GRADAP. GRADAP je do uporabnika podobno prijazen kot paket SPSS.

GRADAP pozna zelo veliko vhodnih oblik podatkov in omogoča ustrezno ureditev vhodnih podatkov o omrežjih različnih velikosti. Nadalje omogoča glede na najnovejša spoznanja analizo preprostih grafov, usmerjenih grafov in grafov z vrednostmi, kakor tudi več grafov. GRADAP sestavlja več analitičnih procedur. Tako na primer CENTRALITY in RUSH zmoreta izračunati različne mere središčnosti v grafu, SUBGRAPHS razkriva na primer šibke in krepke komponente ter klike v grafu po Albi (1973) in Mekkenu (1979).

Osnovna literatura:

Alba, R.D. (1973): A graph theoretic definition of a sociometric clique. *Mathematical Sociology*, 3, 113-126.

Mokken, R.J. (1979): Cliques, clubs and clans. *Quality and Quantity*, 13, 161-173.

Stokman, F.N., van Veen, F.J.A.M. (Eds.) (1981): *GRADAP User's Manual* (Vol 1: Introduction, Graph Management and Summary; Vol 2: Description of Six Analytic Procedures). University of Amsterdam.

2.14 GRALIB

Library of programs to present, generate and analyse graphs

J.M. Anthonisse

GRALIB je paket programov, ki omogočajo predstavitev, generiranje in analizo več omrežij. Paket sestavlja več procedur za pripravo in preoblikovanje vhodnih podatkov ter osnovno statistiko. Osnovni programi pa zmorejo predstavitev z grafi, generiranje grafov, analizo usmerjenih grafov, multigrafov, grafov z vrednostmi in dvodelnih grafov. Možno je izračunati različne indekse na grafih (npr. indekse zgoščenosti, mere središčnosti), kakor tudi analizo grafov (določnje šibkih, krepkih komponent ter klik).

Osnovna literatura:

Anthonisse, J.M. (1981): *GRALIB - Instructions for Users (Manual)*. Mathematisch Centrum, Amsterdam.

2.15 Harary-Ross Maximal Subgraph Enumeration

J. Alt in N. Schofield

Program omogoča razpoznati klike v omrežju. Postopek, ki je vgrajen v programu, je opisan v Alt in Schofield (1978).

Osnovna literatura:

Alt, J., Schofield, N. (1978): Clique analysis of a tolerance relation. *Journal of Mathematical Sociology*, 6, 155-162.

2.16 Homomorphic Correspondence

An algorithm for finding simultaneous homomorphic correspondence between graphs and their image graphs

Gregory H. Heil in Harrison C. White

Program omogoča določiti zvezo med enotami in bloki, tako da je bločni model homomorfna slika danega omrežja.

Osnovna literatura:

Heil, G.H., White, H.C. (1978): An algorithm for finding simultaneous homomorphic correspondence between graphs and their image graphs. *Connections*, 1, 2, Winter 1978, p. 20.

2.17 INTERLINK

Package for the creation, maintenance and exploration of large sparse networks with differentiated node and link types

David C. Bell

INTERLINK je program za analizo velikih omrežij. Program je primeren predvsem za vnos podatkov o večjih omrežjih ter njihovo vzdrževanje in analizo.

Osnovna literatura:

Bell, D.C. (1978): INTERLINK (Package for the creation, maintenance and exploration of large sparse networks with differentiated node and link types). *Connections*, 1,3, Summer 1978, p. 48.

2.18 JNTHOM

An algorithm for the JoiNT HOMomorphism of two semi-groups

H.C. White

JNTHOM omogoča določitev skupni homomorfizem dveh podanih podgrup. JNTHOM lahko uporabljamo za analizo različnih struktur vlog v omrežju (npr. za razkrivanje bločnih modelov). Algoritem je podrobneje opisan v Boorman in White (1976).

Osnovna literatura:

Boorman, S.A., White, H.C. (1976): Social Structure from Multiple Networks. II. Role structure. *American Journal of Sociology*, 1384-1446.

2.19 KBPAK

The CATIJ technique

H. Russell Bernard in Peter D. Killworth

CATIJ je postopek za razkrivanje skupin v omrežju, kjer so povezave obtežene z vrednostmi iz ordinalne lestvice. Program, ki ima vgrajen ta postopek, se imenuje KBPAK.

Osnovna literatura:

Bernard H.R., Kilworth, P.D. (1979): The CATIJ technique. *Connections*, 2, 2, Spring 1979, 107-109.

2.20 MSP

Measures of Social Proximity

R. Langeheine

MSP omogoča izračun različnih mer podobnosti med enotami, ki so povezane v omrežju. Matrika podobnosti je nato vhodna informacija za večrazsežno lestvičenje in nekaj metod razvrščanja v skupine.

Osnovna literatura:

Langeheine, R. (1977): Measures of social proximity and their use in sociometric research. *Zeitschrift fur Soziologie*, 6, 189-202.

2.21 NEGOPY

W.D. Richards

NEGOPY je del splošnega algoritma za študij struktur v kompleksnih sistemih GASSICS. NEGOPY je osnovni program znotraj tega algoritma in omogoča analizo omrežij. Z njim lahko poiščemo skupine večjega števila enot (nekaj tisoč). Zmore razpoznati klike in vloge posameznih enot v omrežju in izračunati različne indekse (npr. o povezanosti, integriranosti) za posamezne enote, klike in nivoje omrežja. Podrobnejši opis algoritma, ki je vgrajen v NEGOPYu, je podan v Richardsovi disertaciji, več o programu je v članku Richards in Rice (1981), primerjava NEGOPYa s programi SOCK/COMPLT in CONCOR pa je podana v knjigi Rogers in Kincaid (1981).

Osnovna literatura:

Richards jr., W.D. (1976): *Coherent Systems Methodology for Studying Human Communication Systems*. Stanford University, Institute for Communication Research (disertacija).

Richards, W.D., Rice, R.E. (1981): The NEGOPY network analysis program. *Social Networks*, 3, 215-223.

Richards, W.D. (1976): A Manual for Network Analysis (using the NEGOPY network analysis program). Stanford University, Institute for Communication Research.

2.22 NETWORKER

An interactive system in APL for social network analysis and simulation

Douglas R. White in Lee Sailer

Program omogoča analizo večih omrežij. Z različnimi statističnimi in algebrskimi operacijami je mogoče preverjati različne modele s strukturnimi lastnostmi na omrežju. Mogoče je tudi ustvariti simulacijske modele in jih primerjati z originalnimi podatki.

Osnovna literatura:

White, D.R., Sailer, L. (1978): NETWORKER: An interactive system in APL for social network analysis and simulation. *Connections*, 1, 2, Winter 1978, p. 21.

2.23 NETWORKS PROGRAM SET

Norman P. Hummon

NETWORKS PROGRAM SET je paket programov za analizo omrežij. Paket sestavlja devet programov: programa za vnos in pripravo podatkov o omrežjih (NETLOOK in NETDAT) ter sedem programov za analizo omrežij: NETCNISP in NETCNFL omogočata izračun mer središčnosti, NETDFS natančnejši pregled omrežij, NETGEOD izračuna geodesično matriko, NETDIST omogoča izračun standardnih razdalj, NETDMAX izračun matrik dolžin najdaljših poti in NETCONN analizira povezanosti v omrežjih.

Osnovna literatura:

Hummon, N.P. (1987): Network Program Set Documentation. Manual. University of Pittsburgh.

2.24 NETZ

Unterprogramme zur Analyse Sozialer NETZwerke

W. Sodeur

NETZ je paket programov za analizo omrežij. Precej programov omogoča upravljanje s podatki, npr. izbiro enot, sortiranje, obravnavo manjkajočih podatkov, matrične operacije,

generiranje slučajnih števil in izračun osnovnih statističnih karakteristik. V omrežjih obravnava triade, njihovo porazdelitev, slučajna omrežja, dosegljivost in podobne značilnosti omrežij, ki so znane iz teorije grafov.

Osnovna literatura:

Sodeur, W. (1979): NETZ - Manual. GHS Wuppertal.

2.25 NE1WB-TEST

Network unfolding - for ranked elements of one set

W. Bien in H. Feger

Program NE1WB-TEST določi graf iz vhodne matrike, ki je lahko pogojno vrstična ali pogojno stolpična matrika. Postopek, ki je vgrajen v program, je opisan v Feger in Bien (1982), priročnik programa pa v Bien in Feger (1981).

Osnovna literatura:

Feger, H., Bien, W. (1982): Networkunfolding. Social Networks,

Bien, W., Feger, H. (1981): How to use networkunfolding. Institut fur Psychologie, RWTH Aachen.

2.26 OVERLAP

Phillip Bonacich

Program razkriva skupine in določa povezanosti med dobljenimi skupinami. Postopek, ki je opisan v Bonacich (1977) in sloni na homomorfizmih v Boolovi algebri, ohranja hierarhično strukturo med skupinami, če ta obstaja.

Osnovna literatura:

Bonacich, P. (1977): Using Boolean algebra to analyze overlapping memberships. V: Karl F. Schuessler (Ed.): Sociological Methodology 1978, San Francisco: Jossey-Base, 101-115.

2.27 REGE

REGular Equivalence

D. White in K. Reitz

REGE poskuša razkriti razrede regularno enakovrednih enot, ki so povezane v omrežje. Postopek je podrobneje opisan v članku White in Reitz (1983). REGE je vključen v paket za analizo omrežij UCINET.

Osnovna literatura:

White, D., Reitz, K. (1983): Graph and semigroup homomorphisms on semigroups of relations. *Social Networks*, 5, 193-234.

2.28 ROLE

R.L. Breiger

ROLE uporablja ego-algebre, ki so podrobneje opisane v članku Breiger in Pattison (1986), za določanje tipov relacij, ki opisujejo, kako posamezne enote sodelujejo v omrežju. Na osnovi teh tipov izračuna podobnosti med akterji.

Osnovna literatura:

Breiger, R.L., Pattison, P.E. (1986): Cumulated social roles: The duality of persons and their algebras. *Social Networks*, 8, 215-256.

Breiger, R.L. (1986): How to use ROLE (manual). Cornell University.

2.29 SDAS

Sociometric Data Analysis System

R. Langeheine

SDAS omogoča analizo omrežij z več znanimi metodami in tehnikami: razpoznavanje klik s pomočjo matričnih operacij, na osnovi spoznanj teorije grafov, s Hubbel input-output modelom, z direktno faktorsko analizo in z direktno medbaterijsko faktorsko analizo. Sistem SDAS omogoča tudi analizo indeksov (vgrajenih je 30 indeksov na enotah in 21 indeksov na skupinah).

Osnovna literatura:

Langeheine, R. (1976): SDAS: A Sociometric Data Analysis System. C.A.U.S.A. 2, Christian-Albrechts-Universität, Soziologische Arbeitsberichte, Institut für Soziologie, Kiel.

2.30 SNAP

Social Networks Analysis Package

David Deans, Clyde Mitchell in Clive Payne

SNAP je ambiciozno zastavljen paket programov, ki naj bi omogočal kompleksno analizo omrežij: znane postopke iz analize grafov (razdalje, mere središčnosti, ...), statistične analize, razkrivanje klik, metodo glavnih komponent, metode razvrščanja v skupine itd. Ni znano, če so avtorji projekt v celoti uresničili.

Osnovna literatura:

Heil, G. (1978): Review of "A specification for a package for the analysis of social network data - SNAP". *Connections*, 2, 1, Fall 1978, p. 49.

2.31 SOCK

A sociometric analysis system

R.D. Alba in M.P. Gutmann

SOCK omogoča razpoznavanje klik v omrežjih. Na osnovi informacije o omrežju (lahko je podano tudi z nesimetrično matriko) sistem najprej izračuna komponente povezanosti in nato matriko razdalj, ki je vhodna informacija za večrazsežnostno lestvičenje ali hierarhične metode razvrščanja. SOCK je mogoče uporabljati tudi kot program za predhodno analizo omrežij, kateri sledi analiza s programom COMPLT istih avtorjev.

Osnovna literatura:

Alba, R.D., Kadushin, C.H. (1970): Sociometric clique identification. Final Report to the Office of Education, Project number 28-5476.

Alba, R.D., Gutmann, M.P. (1974): SOCK - A Sociometric Analysis System (manual). Princeton University; Bureau of Applied Social Research, Columbia University.

2.32 SOCPAC-I in SOCPAC-I/TSS

S. Leinhardt

Program SOCPAC-I omogoča analizo omrežij z analizo triad, razkrivanjem lokalne strukture omrežja itd. Program je opisan v Leinhardt (1971), več o postopkih, ki so vgrajeni v program, pa je v Holland in Leinhardt (1976).

Osnovna literatura:

Holland, P.W., Leinhardt, S. (1976): Local structure in social networks. V: D. Heise (Ed.): *Sociological Methodology 1976*, San Francisco: Jossey-Bass.

Leinhardt, S. (1971): SOCPAC-I: A FORTRAN IV program for structural analysis of sociometric data. *Behavioral Science*, 16, 515-516.

2.33 SONENT-I

Social network analysis and modeling system

Stephen B. Seidman in Brian L. Foster

SONET-I je paket računalniških programov za dokaj kompleksno analizo omrežij. Avtorji so poskušali napisati programe, ki so prijazni do uporabnikov. Paket vključuje

analitične postopke, znane iz teorije grafov in analize omrežij. Komponente povezanosti zmore poiskati tudi za zelo velika omrežja. Zanimivi so programi, ki omogočajo primerjavo in karakterizacijo struktur v omrežjih. Več o paketu je v Seidman in Foster (1979).

Osnovna literatura:

Seidman, S.B., Foster, B.L. (1979): SONET-1: Social network analysis and modeling system. *Social Networks*, 2, 85-90.

2.34 SONIS Social Network Investigation System

K. Stelck

SONIS je novejši precej ambiciozno zastavljeni sistem za analizo omrežij. Poleg osnovnih operacij s podatki in datotekami ter osnovne statistične analize omogoča analizo omrežij z različnimi pristopi, metodami in tehnikami. Na voljo je več programov za predstavitev enega ali več omrežij, generiranje grafov, analizo usmerjenih grafov, analizo multigrafov, grafov z vrednostmi, razvrščanje enot, ki sestavljajo omrežje (a), določitev točkovne središčnosti grafov itd. Sistem SONIS še razvija.

Osnovna literatura:

Stelck, K. (1982): SONIS - Beschreibung der Methodenbankkomponenten (Manual). Universität Kiel, Institut für Soziologie.

2.35 STRAN STRuctural ANalysis

Vladimir Batagelj

Konec leta 1990 je začel nastajati paket programov STRAN za analizo omrežij. Paket je nastal ob študiju zvez med analizo omrežij in razvrščanjem v skupine. Vanj je vgrajenih nekaj novih pristopov k razkrivanju skupin strukturno in regularno enakovrednih enot. Paket STRAN je usklajen s paketom za razvrščanje v skupine CLUSE.

2.36 STRUCTURE A general purpose network analysis program providing sociometric indices, cliques, structural and role equivalence, density tables, contagion, autonomy, power and equilibria in multiple network systems

R.S. Burt

Ronald Burt gradi program STRUCTURE že od leta 1975 in ga nenehno izpopolnjuje z novejšimi metodami za analizo omrežij. STRUCTURE postaja z leti tudi vse bolj prijazen do uporabnika. STRUCTURE je zato eden od najbolj uporabljanih programov za analizo omrežij.

Program STRUCTURE lahko bere podatke iz vhodne datoteke, izračuna indekse in druge potrebne informacije, ki jih izpiše na drugo izhodno datoteko. Vhodni podatki so lahko binarne ali ordinalne matrike, ki opisujejo omrežje (ja), usmerjeni grafi ali pa omrežja, ki jih dobimo z Monte Carlo simulacijo, ki je vgrajena v program. STRUCTURE zahteva tri ukaze: DATA (pove, kje naj program najde vhodne podatke), NETWORK (pove velikost omrežja, tip vhodnih podatkov in zahteva osnovne kazalce omrežja) in ANALYZE (ukaz programu pove, da naj začne z analizo). STRUCTURE nudi še osem opsijskih ukazov za opis in določanje podatkov ter šest ukazov za ustrezno analizo omrežij:

MONTE - omogoča Monte Carlo analizo omrežij,

CLIQUES - nudi analizo kohezivnosti omrežja in določitev klik,

POSITIONS - omogoča analizo vlog ali strukturne enakovrednosti ter analizo gostote tabel,

CONTAGION - ocenjuje medosebne vplive ali moči vezi med enotami,

AUTONOMY - omogoča analizo obsega omrežja ter

POWER - analizo odličnosti ali razvnotežja v omrežju.

Burt je za program STRUCTURE napisal zelo prijazen priročnik na 43 straneh. Ob vsakem ukazu je nekaj primerov uporabe (ukazov), kar je še posebej ugodno za začetnike.

Osnovna literatura:

Burt, R.S. (1989): STRUCTURE - Version 4.1, Command Booklet. Research Program in Structural Analysis, Center for the Social Sciences, Columbia University, New York.

2.37 SUB

Nancy F. Moxley in Robert L. Moxley

Program omogoča določiti točkovno središčnost v omrežju ter ureditev vseh enot glede na to središčnost. Več o programu je v Moxley in Moxley (1978).

Osnovna literatura:

Moxley, N.F., Moxley, R.L. (1978): SUB Documentation. Connections, 1, 2, Winter 1978, p. 20.

2.38 TAU-SQ

S. Leinhardt

Program omogoča analizo triad in nekaj statističnih testov za triade. Več o vgrajenih postopkih je v Holland in Leinhardt (1978).

Osnovna literatura:

Holland, P.W., Leinhardt, S. (1978): An omnibus test for social structure using triads. *Sociological Methods and Research*, 7, 227-256.

2.39 UPWARD/DOWNWARD

E. Peay

Program omogoča razkrivati klike v omrežjih in razvrščati enote v skupine. Postopki so opisani v Peay (1974).

Osnovna literatura:

Peay, E.R. (1974): Hierarchical clique structures. *Sociometry*, 37, 54-65.

2.40 UCINET

A microcomputer package for network analysis

B. MacEvoy in L. Freeman

UCINET je podobno kot STRUCTURE eden od najbolj uporabljanih paketov programov za analizo omrežij. UCINET je zelo prijazen paket, v katerem avtorja MacEvoy in Freeman sproti vključujeta najnovejše algoritme za analizo omrežij. Veliko avtorjev jima je odstopilo svoje algoritme in programe, da sta jih vgradila vanj. Svoje podatke je tako mogoče analizirati znotraj UCINETa tudi z algoritmi, ki so v tem pregledu programov za analizo omrežij posebej omenjeni: CONCOR, REGE in EBLOC. Vključila pa sta tudi druge zanimive algoritme, npr. KPLEX (Seideman in Foster), IN-OUT (Hubbell) in NCLIQUE (Luce in Perry), pa tudi MDS (večrazsežnostno lestvičenje po Roskam, Lingoesu in Guttmanu) in INDSCAL (večsmerno večrazsežnostno lestvičenje po Carrollu in Changu). UCINET nudi poleg algoritmov tudi urejeno zbirko podatkov o omrežjih, ki so v literaturi najpogosteje analizirani. Paket je zelo prijazen do uporabnika in je zato zelo priporočljiv tudi za pedagoške namene.

UCINET združuje več kot štirideset programov. Programi so razvrščeni po naslednjih temah:

DATA - priprava, popravljanje, izbira, tiskanje, itd. podatkovnih datotek,

UTIL - transformacija (simetrizacija, dihotomizacija, agregiranje, standardizacija, normalizacija, transponiranje, matrične operacije, osnovni statistični izračuni) podatkov,

GRAPH - izračun razdalj v grafovskem smislu in mer središčnosti na omrežjih in posameznih akterjih,

MATSIM - opis in testiranje podobnosti med dvema matrikama ter opis in testiranje prileganja bločnega modela ali razvrstitve matriki podatkov,

PA - izračun različnih mer podobnosti in določanje skupin enakovrednih enot (tudi CONCOR in REGE),

CLUS - razvrščanje v skupine na osnovi dobljene matrike podobnosti ali različnosti,

SUBG - iskanje klik ali podobnih struktur v omrežju,

DIM - večrazsežnostno lestvičenje na eni ali več matrikah podobnosti ali različnosti, metoda glavnih komponent z rotacijami, grafična predstavitev.

Avtorja sta pripravila zelo izčrpen priročnik na 141 straneh z osnovno literaturo pri vsakem algoritmu, ki je vključen v UCINET.

Osnovna literatura:

MacEvoy, B., Freeman, L. (1987): UCINET - A Microcomputer Package for Network Analysis. Mathematical Social Science Group, School of Social Sciences, University of California, Irvine.

2.41 ZRC

Zones of relative clustering

Peter Kappelhoff

Kappelhoff je v svojem programu ZRC vgradil svoj postopek za razvrščanje enot z metodo cepitve, ki je zelo primerna tudi za večja omrežja. Program omogoča tudi karakterizacijo sociometričnih struktur. V programu je tudi vgrajen indeks, ki meri homogenost skupin enot v omrežju.

Osnovna literatura:

Connections, 2, 2, Spring 1979, p. 49.