

# PRIKAZ NEKIH NOVIH METODA, ALGORITAMA I PROGRAMA ZA ANALIZU KVANTITATIVNIH I KVALITATIVNIH PROMJENA

Konstantin Momirović

Fakultet za fizičku kulturu  
Sveučilišta u Zagrebu  
i Sveučilišni računski centar

Originalni znanstveni članak  
UDK: 519

## SAŽETAK

Svaki tretman složenih sistema može proizvesti dvije vrste promjena. Jednu, lako razumljivu, ali ne uvijek i lako izmjerljivu, grupu tih promjena čine promjene veličina karakteristika kojima se sistem može opisati; te promjene možemo nazvati kvantitativnim. Drugu, ne svakome lako razumljivu i uvijek teško izmjerljivu, čine promjene odnosa karakteristika kojima se sistem može opisati; ove promjene možemo nazvati kvalitativnim. U ovom su radu opisane neke, većinom nove metode za analizu kvantitativnih i kvalitativnih promjena, i naznačeni algoritmi i programi koji omogućuju analizu efekata tretmana.

## 1. UVOD

Planiranje, programiranje, provedba, kontrola i evaluacija transformacijskih procesa glavne su operacije zanata kineziologa, liječnika, defektologa, pedagoga, nastavnika svih struka i znatnog broja psihologa koji neposredno rade u praksi.

Osnovni uvjet da te operacije budu smislene i korisne jesu potpune, pouzdane, relevantne i interpretabilne informacije o promjenama koje su tim operacijama izazvane.

Sve promjene izazvane nekim tretmanom mogu se podijeliti na kvantitativne i kvalitativne. Pod kvantitativnim se promjenama razumiju promjene u veličini onih karakteristika kojima se opisuje stanje entiteta. Pod kvalitativnim se promjenama razumiju promjene u odnosima tih karakteristika (Momirović, 1984).

Operacionalna definicija kvantitativnih promjena svodi se na neku mjeru razlika vektora kojima su karakteristike entiteta

opisane u dvije ili više vremenskih točaka, ili razlika vektora kojima su karakteristike jedne ili više grupa entiteta opisane u dvije ili više vremenskih točaka. U posebnom slučaju, uostalom vrlo rijetkom u svim antropološkim znanostima, kada je za programiranje i kontrolu tretmana dovoljno raspolagati informacijama o promjenama jedne jedine karakteristike, ta se operacionalna definicija reducira na razlike u jednoj dinnoj varijabli ili očekivanim vrijednostima u jednoj jedinoj varijabli.

Operacionalna definicija kvalitativnih promjena znatno je složenija. Ako se te promjene tretiraju samo pod vidom promjena odnosa između karakteristika, onda se definicija kvalitativnih promjena može svesti na neku mjeru razlika matrica kovarijanci, korelacija ili drugačije definiranih mjera asocijacije između varijabli u dvije ili više vremenskih točaka. Očito, u ovom slučaju, pojam kvalitativnih promjena ima smisla samo ako je stanje nekog

skupa entiteta opisano nad nekim skupom, u pravilu, kvantitativnih varijabli.

Međutim, zbog striktnog odnosa između prostora u kome leže vektori entiteta i prostora u kome leže vektori varijabli<sup>1</sup>, kvalitativne je promjene moguće definirati i kao neku mjeru razlika matrica nekih mjera udaljenosti ili sličnosti između entiteta u dvije ili više vremenskih točaka. To omogućava da se kvalitativne razlike operacionalno definiraju pod nekim taksonomskim modelom ili nekim modelom višedimenzionalnog skaliranja. U nekim posebnim slučajevima tako definirane mjere kvalitativnih promjena moguće su i kad su entiteti opisani jednom jedinom varijablom.

Na žalost, razvoj metoda za analizu promjena bio je znatno sporiji od razvoja drugih metoda za analizu podataka i testiranja statističkih hipoteza. Za to ima više razloga. Glavni je razlog što su se dugo vremena pod promjenama podrazumijevale samo kvantitativne promjene, pa je jednako važno, ali mnogo složenije područje kvalitativnih promjena bilo zanemareno. Međutim, separata analiza kvantitativnih promjena koja ne vodi računa o mogućim kvalitativnim promjenama često je nemoguća ili besmislena, što je bitno utjecalo na to da i metode za analizu kvantitativnih promjena ostanu u rudimentarnoj i za praksu često neprihvatljivoj formi. Osim toga, većina je metoda za analizu kvantitativnih promjena bila definirana pod relativno rigidnim modelima analiza varijance. Kako su, uz to, te metode bile mahom usmjerene na testiranje hipoteza o promjenama opisanim nad nekim skupom varijabli bili primitivni čak i pod vidom eksperimentalnih nacrti koji su prilagođeni modelu analize varijance, te su metode bile pogodne za analizu

podataka dobijenih jednostavnim laboratorijskim ili kvazilaboratorijskim pokusima, ili podataka tipičnih za znanosti koje ispituju ponašanje jednostavnih ili pojednostavljenih sistema, ali rijetko i za podatke tipične za antropologijske znanosti koje, zbog prirode svog osnovnog predmeta istraživanja, ispituju ponašanje složenih sistema.

Naravno, još je gore stanje s metodama za analizu kvalitativnih promjena.

Kvalitativne razlike između skupova entiteta u pravilu su tretirane kao smetnja za primjenu statističkih testova kvantitativnih promjena, pa je osnovni napor bio usmjeren na testiranje hipoteze da li takve razlike uopće postoje, a ne i na ispitivanje intenziteta i konfiguracije kvalitativnih promjena. Doduše, mnoge metode za analizu relacija skupova varijabli mogu biti primijenjene i za analizu kvalitativnih promjena, ali to nije bila suviše česta praksa, a i većina standardnih metoda za analizu relacija skupova varijabli nije mogla na razuman način biti primjenjivana u tu svrhu, iz jednostavnog razloga što uvjeti pod kojima su te metode efikasne nisu mogli biti ispunjeni u većem broju istraživanja usmjerenim na evaluaciju efikasnosti transformacijskih postupaka.

Sve je to prouzrokovalo nekoliko neugodnih posljedica.

Zbog malog broja raspoloživih metoda programski paketi su bili projektirani uglavnom tako da sadrže pretežno elementarne procedure za analizu kvantitativnih, i vrlo rijetko čak i elementarne procedure za analizu kvalitativnih promjena. To je imalo za posljedicu to da su se za analizu promjena primjenjivale u pravilu samo procedure koje su bile implementirane u pakete pro-

<sup>1</sup>Bazični prostor u kome leže vektori entiteta definiran je lijevim, a bazični prostor u kome leže vektori varijabli desnim svojstvenim vektorima matrice podataka.

gramskih proizvoda; to je, naravno, ili bilo neadekvatno za rješavanje stvarnih problema, ili su se problemi i formulirali tako da mogu biti rješavani algoritmima koji su bili na raspolaganju. Kako je, uz to, i metodološka izobrazba istraživača bila uglavnom loša, a izobrazba ove vrste običnih stručnjaka—praktičara obično još gora, stanje je dugo vremena bilo prilično očajno, a ni sada, na žalost, nije mnogo bolje.

Zbog toga je izrađen paket programskih proizvoda<sup>2</sup> koji ima za cilj da potakne procese za prevladavanje takvog stanja.

Napisano je ukupno 20 makroprograma, u verziji 4.04 GENSTAT jezika<sup>3</sup>, 9 za analizu kvantitativnih i 11 za analizu kvalitativnih promjena. Programi su napisani tako da su potpuno ulazno nezavisni, i svaki od njih, ili više njih zajedno, mogu biti pozvani i više puta ako je to potrebno, nekim REFERENCE programom, koji im jedino mora prenijeti ulazne podatke i, eventualno, nekoliko ulaznih parametara. Način kako se pišu takvi REFERENCE programi prikazan je u numeričkom primjeru, kojim je popraćen svaki makroprogram. Osim toga, za svaki je makroprogram napisan algoritam koji je tim programom implementiran, kome prethodi uvodni tekst u kome je na neformalan način objašnjena suština metode i grupa problema koji se tom metodom mogu rješavati. Prema tome, te makroprograme može primijeniti svaki korisnik koji ima sasvim elementarno informatičko obrazovanje i dostup do bilo kog računala s implementiranim GENSTAT procesorom.

Metode i algoritmi koji su implementirani u te programske proizvode konstruirani

su, ili izabrani i modifikirani, u skladu s nekoliko kriterija.

Prvi je bio da budu dovoljno jednostavni tako da ih mogu primijeniti i njihove rezultate smisleno interpretirati i oni koji imaju sasvim osrednju metodološku izobrazbu. Autorima tog paketa je, naime, od početka bilo jasno da udaljenost između postojeće razine metodološke izobrazbe, pa i između razine programskih proizvoda koji su se do sada primjenjivali za analizu kvantitativnih i kvalitativnih promjena, i razine metodološke izobrazbe koju zahtijevaju ti programi ne smije biti suviše velika ako je glavni cilj tih proizvoda da potaknu napredak u tom području prije svega time što će biti dovoljno često upotrebljavati u praksi. Zato su, i za analizu kvantitativnih i za analizu kvalitativnih promjena izabrane metode i algoritmi koji su jednostavni i jasni s matematičke i/ili statističke točke gledišta i čiju logiku mogu intuitivno shvatiti i oni koji imaju teškoće da shvate njihovu matematičku osnovu, pa čak i algebarsku deskripciju algoritama.

Drugi, jednako važan, kriterij bio je da se metode i algoritmi koji su implementirani u te programe mogu primijeniti za rješavanje realnih problema u većini znanosti koje istražuju ponašanje složenih sistema, a prije svega u antropologijskim znanostima, i naročito u kineziologiji, biološkoj antropologiji, fiziologiji, psihologiji, defektologiji i medicini.

Taj je kriterij, naravno, bio u mnogim slučajevima suprotan prvom, jer su u antropologijskim znanostima problemi često suviše složeni da bi se mogli rješavati su-

<sup>2</sup> Autori su tih programa K. Momirović, F. Prot, D. Dugić, Z. Knezović, N. Erjavec, I. Kern, K. Bosnar, V. Dobrić, J. Radaković i M. Gredelj.

<sup>3</sup> Uz neznatne izmjene ti se programi mogu prevesti i u verziju 4.03E GENSTAT jezika koja je namijenjena implementaciji na mikroračunalima pod MS-DOS ili kompatibilnim operacionim sistemom.

više jednostavnim postupcima. Stoga je neki kompromis bio, na žalost, neizbježan. Algoritam za selekciju ili konstrukciju algoritama koji će biti implementirani u programske proizvode tako da zadovolje oba kriterija bio je prilično jednostavan. Najprije je bila učinjena neka taksonomija problema koji su najčešći u praksi, zatim je ispitano koji se od tih problema mogu riješiti procedurama dopustive razine složenosti, i na kraju je procijenjena vjerojatnost da će takvu proceduru prihvatiti tipični korisnici. Rezultat je bio izbor znatnog broja potencijalnih metoda ili algoritama, mnogo većeg nego što je bilo moguće programirati, testirati i dokumentirati u vremenu i sredstvima kojima je Institut za kineziologiju raspolagao. Otuda je bilo neizbježno ugraditi i treći, sasvim subjektivni kriterij: u konačni su izbor ušli oni algoritmi za koje su autori imali posebnog interesa, bilo zato što su pripadali području analize podataka kojima se bave, bilo zato što su te metode i ti algoritmi bili potrebni njihovim studentima i suradnicima, ili korisnicima s kojima najčešće komuniciraju.

Već kod pisanja programa za analizu kvantitativnih promjena bilo je jasno da se vrlo mali broj postojećih metoda može doslovno algoritmizirati i kodirati. U stvari, to je bilo moguće samo za analizu sukcesivnih razlika (program TESTAT; metoda je opisana u Morrison, 1967) i analizu promjena pod linearnim stohastičkim modelom (program MAPRO; metoda je opisana u mnogim standardnim testovima, između ostalih i u Momirović, 1984). Prilagodba programa realnim problemima ili je zahtijevala znatne modifikacije i dopune postojećih metoda, ili čak konstrukciju novih metoda ili algoritama. Tako je kanonička diskriminativna analiza promjena pod modelom razlika (Momirović, 1984) morala

biti upotpunjena analizom prve glavne komponente razlika (program DIFFG); komparativna analiza promjena izvedena je postupkom koji je vrlo jednostavan, ali se u postojećoj literaturi ne spominje (program DDIFFG); programi za spektralnu analizu multivarijatnih trajektorija (INDIFG I COLDIFG) upotpunjeni su novim taksonomskim procedurama; analiza individualnih promjena (program UNIC) je u suštini nova procedura, a potpuno je nova metoda za analizu razlika u pokusima u kojima je neki mali skup entiteta opisan nad nekim velikim skupom varijabli (program BMS). Čak je i program za analizu polinomijalnih trendova (POLYG) morao biti ponovo napisan, unatoč tome što u standardnoj biblioteci makroprograma postoji izvrstan makroprogram ORTHPOL, kako bi se omogućila objektivna detekcija reda polinoma i olakšala identifikacija parametara modela.

Naravno, za analizu kvalitativnih promjena većinom su morali biti konstruirani novi algoritmi, a u nekoliko slučajeva i nove metode. Novi su algoritmi konstruirani za sva tri programa koji analiziraju strukturalne promjene pod taksonomskim modelom (TAXC, COMPATZ i MMSDIFF); u programu LSDIFF implementiran je novi aproksimativni test značajnosti razlika matrice korelacija; nova je i tehnologija ugrađena u program SIMPLICISIMUS koji analizira razlike kovarijanci i kovarijance razlika. Analiza strukturalnih razlika pod kvazikanoničkim modelom (Momirović, Dobrić i Karaman, 1983) upotpunjena je uvođenjem jedne nove mjere globalnih promjena (program QDIFF2), a konstruirane su i nove procedure za analizu promjena regresijskih koeficijenata (program QUALP). U programe QDIFF1 i GAS1 ugrađene su nove metode za analizu strukturalnih promjena, u biti nestatističke naravi. Jedino su

programima TRG1 i CRAMER implementirane, neznatno modificirane, od prije poznate metode za analizu strukturalnih relacija.

Iako je ponašanje algoritama i programa provjereno na realnim primjerima, konačan sud o njihovoj vrijednosti i upotrebljivosti može dati samo praksa. Sasvim je moguće da neke od predloženih procedura neće izdržati praktičnu provjeru, dok će druge morati biti znatno modificirane ili zamijenjene drugačijim i boljim. Ipak, može se očekivati da će većina programa biti od koristi za analizu podataka koji se dobijaju pri istraživanjima transformacijskih procesa, pod uvjetom da su pokusi provedeni i rezultati prikupljeni na korektan način, i pod uvjetom da oni koji te programe primjenjuju upotpune onaj dio svoje metodološke izobrazbe koji se odnosi na analizu stohastičkih procesa.

## 2. METODE, ALGORITMI I PROGRAMI ZA ANALIZU KVANTITATIVNIH PROMJENA

Za analizu kvantitativnih promjena napisani su, implementirani u programske biblioteke SRCE\*GENS—MACRO. SRCE\*GENS—PRG. i SRCE\*GENS—DATA., testirani i dokumentirani ovi programi<sup>4</sup>:

- (1) DIFFG, koji testira značajnost kvantitativnih promjena jednog uzorka entiteta koji je prije i nakon tretmana opisan na skupu kvantitativnih, multivarijatno normalno distribuiranih varijabli, kanoničkom diskriminativnom analizom promjena pod modelom razlika i analizom promjena na prvoj glavnoj komponenti razloga rezultata dobijenih prije i nakon tretmana;
- (2) DDIFFG, koji testira značajnost razlika dvije nezavisne grupe entiteta koji su prije i nakon tretmana opisani na skupu multivarijatno normalno distribuiranih varijabli na osnovi razlika centroida diskriminativne funkcije i na osnovi razlika centroida prve glavne komponente promjena;
- (3) TESTAT, koji testira značajnost razlika sukcesivnih aritmetičkih sredina neke varijable registrirane na nekom skupu entiteta u nizu vremenskih točaka;
- (4) MAPRO, koji testira vrijednost koeficijenta transfera rezultata registriranih u nizu ekvidistantnih vremenskih točaka pod linearnim stohastičkim modelom;
- (5) COLDIFG, koji analizira spektar skupa trajektorija dobijenih registracijom neke varijable na nekom skupu entiteta u nizu vremenskih točaka i formira taksone varijabli i taksone vremenskih točaka;
- (6) INDIFG, koji analizira spektar skupa trajektorija dobijenih registracijom nekog skupa varijabli na jednom jedinom entitetu u nizu vremenskih točaka i formira taksone varijabli i taksone vremenskih točaka;
- (7) UNIC, koji određuje apsolutne i relativne promjene na svakoj varijabli kojom je svaki entitet iz nekog skupa entiteta opisan prije i nakon tretmana;
- (8) BMS, koji opisuje razlike, u inverznoj univerzalnoj matrici, jednog malog skupa entiteta koji je na nekom velikom skupu varijabli opisan prije i nakon tretmana;

<sup>4</sup>U biblioteci SRCE\*GENS—MACRO. su relokabilni programi, a u SRCE\*GENS—DATA. su REFERENCE programi s primjerima.

- (9) POLYG, koji iterativnim postupkom određuje optimalni polinomijalni trend neke kvantitativne varijable registrirane u nizu ekvidistantnih vremenskih točaka.

Svaki od tih programa opisan je u priručniku za upotrebu<sup>5</sup> na ovaj način.

- u kratkom sažetku definiran je model i funkcija programa,
- u uvodnom tekstu opisana je koncepcija, teroijska osnovica i područje primjene programa,
- definiran je točan algoritam koji je implementiran u programski proizvod,
- obilježja programa su zatim kratko opisana i ovome pridružen integralni listing programa,
- dat je primjer njegove primjene u analizi nekog realnog problema i primjer aktiviranja programa.

### 3. METODE, ALGORITMI I PROGRAMI KVALITATIVNIH PROMJENA

Za analizu strukturalnih, dakle kvalitativnih promjena napisani su, implementirani u programskim bibliotekama SRCE\*GENS–PRG., SRCE\*GENS–MACRO. i SRCE\*GENS–DATA., testirani i dokumentirani ovi programi:

- (1) TAXC, koji formira distinktno taksone nekog skupa entiteta opisanog nad nekim skupom kvantitativnih varijabli u dvije vremenske točke i određuje razlike taksonomskih struktura na temelju kanoničkog koeficijenta alijenacije;
- (2) COMPATZ, koji formira polarne taksomske dimenzije za neki skup entiteta koji je u dvije vremenske točke opisan skupom kvantitativnih varijabli i određuje sličnost taksonomskih di-

menzija dobijenih prije i nakon tretmana na temelju njihovih kroskorelacija;

- (3) MMSDIFF, koji određuje glavne koordinate i taksonomske dimenzije prije i nakon tretmana metričkim multidimenzionalnim skaliranjem na temelju matrica sličnosti entiteta i ispituje sličnost tih dimenzija na temelju mjera njihove kongruencije;
- (4) LSDIFF, koji testira značajnost razlika, pod modelom najmanjih kvadrata, matrica korelacija nekog skupa varijabli dobijenih prije i nakon tretmana;
- (5) SIMPLICISIMUS, koji ispituje strukturalne promjene na temelju koeficijenata kongruencije bazičnih vektora matrice kovarijanci razlika i razlike matrica kovarijanci prije i nakon tretmana, i ocjenjuje intenzitet promjena na osnovi relativne operatorske norme tih matrica;
- (6) QDIFF2, koji određuje intenzitet strukturalnih promjena na temelju kvazikanoničkih koeficijenata alijenacije dobijenih kanoničkom analizom kovarijanci rezultata registriranih prije i nakon tretmana;
- (7) TRG1, koji određuje strukturalnu sličnost matrica korelacija dobijenih prije i nakon tretmana na temelju kongruencije njihovih bazičnih vektora i na temelju ortonormalne transformacije koja maksimizira sličnost tih matrica;
- (8) QDIFF1, koji opisuje intenzitet strukturalnih promjena na temelju relativne normalne norme matrica očekivanih kovarijanci nakon tretmana;
- (9) GAS1, koji određuje intenzitet struk-

<sup>5</sup>Momirović i sur., 1987.

turalnih promjena na temelju sličnosti entiteta opisanih prije i nakon tretmana varijablama reskaliranim na univerzalnu metriku;

- (10) CRAMER, koji određuje intenzitet strukturalnih promjena na temelju koeficijenta alijenacije izvedenog iz vektorskog koeficijenta korelacije varijabli prije i nakon tretmana;
- (11) QUALP, koji određuje strukturalne promjene na temelju regresijskih parametara koji određuju relacije nekog skupa regresora i nekog skupa kriterijskih varijabli prije i nakon tretmana.

I ti su programi opisani na isti način kao i programi za analizu kvantitativnih promjena. Informacije u uvodu, opisu algoritma, opisu programa i samom programu, kao i informacije sadržane u primjeru primjene programa dovoljne su za većinu potencijalnih korisnika.

#### 4. NEKE ZAKLJUČNE NAPOMENE

Prosječni životni vijek aplikacijskih programskih proizvoda je oko 5 godina. To je zato što se nakon tog vremena mijenjaju uvjeti okoline programskog proizvoda do te mjere da njegova produktivnost pada ispod granice koja je znanstveno i ekonomski isplativa. Glavni činioci te produktivnosti su, naime, adekvatnost metoda i algoritama za rješavanje problema kojima je proizvod namijenjen, kongruentnost struktura podataka kojima proizvod operira strukturama u koje se efikasno može implementirati sustav znanja ili sustav činjenica, aktualnost i efikasnost programskih alata kojima je proizvod načinjen i s pomoću kojih se održava na životu i, konačno, pojava boljih i efikasnijih konkurentskih proizvoda.

Zbog toga će i ti proizvodi za pet, šest ili možda i manje godina biti vjerojatno zamijenjeni efikasnijim i boljim. međutim, da bi mogli valjano proživjeti svoj produktivni životni vijek, oni, kao i svi drugi programski proizvodi, moraju biti valjano održavani. To se održavanje sastoji u korekcijama pogrešaka, ugrađivanju efikasnijih procedura, povećanju fleksibilnosti komunikacije s korisnicima i drugim programskim proizvodima i upotpunjavanju interne i eksterne dokumentacije.

Program održavanja koji je planiran bit će, međutim, mnogo uspješniji ako korisnici tih proizvoda priopće autorima svoje primjedbe, svoje želje, svoja iskustva, pa i rezultate koje su tim proizvodima dobili.

Kako je u uvodnim napomenama spomenuto, programski proizvodi iz ovog paketa sadrže samo jednostavne metode za analizu kvantitativnih i kvalitativnih promjena, pa su zato primjereni analizi podataka koji se dobivaju na temelju jednostavnih i u praksi najčešće primjenjivanih eksperimentalnih nacrti. Dobar dio tih metoda pogodan je mnogo više za stručne analize kojima se ispituju efekti tretmana koji se svakodnevno provode u kineziološkoj, psihološkoj, defektološkoj i medicinskoj praksi nego za obradu podataka dobijenih složenim eksperimentalnim nacrtima tipičnim za fundamentalna i znatan dio primijenjenih znanstvenih istraživanja u tim i većini drugih znanosti. I korisnik s osrednjom metodološkom izobrazbom vjerojatno će opaziti da u ovom paketu nisu implementirani algoritmi koji spadaju u ove metode za analizu podataka:

- (1) trimodalnu i tetramodalnu komponentnu analizu
- (2) trimodalnu i tetramodalnu faktorsku analizu

- (3) longitudinalnu komponentnu i faktorsku analizu
- (4) multivarijatnu polifaktorsku analizu varijance
- (5) multivarijatnu analizu vremenskih serija

i da čak i algoritmi koji pripadaju diskriminativnoj analizi, taksonomskoj analizi i analizi glavnih komponenata implementirani u vrlo pojednostavnjenim verzijama. To je, naravno, učinjeno namjerno. Svrha je ovog paketa da stručnjacima iz prakse pruži mogućnost za efikasno rješavanje stručnih zadataka i da istraživačima s uobičajenom razinom znanja iz matematike, statistike, računarstva i informatike omogući nešto širi izbor metoda za analizu podataka i testiranje hipoteza nego što je to izbor sadržan u standardnim komercijalnim paketima; u njima je, naime, taj izbor u pravilu ograničen na primitivne i često zastarjele i za mnoge primjene neadekvatne metode.

Kako su potrebe znanstvenih radnika i mnogih stručnjaka veće od onih koje se mogu zadovoljiti programima za analizu kvantitativnih i kvalitativnih promjena sadržanih u ovom paketu, i kako je činjenica da te potrebe rastu pod utjecajem znanja i iskustva koje se stiče primjenom raspolo-

živih metodoloških postupaka i povećavanjem razine metodološke izobrazbe na diplomskom i postdiplomskom studiju, planirano je da se u narednoj fazi konstruiraju algoritmi i napišu programi upravo za one grupe metoda koje su samo uzgredno ili nisu nikako obuhvaćene ovim paketom. Naredna grupa takvih programa, koja će vjerojatno biti završena krajem 1987. ili početkom 1988. godine<sup>6</sup>, nositi će naslov "Algoritmi i programi za komponentnu analizu kvantitativnih i kvalitativnih promjena". U regularnim intervalima ova će serija obuhvatiti i ostale metode za analizu promjena.

Svaki istraživač zna, na osnovi vlastitog iskustva, da su dvije stvari bitne za ovladavanje nekim novim ili slabo poznatim područjem znanstvene metodologije. Prva je sticanje neposrednog iskustva primjenom novih ili slabo poznatih metoda u vlastitim znanstvenim istraživanjima i stručnim radovima, a druga, jednako važna, je sustavan studij metodološke literature i onih istraživanja koja su relevantna s metodološke točke gledišta. Popis literature dat na kraju ovog rada pomoći će potencijalnim korisnicima programa da upotpune svoju metodološku izobrazbu.

---

<sup>6</sup>Naravno, ako za to bude izražen eksplicitni društveni interes.



## LITERATURA

1. AFFIFI, A.A. and S.P. AZEN (1972). *Statistical analysis: A computer approach*. Academic Press, New York.
2. ANDERSON, T.W. (1958). *An introduction to multivariate statistical analysis*. Wiley, New York.
3. BANFIELD, C.F. and L.C. BASSILL (1977). A transfer algorithm for non-hierarchical classification. *Applied Statistics*, 26.
4. BARTLETT, M.S. (1978). *An introduction to stochastic processes* (3<sup>o</sup> ed.). Cambridge University Press, Cambridge.
5. BARTOLOMEW, D.I. (1973). *Stochastics models for social processes* (2<sup>o</sup> ed.). Wiley, London.
6. BERNBACH, H.A. (1966). Derivation of learning process statistics for a general Markov model. *Psychometrika*, 31:225–234.
7. BLOXOM, B. (1968). Factorial rotation to simple structure and maximum similarity. *Psychometrika*, 33:237–247.
8. BOSNAR, K. i A. HOŠEK (1983). Maximizations of the correlation of two qualitative variables: approach and an example. *Proceedings of 5<sup>th</sup> International Symposium "Computer at the university"*, 776–783.
9. BOSNAR, K. i L. PAVIČIĆ (1982). The application of SS language in canonical analysis of contingency table. *Compstat '82. Proc. 11, Physica-Verlag, Wien*, pp. 41–42.
10. CATTELL, R.B. (1966). *Handbook of multivariate experimental psychology*. Rand McNally, Chicago.
11. COHEN, J. and P. COHEN (1975). *Applied multiple regression/correlation analysis to the behavioural sciences*. Erlbaum, Hillsdale.
12. COLLEY, W.W. and P.R. LOHNES (1971). *Multivariate data analysis*. Wiley, New York.
13. CVITAŠ, M. and K. MOMIROVIĆ (1984). Note on some properties of oblique Procrustean transformations by orthogonal rotations. *Proceedings of 6<sup>th</sup> International Symposium "Computer at the University"*, 504:1–4.
14. CVITAŠ, M. and K. MOMIROVIĆ (1985). Inverse redundancy analysis: A method, algorithm and program for the analysis of agreement between two sets of entities. *Proceedings of 7<sup>th</sup> International Symposium "Computer at the University"*, 505.
15. DOBRIĆ, V., K. MOMIROVIĆ i M. GREDELJ (1985). Quasicanonical relationships of variables in universal metric space. *Proceedings of 7<sup>th</sup> International Symposium "Computer at the University"*, 514.
16. DRAPER, N.R. and H. SMITH (1968). *Applied regression analysis*. Wiley, New York.
17. ENSLEIN, K., A. RALSTON and H.S. WILF (1977). *Statistical methods for digital computers*. Wiley, New York.
18. GOWER, J.C. (1966). Some distance properties of latent root and vector methods in multivariate analysis. *Biometrika*, 53:325–338.

19. GREDELJ, M., K. Momirović i V. DOBRIĆ (1986). Some relations between canonical covariance analysis and principal component analysis. Proceedings of 8<sup>th</sup> International Symposium "Computer at the University", 503.
20. HARRIS, C.W. (1962). Some Rao–Guttman relationships. *Psychometrika*, 27:247–263.
21. HARRIS, C.W. (1963). Problems in measuring change. University of Wisconsin Press, Meddison.
22. HARRIS, C.W. and H.F. KAISER (1964). Oblique factor analytic solutions by orthogonal transformation. *Psychometrika*, 29: 347–362.
23. HORST, P. (1965). Factor analysis of data matrices. Holt, Rinehart and Winston, New York.
24. JARDINE, N. and R. SIBSON (1971). Mathematical taxonomy. Wiley, New York.
25. JORESOG, K.G. (1966). Testing a simple structure hypothesis in factor analysis. *Psychometrika*, 31:165–178.
26. KAISER, H.F. (1958). The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, 23:187–200.
27. KARAMAN, Ž. and K. MOMIROVIĆ (1984). Component analysis of stochastic processes. 7<sup>th</sup> Congress of Balcan Mathematicians, Athene.
28. KENDAL, M.G. and A. Stuart (1967). The advanced theory of statistics, vol II: Inference and relationships. Hafner, New York.
29. LEBART, L., A. MORINEAU et N. TABARD (1977). Techniques de la description statistique. Dunod, Paris.
30. MAKI, D.P. and M. THOMPSON (1973). Mathematical models and applications. Prentice–Hall, Englewood Cliffs.
31. MOMIROVIĆ, K. (1979). Jednostavni algoritmi za analizu bilinearnih formi u biološkim, psihološkim i medicinskim istraživanjima. "Primena na kompjuterite vo biomedicinskite oblasti", Skopje.
32. MOMIROVIĆ, K., M. GREDELJ i L. SZIROVICZA (1977). Multivarijatna analiza. ZPR, Zagreb.
33. MOMIROVIĆ, K. and D. DUGIĆ (1986). A measure of association between two sets of variates. Proceedings of 8<sup>th</sup> International Symposium "Computer at the University", 506.
34. MOMIROVIĆ, K. i Ž. Karaman (1982). INDIFF: Model, algoritam i program za analizu promjena stanja nekog objekta opisanog nad skupom kvantitativnih varijabli. *Kineziologija*, 13, 2:5–8.
35. MOMIROVIĆ, K. i Ž. Karaman (1982). COLDIFF: Algoritam i program za analizu promjena spektralnom dekompozivijom multivarijatnih trajektorija. *Kineziologija*, 12, 2:9–11.
36. MOMIROVIĆ, K. (1978). XTQ procedures for the determination of polar taxonomic variables. *Informatica* 78, 3:104.
37. MOMIROVIĆ, K., E. ZAKRAJŠEK, A. HOŠEK and M. STOJANOVIĆ (1979). Comparative evaluation of some taxonomic algorithms for the determination of morphological types. *Collegium Antropologicum*, 3:59–65.

38. MOMIROVIĆ, K. (1981). A class of algorithms for the determination of polar taxons. Multidimensional data analysis, SRCE, INRIA et ISDUN, le Chesnay, pp. 475–491.
39. MOMIROVIĆ, K., V. DOBRIĆ and Ž. KARAMAN (1983). Canonical covariance analysis. Proceedings of 5<sup>th</sup> International Symposium "Computer at the University", 463–473.
40. MOMIROVIĆ, K., V. DOBRIĆ and Ž. KARAMAN (1984). On a robust procedure for the analysis of relationships between two sets of variables. 7<sup>th</sup> Congress of Balcan Mathematicians, Athene.
41. MOMIROVIĆ, K., J. ŠTALEC, F. PROT, K. BOSNAR, L. PAVIČIĆ, N. VISKIĆ-ŠTALEC i V. DOBRIĆ (1984). Kompjuterski programi za klasifikaciju, selekciju, programiranje i kontrolu treninga. Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb.
42. MOMIROVIĆ, K. (1984). Kvantitativne metode za programiranje i kontrolu treninga. Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb.
43. MOMIROVIĆ, K., J. ŠTALEC, K. BOSNAR, F. PROT, N. VISKIĆ-ŠTALEC, L. PAVIČIĆ i V. DOBRIĆ (1984). Svojstva jedne grupe posebnih kompjuterskih programa za klasifikaciju, selekciju, programiranje i kontrolu treninga. Zbornik radova 20<sup>o</sup> Kongresa pedagoga fizičke kulture Jugoslavije, Zagreb, 501–503.
44. MOMIROVIĆ, K. i sur. (1987). Metode, algoritmi i programi za analizu kvantitativnih i kvalitativnih promjena. Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb.
45. MORRISON, D.F. (1967). Multivariate statistical methods. McGraw–Hill, New York.
46. MULAIK, S. (1972). The foundations of factor analysis. McGraw–Hill, New York.
47. NELDER, J.A. (1977). GENSTAT – A general statistical program release 4.04. Rothamsted Experimental Stations, Harpenden.
48. PROT, F., A. HOŠEK, K. BOSNAR i K. MOMIROVIĆ (1984). Algoritam i program za analizu strukturalnih promjena. Kineziologija, 16, 1:25–29.
49. PROT, F., K. IVANČEVIĆ and K. MOMIROVIĆ (1985). CONCORD – An algorithm and program for analysis of qualitative changes. Proceedings of 7<sup>th</sup> International Symposium "Computer at the University", 526.
50. RAO, C.R. (1973). Linear statistical inference and its application. Wiley, New York.
51. SCHONEMANN, P.H. (1966). The generalized solution of the orthogonal Procrustes problem. Psychometrika, 31:1–16.
52. TOU, J.T. and R.C. GONZALES (1974). Pattern recognition principles. Addison–Wesley, Reading.
53. WILKS, S.S. (1962). Mathematical statistics. Wiley, New York.

**ACCOUNT CO SOME NEW METHODS ALGORITHMS AND PROGRAMS  
FOR ANALYSIS QUANTITATIVE AND QUALITATIVE CHANGES**

**Summary**

Treatments of complex systems can produce two kinds of changes. One is easy measurable and easily understandably set of changes of characteristics by which such systems are described. Such changes could be called quantitative. The second, not so easily understandable and difficult to measure, are changes of the relations between the descriptive characteristics of the system. Such changes could be called qualitative. Some new methods for analysis such quantitative and qualitative changes, are described and same algorithms and programs for analysing the treatments effects are presented.