

MODELI ZA ANALIZU PROMJENA NASTALIH UKLJUČIVANJEM KOMPJUTERA U TRANSFORMATORSKE PROCESSE KOD OSOBA S TEŠKOĆAMA SOCIJALNE INTEGRACIJE

Branko Nikolić

Originalni znanstveni članak

Fakultet za defektologiju
Sveučilište u Zagrebu

UDK: 519.8

SAŽETAK

Da bi se valorizirali rezultati dobiveni upotrebom kompjutera, kao tretmanskog sredstva, u transformaciji nepoželjnih ponašanja kod osoba s težom mentalnom retardacijom, potrebno je sakupiti podatke na svim varijablama u svakoj vremenskoj točki transformacijskog procesa. Za vrednovanje tretmana provedenoj na cjelokupnoj grupi entiteta može se koristiti metoda za analizu kvantitativnih promjena i to model za kanoničku analizu kvantitativnih promjena u dvije vremenske točke, odnosno prije i poslije transformacijskog procesa. Kada se žele ocijeniti efekti upotrebe kompjutera u transformaciji ponašanja kod svake osobe posebno, trebalo bi primijeniti model za analizu kvantitativnih promjena stanja jednog objekta u svim vremenskim točkama procesa i na svim primarnim i sekundarnim smetnjama zajedno. Zapravo, analizirat će se trajektorije promjena i na osnovu njih donositi zaključci o uspješnosti upotrebe kompjutera u otklanjanju nepoželjnih oblika ponašanja kod svake osobe sa težom mentalnom retardacijom posebno.

Osim analize kvantitativnih promjena bit će potrebno analizirati i eventualne kvalitativne promjene na skupu entiteta u dvije vremenske točke. U tu svrhu predlaže se metoda distinktnih taksona koja detektira promjene u odnosima među varijablama kojima je definiran sustav primarnih i sekundarnih smetnji. Kad se odredi taksonomska struktura onda se efekti upotrebe kompjutera u tretmanske svrhe, kod osoba sa težom mentalnom retardacijom, mogu testirati kanoničkom analizom relacija selektorskih varijabli u dvije vremenske točke.

Da bi se analizirale kvalitativne promjene na jednom entitetu opisanom nad skupom kvalitativnih varijabli bit će predložen koeficijent kvalitativnih promjena, temeljen na Hammingovoj udaljenosti.

0. UVOD

Pošto se kod djece i omladine s mentalnom retardacijom najčešće radi o transformaciji automatskih procesa, to se neki modificirani modeli i algoritmi s područja automatske regulacije realizirani pomoću digitalnih kompjutera, mogu primijeniti u planiranju i programiranju transformacijskih procesa

kod osoba sa težom mentalnom retardacijom.

Transformacijski procesi odvijaju se najčešće pod utjecajem nekog izvanjskog tretmana ili pozitivnog stimulatora koji ima za cilj proizvođenje željenog rezultata. Da bi se mogli evaluirati transformacijski procesi, potrebno je pouzdano i interpretabilno

izmjeriti promjene izazvane određenim tretmanom. Te promjene mogu biti kvantitativne, što znači promjene u veličini onih karakteristika kojima se opisuju stanja entiteta, ili kvalitativne što znači promjene u odnosima tih karakteristika (Momirović, 1984).

Za analizu kvantitativnih i kvalitativnih promjena može se efikasno primjeniti kanonička korelacijska analiza kao jedna od bazičnih procedura. Osim toga u analizi kvantitativnih promjena vrlo često se koristi i komponentna analiza kao pomoćna metoda za određivanje latentne strukture varijabli.

Taksonomske procedure primjenjuju se za analizu kvalitativnih, a vrlo često i za analizu kvantitativnih promjena.

Procedure iz područja multivarijatne statističke analize, koje će biti predložene za valorizaciju upotrebe kompjutera u otklanjanju ili ublažavanju nepoželjnih ponašanja kod osoba sa težom mentalnom retardacijom, mogu se podijeliti na:

1. Procedure za analizu kvantitativnih promjena
2. Procedure za analizu kvalitativnih promjena

Da bi se mogla izvršiti evaluacija transformacijskih procesa izazvanih upotrebom kompjutera kod osoba sa težom mentalnom retardacijom, mjerenja će se provoditi sukcesivno u svakoj vremenskoj točki procesa. Nakon toga rezultati će biti obrađeni odgovarajućom metodom za analizu kvantitativnih ili kvalitativnih promjena.¹

1. CILJ RADA

Cilj ovoga rada je predlaganje modela i algoritama za valorizaciju efekata, dobivenih upotrebom kompjutera kao tretmanskog sredstva u otklanjanju ili ublažavanju nepoželjnih ponašanja, kod osoba s težom mentalnom retardacijom.

U tu svrhu bit će predložena metoda za analizu kvantitativnih promjena pod kanoničkim modelom, kojom će se analizirati razlike u manifestacijama primarnih i sekundarnih smetnji u inicijalnom i finalnom ispitivanju, kod iste grupe osoba s težom mentalnom retardacijom.

Kod svakog ispitanika, koji će biti podvrgnut kompjuterskom tretmanu, analizirat će se kvantitativne promjene u svim ekvidistantnim vremenskim točkama i na svim varijablama zajedno. Bit će predložen model za analizu kvalitativnih promjena na nekoj grupi entiteta, opisanih skupom kvantitativnih varijabli u inicijalnom i finalnom ispitivanju. Algoritam se temelji na metodi distinktnih taksona.

Osim toga bit će predložena metoda za analizu kvalitativnih promjena na jednom entitetu koji je opisan skupom dihotomnih ili binarnih varijabli u dvije vremenske točke.

2. PROCEDURE ZA ANALIZU PROMJENA

Promjene u manifestacijama nepoželjnih oblika ponašanja kod osoba sa težom mentalnom retardacijom pod utjecajem primjene kompjutera kao tretmanskog sredstva,

¹ Ovaj rad je dio projekta: "Mogućnosti upotrebe kompjuterske tehnike kod otklanjanja nepoželjnih oblika ponašanja osoba s težom mentalnom retardacijom", koji se izvodi na Fakultetu za defektologiju u sklopu zajednice Alpe-Jadran.

mogu biti kvantitativne i kvalitativne. Kvantitativne promjene predstavljaju mjeru razlika vektora kojima su opisana obilježja entiteta, grupa odnosno subuzoraka entiteta u dvije ili više vremenskih točaka (Momirović i suradnici, 1987)

Ako se promjene tretiraju kao razlike u odnosima između karakteristika onda se definicija kvalitativnih promjena može svesti na neku mjeru razlika između koeficijenata asocijacije varijabli u dvije ili više vremenskih točaka (Momirović i suradnici, 1987).

2.1. Analiza kvantitativnih promjena

Za analizu kvantitativnih promjena pod različitim modelima napisano je (Momirović i suradnici, 1987) devet programa koji su implementirani na SRC-u i nalaze se u programskoj biblioteci SRCE*GENSMACRO. Svi programi napisani su u programskom jeziku GENSTAT, i zovu se: DIFFG, DDIFFG, TESTAT, MAPRO, COLDIFG, INDIFG, UNIC, BMS i POLYG.

Za potrebe ovoga projekta programi se ne mogu koristiti u izvornom obliku već ih se treba preprogramirati za PC AT 386 i AT 286. Obzirom na probleme koje će trebati rješavati kod primjene kompjutera u otklanjanju nepoželjnih ponašanja u osoba sa težom mentalnom retardacijom, mogu se predložiti dvije različite procedure za analizu kvantitativnih promjena.

3.1.1 Model za kanoničku analizu kvantitativnih promjena

Prije izrade programa pomoću kojih će, upotrebom kompjutera, osobe sa težom mentalnom retardacijom biti uključene u transformacijski proces sa ciljem otklanjanja nepoželjnih ponašanja, bit će potrebno izvršiti klasifikaciju entiteta u grupe nekom

od metoda taksonomske analize ili prepoznavanja uzoraka. Kada osobe budu klasificirane u grupe na osnovu manifestacija primarnih i sekundarnih smetnji, utvrdit će se intenziteti i smjerovi razlika između dobivenih grupa metodom diskriminativne analize. Za svaku grupu ili cluster u kojem se nalaze osobe sa sličnim ili istim manifestacijama primarnih i sekundarnih smetnji, bit će sačinjen transformacijski program sa ciljem uklanjanja ili smanjivanja nepoželjnih oblika ponašanja. Prije uključivanja u tretman, kao i poslije završetka tretmana, kod svake osobe, u svakoj grupi, bit će prikupljeni podaci na varijablama primarnih i sekundarnih smetnji o manifestacijama nepoželjnih ponašanja.

Za testiranje značajnosti kvantitativnih promjena na nekoj grupi entiteta, u dvije vremenske točke (prije i poslije tretmana), koja je opisana skupom kvantitativnih varijabli, trebalo bi koristiti metodu kanoničke diskriminativne analize promjena pod modelom razlika (Rao, 1965; Morison, 1967; Momirović, 1984). U tu svrhu može se predložiti korištenje algoritma DIFFG (Momirović i suradnici, 1987), pogotovu zato što su u njemu sadržane analize razlika na prvoj glavnoj komponenti i određivanje relacija između diskriminativne funkcije i prve glavne komponente promjena.

Za pravilnu primjenu metode implementirane u programu DIFFG ne smiju se tokom transformacijskog procesa pojaviti kvalitativne promjene tj. promjene u odnosima varijabli.

Neka je $E = (e_1 ; i = 1, 2, \dots, n)$ skup entiteta koji čine neku grupu ili cluster i neka je $V = (v_j ; j = 1, 2, \dots, m)$ skup linearno nezavisnih i normalno distribuiranih kvan-

titativnih varijabli. Neka su t_1 i t_2 vremena početka i završetka transformacijskog procesa, tokom kojega je došlo do nekih promjena na varijablama iz V .

Neka je

$$X_1 = E \otimes V \mid t_1$$

matrica koja opisuje stanje skupa E na skupu V u vremenskoj točki t_1 i neka je

$$X_2 = E \otimes V \mid t_2$$

matrica koja opisuje stanje skupa E na skupu V u vremenskoj točki t_2 . Definirajmo još i vektor jedinica duljine n kao:

$$1^T = (1 \ 1 \ \dots \ 1 \ n)$$

Centroide vektora u t_1 dobivamo kao

$$M_1 = n^{-1} X_1^T 1$$

a u t_2 kao

$$M_2 = n^{-1} X_2^T 1$$

Razlika u rezultatima entiteta u dvije vremenske točke je

$$X = X_2 - X_1$$

a vektor aritmetičkih sredina razlika je

$$M = n^{-1} X^T 1$$

Definirajmo matricu kovarijanci razlika

$$C = n^{-1} (X^T X - X^T P X)$$

gdje je $P = 1 (1^T 1)^{-1} 1^T$ centroidni projektor.

Vektor parcijalnih diskriminativnih koeficijenata dobit će se operacijom

$$\beta = C^{-1} M$$

Rezultati na diskriminativnoj funkciji dobit će se postupkom

$$L = X \beta$$

Prosječna vrijednost rezultata na diskriminativnoj varijabli L je

$$\bar{X}_L = n^{-1} L^T 1 = M^T C^{-1} M$$

Isto tako varijanca je

$$s_L^2 = n^{-1} (L^T L - L^T P L) = M^T C^{-1} M$$

Mahalanobisova udaljenost između centroida vektora M_2 i M_1 računa se kao

$$d^2 = (M_2 - M_1)^T C^{-1} (M_2 - M_1) = M^T C^{-1} M$$

što predstavlja i mjeru kvantitativnih promjena kod grupe entiteta u manifestacijama primarnih i sekundarnih smetnji prije i poslije tretmana (t_1 i t_2).

Matrica varijanci varijabli iz X je

$$V^2 = \text{diag } C$$

Za određivanje strukture diskriminativne varijable L može se izračunati

$$F = V^{-1} C \beta d^{-1}$$

što predstavlja korelacije između varijabli iz X i diskriminativne funkcije.

Za testiranje hipoteze:

$$H_0: \mu = 0$$

pogodan je Hotellingov T^2

$$T^2 = n d^2$$

ali je H_0 jednostavnije testirati na temelju funkcije

$$F = (n - m) (m (n - 1))^{-1} T^2$$

jer F ima **Snedecorovu** raspodjelu sa $df_1 = m$ i $df_2 = n - m$ stupnjevima slobode (n - broj entiteta, m - broj varijabli). Osim razlika, za ocjenu efekata tretmana dobro je razmotriti i promjene na prvoj glavnoj komponenti matrice X .

Prva glavna komponenta razlika dobiva se rješenjem karakteristične jednadžbe (Hotell-

ing, 1933)

$$(C - 1^2 I) Y = 0$$

Aritmetička sredina rezultata na prvoj glavnoj komponenti računa se kao

$$K = M^T Y$$

Varijanca komponente je 1^2 pa je moguće testirati hipotezu

$$H_0: k = 0$$

gdje je k očekivana vrijednost prve glavne komponente razlika.

Funkcija

$$F_k = K^2 / (1^2 / n)$$

pod hipotezom $H_0: k = 0$ ima Snedecorovu razdiobu sa stupnjevim slobode $df_1 = 1$ i $df_2 = n - 1$.

Za identifikaciju prve glavne komponente potrebno je izračunati strukturalni vektor ili vektor korelacija između varijabli i prve glavne komponente

$$H = V^{-1} Y_1$$

Korelacija između prve glavne komponente i diskriminativne funkcije računa se kao

$$r = n^{-1} 1^{-1} (K^T L - K^T P L) d^{-1}$$

2.1.2 Model za analizu promjena stanja jednog objekta

Kada se pomoću nekog od postupaka za klasifikaciju entiteta u grupe ili klase izvrši grupiranje osoba s težom mentalnom retardacijom na osnovu manifestacija primarnih i sekundarnih smetnji, dogodit će se vjerojatno da neke osobe neće biti klasificirane. Da bi takve osobe mogli podvrgnuti kompjuterskom tretmanu sa ciljem otklanjanja ili ublažavanja nepoželjnih oblika ponašanja, trebat će samo za njih

izraditi transformacijske programe.

Za ocjenu efikasnosti tretmana trebat će u svakoj vremenskoj točki t ; $t = 1, 2, \dots, p$ izvršiti mjerenja na varijablama primarnih i sekundarnih smetnji kod osoba sa težom mentalnom retardacijom koja je podvrgnuta transformacijskom procesu.

Analizu kvantitativnih promjena na svim varijablama kroz sve vremenske točke procesa trebalo bi provesti metodom spektralne analize promjena stanja jednog objekta i to algoritmom **INDIFG** (Momirović i suradnici, 1987) koji se nalazi u programskoj biblioteci **SRCE*GENS-MACRO** u Sveučilišnom računskom centru u Zagrebu.

Neka je $V = (v_j; j = 1, 2, \dots, m)$ skup kvantitativnih varijabli, neka je $T = (t_i; i = 1, 2, \dots, n)$ skup ekvidistantnih vremenskih točaka i neka je e objekt istraživanja iz neke populacije P .

$$P^* \leftarrow T \times V$$

formira matricu $P^* = (p^*_{ij})$, $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$ gdje je $P^* = (p^*_{ij})$ matrica trajektorija promjena m varijabli u n vremenskih točaka na entitetu e .

Neka je $\mu = (\mu_{ij})$, $i = 1; j = 1, 2, \dots, m$ vektor rezultata na m varijabli u prvoj vremenskoj točki, a neka je $\phi = (\phi_i)$, $i = 1, 2, \dots, n$;

$\phi_i = 1$ sumacioni vektor od n elemenata.

Operacija

$$P = P^* - \phi \mu^T$$

centrira matricu podataka na vrijednosti rezultata prvog mjerenja.

Ako se izvrši spektralna dekompozicija matrice P kao

$$P = \sum_{q=1}^m Y_q X_q^T \delta_q$$

dobit će se trajektorije promjena. Neka su predložena tri kriterija za izbor broja komponenti promjena k :

1. $k =$ unaprijed zadani broj
2. $k = m$
3. $k = \text{num} (\delta_q \leq m^{-1} \sum_{q=1}^m \delta_q)$

Formirajmo $D = (\delta_q) \quad q = 1, 2, \dots, k$
matricu prvih k svojstvenih vrijednosti i

$$Y = (Y_q)$$

matricu njima pridruženih lijevih svojstvenih vektora matrice P i

$$X = (X_q)$$

matrica prvih k desnih svojstvenih vektora matrice P .

Za bolju detekciju srodnih vremenskih točaka, uz zadržavanje ortogonalnosti između komponenti promjena, potrebno bi bilo izvršiti parsimonijsku transformaciju lijevih svojstvenih vektora Y pomoću Kaiserove varimax transformacije (Kaiser, 1958).

$$Y W = T$$

uz

$$W^T W = W W^T = I$$

$$n \sum_{i=1}^n \sum_{q=1}^k t_{iq}^4 - \sum_{q=1}^k \left(\sum_{i=1}^n t_{iq}^2 \right)^2 = \max$$

gdje je I matrica identiteta.

Matrica T predstavlja taksone točaka mjerenja. Taksoni varijabli određuju se varimax transformacijom desnih svojstvenih vektora X uz uvjet zadržavanja ortogonalnosti komponenti kao:

$$X Q = F$$

uz

$$Q^T Q = Q Q^T = I$$

i

$$m \sum_{j=1}^m \sum_{q=1}^k f_{jp}^4 - \sum_{q=1}^k \left(\sum_{j=1}^m f_{jq}^2 \right)^2 = \max$$

U matrici F nalaze se koordinate u ortogonalnom taksonomskom sustavu, a u matrici Q kosinusi kuteva između desnih vektora matrice trajektorija i vektora koji određuju taksone varijabli.

2.2 Analiza kvalitativnih promjena

Za analizu kvalitativnih odnosno strukturalnih promjena napisano je te implementirano u programskoj biblioteci SRC-a SRCE*GENS- MACRO ukupno 11 programa (Momirović i suradnici, 1987) koji pod različitim modelima rješavaju probleme kvalitativnih promjena u kvantitativnim varijablama. Ti programi su: TAXC, COMPATZ, MMSDIFF, LSDIFF, SIMPLICISIMUS, QDIFF2, TRG1, QDIFF1, GAS1, CRAMER i QUALP.

2.2.1 Kvalitativne promjene na nekom uzorku opisanom skupom kvantitativnih varijabli u dvije vremenske točke

Da bi mogli detektirati kakve su se promjene dogodile u odnosima među varijablama primarnih i sekundarnih smetnji, kod grupe osoba sa težom mentalnom retardacijom tokom transformacijskog procesa, predlaže se korištenje modela za analizu kvalitativnih promjena implementiranog u programu TAXC (Momirović i suradnici, 1987). Od mnogo taksonomskih metoda koje stoje na raspolaganju korisnicima, ovdje je korištena maksimizacija sume Mahalanobisovih uđa-

ljenosti između centroida taksona (Tou i Gonzales, 1974; Jardin i Sibson, 1971). Kad se metodom distinktnih taksona odredi taksonomska struktura, onda se efekti kompjuterskog tretmana kod osoba s težom mentalnom retardacijom u otklanjanju nepoželjnih oblika ponašanja mogu testirati kanoničkom analizom relacija selektorskih varijabli kojima su taksoni određeni prije i poslije transformacijskog procesa (Hotelling, 1936; Anderson, 1958).

Algoritam implementiran u programu TAXC bit će moguće, uz neke manje modifikacije, prilagoditi za korištenje u analizi strukturalnih promjena kod osoba sa težom mentalnom retardacijom.

Neka je $E = (e_i; i = 1, 2, \dots, n)$ skup od n entiteta iz populacije P , te neka je $V = (v_j; j = 1, 2, \dots, m)$ skup kvantitativnih varijabli.

Neka je $Z_i = (z_{jk}^{(i)})$, $i = 1, 2$ matrice podataka kojima je skup entiteta E opisan nad skupom varijabli V u dvije vremenske točke (inicijalnoj i finalnoj).

Neka su $S = (s_{jk}^{(i)})$, $j, k = 1, 2, \dots, n$, $i = 1, 2$ matrice sličnosti entiteta u prvoj i drugoj vremenskoj točki

$$s_{jk}^{(i)} = 1 - \frac{d_{jk}^{(i)}}{\max_{j,k} d_{jk}^{(i)}}$$

$$d_{jk}^{(i)} = \left(\sum_{l=1}^m (z_{jl}^{(i)} - z_{kl}^{(i)})^2 \right) / 2 ;$$

$i = 1, 2$

Neka je broj grupa u svakoj vremenskoj točki jednak broju svojstvenih vrijednosti matrice sličnosti koje su veće ili jednake

prosijeku svih svojstvenih vrijednosti, odnosno

$$k_i = \text{num} (L_i^{(j)}; L_i^{(j)} \geq n^{-1} \sum_{j=1}^n L_i^{(j)})$$

$i = 1, 2$

gdje su $L_i^{(j)}$ svojstvene vrijednosti matrice sličnosti S_i

$$S_i = X_i L_i X_i^T, \quad i = 1, 2$$

gdje su X_i svojstveni vektori matrice S_i

Neka su matricama

$$Z_g^{(i)}, \quad g = 1, 2, \dots, k_i$$

opisani rezultati entiteta u grupama za i -tu vremensku točku

$$Z_i^T = \begin{vmatrix} Z_1^{(i)} & Z_2^{(i)} & \dots & Z_{k_i}^{(i)} \end{vmatrix}$$

$i = 1, 2$

Označimo sa $n_i(g)$; $i = 1, 2$; $g = 1, 2, \dots$, broj entiteta g -te grupe u i -toj vremenskoj točki. Grupe će se formirati maksimiziranjem sume kvadrata Mahalanobisovih udaljenosti centroida grupa.

Treba riješiti:

$$\sum_{\substack{k_i \\ k, 1=i \\ k < 1}} (d_{k i(i)})^2 = \max, \quad i = 1, 2$$

pri čemu je

$$(d_{k1}^{(i)})^2 = (\mu_k^{(i)} - \mu_1^{(i)})^T (c^{(i)}) (\mu_k^{(i)} - \mu_1^{(i)})^T$$

$i = 1, 2$

Mahalanobisova udaljenost između centroida grupa k i l u i -toj vremenskoj točki. Centroid k -te grupe u i -toj točki je:

$$m_k^{(i)} = (Z_k^{(i)})^T \mathbf{1} n_i^{-1}(k)$$

Neka je

$$C^{(i)} = (n - k)^{-1} \sum_{g=1}^{k_i} C_g^{(i)} \cdot (n_i(g) - 1)$$

pri čemu je

$$C_g^{(i)} = ((Z_g^{(i)})^T (Z_g^{(i)}))^{-1} \cdot (Z_g^{(i)})^T \cdot 1 \cdot (1^T \cdot 1)^{-1} \cdot (Z_g^{(i)}) \cdot (n_i(g) - 1)^{-1}$$

kovarijaciona matrica g -te grupe u i -toj vremenskoj točki.

Mogu se formirati selektorske matrice

$$M_i = (m_{jk}^{(i)}) \quad , \quad j=1,2,\dots,n \quad ; \quad k=1,2,\dots,m \quad ; \quad i=1,2$$

i to tako da vrijedi:

$$m_{jk}^{(i)} = \begin{cases} 1, & \text{j-ti entitet nalazi se u k-toj grupi} \\ & \text{u i-toj vremenskoj točki} \\ 0, & \text{u ostalim slučajevima} \end{cases}$$

Definirajmo tablicu kontigencije kao

$$K_{12} = M_1^T \quad M_2 = K_{21}^T$$

$$K_{11} = M_1^T \quad M_1$$

$$K_{22} = M_2^T \quad M_2$$

Rješenjem karakteristične jednačbe

$$(K_{12} \quad K_{22}^{-1} \quad K_{21} \quad - \quad L_2^2 \quad K_{11}) \quad V_{12} = 0$$

dobiva se generalizirani koeficijent alijenacije kao mjera najveće povezanosti između selektorskih matrica M_1 i M_2 i to:

$$\alpha = (1 - L_2^2)^{1/2}$$

predstavlja mjeru promjena koje su se

dogodile tokom transformacijskog procesa od inicijalnog do finalnog stanja.

Koeficijenti u matrici svojstvenih vektora određuju ulogu taksona u relaciji između za prvu vremensku točku. Uloga taksona u drugoj vremenskoj točki proporcionalna je elementima u matrici

$$V_{22} = K_{22}^{-1} \quad K_{21} \quad V_{12} \quad L_2^{-1}$$

Hipoteza o postojanju nenulte veze između razbijanja taksona u t_1 i t_2 može se testirati na temelju funkcije

$$X^2 = L_2^2 \quad n$$

koja ima X^2 raspodjelu sa $(k_1 - 1) (k_2 - 1)$ stupnjeva slobode.

Strukturalne promjene moguće je analizirati i pod nekim drugim taksonomskim modelima kao na primjer pod modelom polarnih taksona. Neki od tih modela su kompliciraniji a neki jednostavniji od ovoga, međutim metoda distinktnih taksona najbliža je prirodnom shvaćanju promjena taksonomskih struktura.

2.2.2 Analiza kvalitativnih promjena na jednom entitetu opisanom skupom kvalitativnih varijabli u dvije vremenske točke

Da bi se mogle analizirati promjene u varijablama, kojima su definirana nepoželjna ponašanja kod osoba s težom mentalnom retardacijom u inicijalnom i finalnom ispitivanju, bit će predložen algoritam za analizu i kvalitativnih promjena na jednom entitetu u dvije vremenske točke. Kao mjera stupnja promjena koristit će se **koeficijent kvalitativnih promjena** (Nikolić, 1987) koji je izveden na osnovi svojstava binarnog

simetričnog kanala (**BSC**) i **Hammingove udaljenosti** (Hamming, 1950).

Hammingova udaljenost predstavlja broj promjena na skupu binarnih varijabli, koje su se dogodile tokom transformacijskog procesa. Sve varijable na kojima će se analizirati kvalitativne promjene moraju biti u binarnom ili dihotomnom obliku.

To znači:

Ako je kod nekog ispitanika prisutna određena karakteristika (naprimjer agresivnost) onda će rezultat te osobe na ovoj varijabli biti 1, međutim ako je ta karakteristika odsutna, rezultat će biti 0. Praktično, u svakoj varijabli mogu nastupiti samo dva stanja i to: **1** ili **0**.

Neka je neki entitet, prije tretmana, opisan vektorom **X** nad skupom binarnih varijabli, koje definiraju primarne i sekundarne smetnje te nepoželjna ponašanja, kao:

$$\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$$

Isti entitet neka je, i poslije tretmana, opisan vektorom **Y** nad skupom istih binarnih varijabli kao:

$$\mathbf{Y} = (y_1, y_2, \dots, y_m)^T$$

gdje **m** predstavlja broj varijabli.

Definirajmo vektor **Z** kao razliku vektora **Y** i **X**

$$\mathbf{Z} = \mathbf{Y} - \mathbf{X}$$

Hammingova udaljenost kao apsolutna mjera kvalitativnih promjena između inicijalnog i finalnog stanja nekog objekta dobiva se kao:

$$\mathbf{D} = \mathbf{Z}^T \mathbf{Z}$$

Relativna mjera kvalitativnih promjena može se izračunati

$$\mathbf{H} \mathbf{m}^{-1} \mathbf{D} = \mathbf{m}^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{Z}$$

Pošto ne uzima u obzir smjer promjena, relativna mjera kvalitativnih promjena ne može se koristiti u izvornom obliku.

Može se predložiti **koeficijent kvalitativnih promjena** kao:

$$\theta = \mathbf{m}^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{1}$$

gdje su:

Z - vektor razlika između **Y** i **X**

1 - vektor jedinica dužine **m**

Koeficijent kvalitativnih promjena može poprimiti vrijednosti:

$$-1 \leq \theta \leq 1$$

i kao takav dobro detektira dva bitna stanja i to:

1. prelazak 0 u 1 ($0 \rightarrow 1$)

2. prelazak 1 u 0 ($1 \rightarrow 0$)

Pomoću koeficijenta određuje se intenzitet i smjer promjena, a statistička značajnost može se testirati ako je Hammingova udaljenost $D \geq 10$.

Funkcija

$$\chi^2 = m^2 \theta^2 D^{-1}$$

ima oblik χ^2 (HI-kvadrat) distribucije sa brojem stupnjeva slobode $\mathbf{d f} = 1$

Algoritam i program **HAMMING** je za potrebe ovoga projekta* implementiran na PC AT-386 i AT-286 na Fakultetu za defektologiju.

3. ZAKLJUČAK

Na osnovi šest bazičnih metoda kreirani su algoritmi za analizu kvantitativnih i kvalitativnih promjena, kojima će se analizirati prom-

jene na varijablama primarnih i sekundarnih smetnji, kako po intenzitetu tako i u odnosima među varijablama. Za veći dio algoritama trebat će napisati kompjuterske programe da bi se mogli implementirati na PC AT 386 i AT 286.

Predložene metode za kvantitativne kao i za kvalitativne promjene trebale bi dati najinterpretabilnije informacije za valorizaciju utjecaja kompjutera kao tretmanskog sredstva u otklanjanju nepoželjnih oblika ponašanja kod osoba sa težom mentalnom retardacijom.. Ako se neki od pred-

ložениh algoritama u praksi ne bude ponašao prema očekivanju doći će ili do modifikacije tog algoritma ili do zamjene sa nekim drugim metodama, kojima će se dobiti primjerenije i interpretabilnije informacije u tim specijalnim slučajevima.

Očito da sve predložene metode neće biti primjenjene za multivarijatnu analizu prikupljenih podataka već će se tokom eksperimenta birati one alternativne metode od kojih se u datom slučaju mogu očekivati najpreciznije i najcjelovitije informacije.

LITERATURA:

1. Anderson, T.W.:
An introduction to multivariate statistical analysis. Wiley, New York, 1958.
2. Hamming, R.W.:
Error detecting and error correcting codes, Bell system Techn.J. 29, 1950.
3. Hotelling, H.:
Analysis of a complex statistical variables into principal components, Journal of Educational Psychology, 24 (1933), 417- 441.
4. Hotelling, H:
Relations between two sets of variates, Biometrika, 28(1936), 321-377.
5. Jardine, N. and R. Sibson:
Mathematical taxonomy, Wiley, New York, 1971.
6. Kaiser, H.F.:
The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. Psychometrika, 23(1958), 187-200.
7. Momirović, K., M. Gredelj i L. Szirovica:
Multivarijatna analiza. ZPR, Zagreb, 1977.
8. Momirović, K., J. Štalec, F. Prot, K. Bosnar, L. Pavičić, N. Viskić-Štalec i V. Dobrić:
Kompjuterski programi za klasifikaciju, selekciju, programiranje i kontrolu treninga. Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb, 1984.

9. Momirović, K.:

Kvantitativne metode za programiranje i kontrolu treninga, Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb, 1984.

10. Momirović, K, F.Prot, D.Dugić, Z.Knezović, K.Bosnar, N.Erjavec, M.Gredelj, J.Kern, V.Dobrić i J. Radaković:

Metode, algoritmi i programi za analizu kvantitativnih i kvalitativnih promjena. Institut za kineziologiju Fakulteta za fizičku kulturu, Zagreb, 1987.

11. Morrison, D.F.:

Multivariate statistical methods, McGraw-Hill, New York, 1967.

12. Nikolić, B.:

Jednostavna metoda za analizu promjena na jednom entitetu opisanim nad skupom kvalitativnih varijabli, Defektologija, Zagreb, 1987, 23-1, 71-76.

13. Rao, C.R.:

Linear statistical inference and its application. Wiley, New York, 1965.

14. Tou, J.T.: and R.C. Gonzales:

Pattern recognition principles, Addison-Wesley, Reading, 1974.

MODELS FOR ANALYZING CHANGES WHICH HAPPENED AFTER THE COMPUTER WAS INCLUDED INTO TRANSFORMATIONAL PROCESS IN PERSONS WITH DIFFICULTIES IN SOCIAL INTEGRATION

Summary

In order to validate the results obtained in the use of computers as the treatment in the transformation of undesired ways of behaviour in persons with severe mental retardation it is necessary to collect data from all the variables in each time spot. For the validation of the treatment carried out on the complete group of entities, the method for analyzing quantitative changes can be used, particularly the model for the canonic analysis of quantitative changes in two time spots, before and after the use of computers in the transformation process. When the effects of the use of computers have to be estimated for each person separately, the model for analyzing quantitative changes in states of one object in all the time spots of the process and in all the primary and secondary disturbances together. The trajectories of changes will be analyzed separately and will present the base for conclusions about the success of the use of computers in elimination of undesired ways of behaviour in each severely mentally retarded person separately.

It should also be necessary to analyze eventual qualitative changes on the sample of entities in two time spots. For this purpose the method of distinctive taxons can be used in order to detect changes in relations between variables which define the system of primary and secondary disturbances. When the taxonomic structure is obtained the effects of the use of computers in the treatment of severely mentally retarded persons can be tested through the canonical analysis of relations between selector variables in two time spots.

In order to analyze qualitative changes in one entity described in the cluster of qualitative variables the coefficient of qualitative changes will be proposed and is based on Hamming's distance.