UDK 528.914:65.011.56
Originalan znanstveni rad

PRILOG AUTOMATSKOJ GENERALIZACIJI LINIJSKIH KARTOGRAFSKIH ELEMENATA*

*N. FRANČULA, L. GRACIN, M. LAPAINE, M. ZDENKOVIĆ — Zagreb***

1. UVOD

Istraživanja u svrhu generalizacije linijskih kartografskih elemenata započela su u Zavodu za kartografiju Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu još 1973. godine. U sklopu programa za automatsku izradu karte granica SR Hrvatske koncipiran je i program za generalizaciju granica teritorijalnih jedinica [2]. U tu svrhu digitalizirane su granice katastarskih općina upravne općine Samobor. Budući da nismo imali na raspolaganju digitalizator, digitalizacija je izvršena očitavanjem koordinata sa planova 1 : 1000 nove izmjere i planova 1 : 2880 u Kloštar-Ivanićkom koordinatnom kuktavu. Očitane su i izbušene na kartice koordinate za ukupno 3315 točaka. Razrađena je i metoda šifriranja prema kojoj je šifra sadržavala brojeve teritorijalnih jedinica lijevo i desno od segmenta koji se digitalizira. Kao segment označen je dio granice između dviju čvornih točaka. Čvorna točka je točka granice u kojoj se spajaju granice dviju ili više općina.

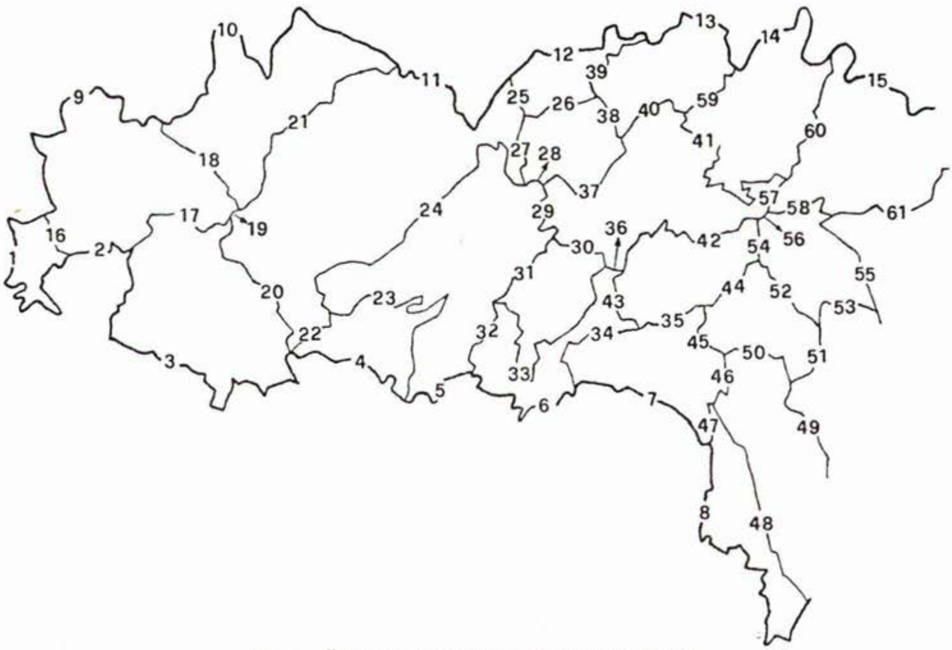
Vlastita istraživanja i analiza rezultata objavljenih u literaturi (v. [4], [11], [12], [15], [16], [17]) pokazala je da je pri digitalizaciji granica teritorijalnih jedinica šifriranje po segmentima vrlo prikladno rješenje. Pri tome je segmente potrebno numerirati, a šifra sadrži samo broj segmenta (sl. 1).

Budući da ni Geodetski fakultet ni Sveučilišni računski centar nemaju ploter, radovi na ovom zadatku nastavljeni su tek 1978. godine, kad nam je omogućena upotreba plotera CALCOMP 1036 Građevinskog instituta u Zagrebu. Međutim, jer se Geodetski fakultet, Sveučilišni računski centar i Građevinski institut nalaze na tri prilično udaljena mjesta u gradu, uvjeti za rad bili su vrlo nepovoljni. To je glavni razlog sporog odvijanja istraživanja.

---

* U ovom radu objavljuju se djelomični rezultati istraživanja na temi »Znanstvene osnove razvoja kartografije u SR Hrvatskoj« što se financira iz sredstava Samoupravne interesne zajednice za znanstveni rad . . . SRH — SIZ III.

** Adresa autora: Prof. dr Nedjeljko Frančula, Lili Gracin, dipl. inž., Miljenko Lapaine, dipl. inž., mr Mirjanka Zdenković, Geodetski fakultet Zagreb, Kačićeva 26.



Sl. 1 Šifriranje (numeracija) segmenata

2. METODE IZGLAĐIVANJA LINIJSKIH KARTOGRAFSKIH ELEMENATA

Još 1966. godine Ivanov [8] je ukazao na put kojim se izglađivanje linijskih kartografskih elemenata može sprovesti pomoću kompjutora i plotera. Na osnovi digitaliziranih točaka nekog linijskog elementa računaju se kompjutorom dužine i visine svake pojedine izbočine (udubine). Ako su izračunate dužina ili visina manje od zadanih minimalnih veličina, izbočina se eliminira. Jednu takvu izbočinu čine točke 1, 2, i 3 na sl. 2. Spojnica točaka 1 i 2 je »d«, a okomica iz 3 na spojnicu 1—2 je »v«. Ako je d ili v manje od minimalnih veličina spajaju se točke 1 i 3.

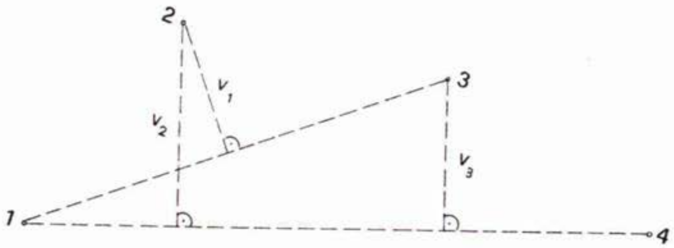
Nakon Ivanova, originalna rješenja za generalizaciju linijskih kartografskih elemenata dali su mnogi autori, npr. Lang [10], Gottschalk [3], [5], [6], Stegena [14], Johannsen [9], Mittelstrass [11]. Kritički prikaz dosadašnjih radova na tom području objavio je Hentschel u svojoj doktorskoj disertaciji [7].

Osvrnut ćemo se detaljnije samo na neke od tih metoda, za koje smo sastavili i kompjuterske potprograme, a njihovu djelotvornost ispitali na generalizaciji granica teritorijalnih jedinica i obalne linije. Predložili smo za izglađivanje linijskih kartografskih elemenata metodu splajnova (spline funkcija, v. 2.3), koja se prema našem saznanju u tu svrhu dosad nije koristila.

2.1. Kombinirana metoda Ivanova i Langa

Za izglađivanje linijskih kartografskih elemenata predložio je Lang [10] slijedeću metodu:

Neka su točke 1, 2, 3, 4 točke linije koju treba generalizirati (sl. 2). Iz točke 2 spušta se okomica na spojnicu 1—3. Ako je $v_1 < h$ (h — zadana granična vrijednost), postupak se nastavlja tako da se iz točaka 2 i 3 spuštaju okomice na spojnicu 1—4. Ako je $v_2 < h$ ili $v_3 < h$, postupak se po istom principu nastavlja. Međutim, za $v_2 > h$ ili $v_3 > h$ iscrtava se spojnica 1—3 i postupak se nastavlja polazeći od točke 3 kao početne točke.



Sl. 2. Princip izglađivanja kombiniranom metodom Ivanova i Langa

Mi smo u ovu metodu dodali i dodatni kriterij kojim se pri generalizaciji osim visina uzimaju u obzir i dužine između točaka. Tako, ako su u drugom koraku prethodnog postupka $v_2 < h$ i $v_3 < h$, ali dužina 1—4 > s (s — granična vrijednost) rezultat je isti: iscrtava se spojnica 1—3, a postupak nastavlja od točke 3.

2.2. *Izglađivanje linija na principu opće aritmetičke sredine (Gottschalkova metoda)*

Za izglađivanje linijskih kartografskih elemenata predložio je Gottschalk [3], [5], [6] metodu koja se zasniva na principu opće aritmetičke sredine. Po toj metodi koordinate pojedine točke zamjenjuju se koordinatama dobijenim općom aritmetičkom sredinom iz nekoliko susjednih točaka po formulama:

$$x_k = \frac{\sum\limits_i x_i p_i}{\sum\limits_i p_i}, \qquad y_k = \frac{\sum\limits_i y_i p_i}{\sum\limits_i p_i}.$$

U tim formulama težina p_i računa se po formuli

$$p_i = \frac{T - |i - N_0|}{n},$$

gdje su: T — težina točke za koju se računa srednja vrijednost i čiji je redni broj u segmentu N_0; i — redni broj točke u segmentu; n — broj točaka lijevo i desno od zadane točke a iz kojih se računa srednja vrijednost. Za T se obično uzima vrijednost 1.

2.3. *Izglađivanje splajnovima (spline funkcijama)*

U rješavanju ovog zadatka nećemo se ograničiti samo na izglađivanje linija granica teritorijalnih jedinica i obale, već ćemo zadatak postaviti općenitije.

Neka je u ravnini dan skup točaka s koordinatama (x_0, y_0), (x_1, y_1), ... (x_n, y_n), $n \in N$ i sa svojstvom $a < x_0 < x_1 < \ldots < x_n < b$ za neke $a, b \in R$. Vrijednosti y_i možemo promatrati kao kvantitativne karakteristike nekog procesa u momentima x_i. Obično su one izmjerene s greškom. Naš je zadatak izvršiti proces aproksimacije na cijelom segmentu $[a, b]$ uz istovremeno izglađivanje, odnosno ispravljanje, izmjerenih vrijednosti. Pretpostavka je da je funkcija kojom prikazujemo proces glatka na cijelom segmentu, posebno da nema naglih promjena u dijelovima između susjednih točaka. Drugim riječima, želimo konstruirati funkciju koja će biti »glatka« na cijelom segmentu i koja će prolaziti dovoljno »blizu« zadanim točkama.

Još postavljamo dodatni zahtjev, koji općenito nije potreban, da tražena funkcija prolazi prvom i posljednjom danom točkom. Ovim zahtjevom postići ćemo da čvorne točke u generalizaciji granica teritorijalnih jedinica ostanu nepomaknute.

Označimo s W_2^m klasu apsolutno neprekidnih funkcija f na intervalu $[a, b]$ sa svojstvom $\int_a^b [f^{(m)}(t)]^2 dt < \infty$. Sada se naš zadatak može postaviti u slijedećem obliku:

Zadatak: Naći funkciju $f \in W_2^m$ za koju se postiže

$$\operatorname{mim} \left\{ \sum_{i=1}^{n-1} p_i \left[y_i - f\left(x_i\right) \right]^2 + p \int_a^b \left[f^{(m)}\left(t\right) \right]^2 dt \right\}$$

gdje je $p \geq 0$ pomoćni parametar, a $p_i > 0$ zadani brojevi, te

$$f(x_0) = y_0 \quad \text{i} \quad f(x_n) = y_n.$$

Teorija pokazuje da se rješenje ovog zadatka postiže funkcijom $f = S$ koja je splajn (spline[1]), tj. glatka po dijelovima polinomna funkcija (v. [1], [13]).

Označimo radi kratkoće $\Delta x_i = x_{i+1} - x_i$, $S_i = S(x_i)$.

Za $m = 1$ rješenje zadatka je splajn prvog stupnja, tj. po dijelovima linearna funkcija koja je određena sistemom linearnih jednadžbi:

$$p_i \left(y_i - S_i\right) + p \left[\frac{S_{i+1} - S_i}{\Delta x_i} - \frac{S_i - S_{i-1}}{\Delta x_{i-1}} \right] = 0, \qquad i = 1, \ldots, n-1$$

Ovaj sistem je tridijagonalan s dominirajućom glavnom dijagonalom pa se može riješiti.

Za $m = 2$ rješenje zadatka je kubični splajn, tj. glatka funkcija koja je po dijelovima polinom trećeg stupnja. Određena je sistemima linearnih jednadžbi (1) i (2):

$$S_0 = y_0, \quad S_n = y_n$$

$$p_i \left(y_i - S_i\right) - p \left[\frac{S''_{i+1} - S''_i}{\Delta x_i} - \frac{S''_i - S''_{i-1}}{\Delta x_{i-1}} \right] = 0 \tag{1}$$

[1] Od engleske riječi spline — savitljivi krivuljar.

$i = 1, \ldots, n-1$, gdje je kraće označeno $S''_i = S''(x_i)$, $i = 0, \ldots, n$.

$$\frac{6p}{p_{i-1}\,\Delta x_{i-1}\,\Delta x_{i-1}} S''_{i-2} + \left[\Delta x_{i-1} - \frac{6p}{p_{i-1}\,\Delta x_{i-1}}\left(\frac{1}{\Delta x_{i-1}} + \frac{1}{\Delta x_{i-2}}\right) - \right.$$
$$\left. - \frac{6}{p_i\,\Delta x_{i-1}}\left(\frac{1}{\Delta x_{i-1}} + \frac{1}{\Delta x_i}\right)\right] S''_{i-1} + \left[2\left(\Delta x_{i-1} + \Delta x_i\right) + \frac{6p}{p_{i-1}\,\Delta x_{i-1}} + \right.$$
$$\left. + \frac{6p}{p_i}\left(\frac{1}{\Delta x_{i-1}} + \frac{1}{\Delta x_i}\right)^2 + \frac{6p}{p_{i+1}\,\Delta x_i}\right] S''_i + \left[\Delta x_i - \frac{6p}{p_i\,\Delta x_i}\left(\frac{1}{\Delta x_{i-1}} + \frac{1}{\Delta x_i}\right) - \right.$$
$$\left. - \frac{6p}{p_{i+1}\,\Delta x_i}\left(\frac{1}{\Delta x_i} + \frac{1}{\Delta x_{i+1}}\right)\right] S''_{i+1} + \frac{6p}{p_{i+1}\,\Delta x_i\,\Delta x_{i+1}} S''_{i+2} = 6\left(\frac{y_{i+1} - y_i}{\Delta x_i} - \right.$$
$$\left. - \frac{y_i - y_{i-1}}{\Delta x_{i-1}}\right). \tag{2}$$

$S''_0 = S''_{-1} = S''_n = S''_{n+1} = 0$ $i = 2, \ldots, n-2$. Za $i = 1$ odnosno $i = n$ jednadžbe su istog oblika samo treba ispustiti članove koji sadrže p_0, odnosno p_n. Ovaj sistem je simetričan, petodijagonalni. Njegova rješenja $S''_0, \ldots, S''_n$ uvrstimo u (1) i dobijemo tražena rješenja $S_0, \ldots, S_n$.

Za veće vrijednosti od m postupak izračunavanja izglađenih vrijednosti se komplicira. Za praktične potrebe možemo se zadovoljiti kubičnim splajnovima.

Moguće je izračunati i vrijednosti izglađujućeg splajna u bilo kojoj točci $x \in [a, b]$.

Za različiti izbor parametara p, p_i dobijemo različite izglađujuće splajnove. Za veće vrijednosti p_i splajn se približava interpolacionoj krivulji, a za manje vrijednosti p_i dobijemo izglađivanje u smislu metode najmanjih kvadrata. Pomoću p_i-ova možemo u svakom čvoru x_i dobiti jače ili slabije izglađivanje, pa se parametri p_i još nazivaju težine. U praksi je izbor različitih težina pogodno vršiti u interaktivnom načinu rada uz pomoć optičkog pokazivača (ekrana).

Pretpostavimo da nije ispunjen uvjet stroge monotonosti apscisa $x_0 < x_1 < \ldots < x_n$, kao što je to pri digitalizaciji linijskih kartografskih elemenata. Tada izglađivanje provodimo pomoću parametarskih splajn funkcija $x = x(t)$, $y = y(t)$, gdje je parametar t strogo monoton $t_0 < t_1 < \ldots < t_n$. Kad t prolazi intervalom $[t_0, t_n]$, parovi $(x(t), y(t))$ su odgovarajuće točke izglađujuće krivulje.

Idealne vrijednosti za t_i će biti one koje akumuliraju dužinu krivulje, a koje moramo najprije izračunati. Za praktične potrebe to nije problem. Možemo definirati $t_0 = 0$, $t_i = t_{i-1} + d_{i-1}$, $i = 1, \ldots, n$ gdje stavimo npr.
$d_i = \sqrt{(\Delta x_i)^2 + (\Delta y_i)^2}$, $i = 0, \ldots, n-1$.

3. KOMPJUTORSKI PROGRAM ZA IZGLAĐIVANJE LINIJSKIH KARTOGRAFSKIH ELEMENATA

Da bi se ispitala upotrebljivost navedenih metoda za izglađivanje linijskih kartografskih elemenata, sastavljen je kompjutorski program u FORTRAN-u nazvan GENLIO (GENeralizacija LInijskih Objekata). Program se sastoji iz glavnog programa, potprograma GAUS6B za transformaciju između susjednih koordinatnih sistema Gauss-Krügerove projekcije i tri potprograma za izglađivanje linijskih kartografskih elemenata. To su:

GENER1 — potprogram za izglađivanje linija kombiniranom metodom Ivanova i Langa

GENER2 — potprogram za izglađivanje linija po principu opće aritmetičke sredine (Gottschalkova metoda)

GENER3 — potprogram za izglađivanje linija pomoću splajnova.

Kao što je u uvodu spomenuto, program je trebalo ispitati na generalizaciji granica katastarskih općina upravne općine Samobor. Koordinate očitane sa planova mjerila 1 : 2880 u Kloštar-Ivanićkom sustavu posebnim su programom transformirane u Gauss-Krügerovu projekciju i istim programom izbušene na kartice. Time su dobiveni ulazni podaci za program GENLIO.

Odlučeno je potom, da se program testira i na generalizaciji obalne linije. Da bi se dobili potrebni podaci, koordinate točaka obalne linije Jadrana očitane su sa topografske karte mjerila 1 : 100 000 (početni meridijan pariski). Očitane su koordinate karakterističnih točaka i izbušene na kartice. Jugoslavenska obala Jadrana, bez otoka, digitalizirana je s ukupno 2885 točaka. Budući da je, na taj način, već izborom karakterističnih točaka izvršena generalizacija, to tako dobijeni podaci mogu poslužiti za generalizaciju samo pri velikim smanjenjima, npr. pri dvadeseterostrukom smanjenju.

Sva računanja obavljena su na računalu UNIVAC 1110 Sveučilišnog računskog centra u Zagrebu.

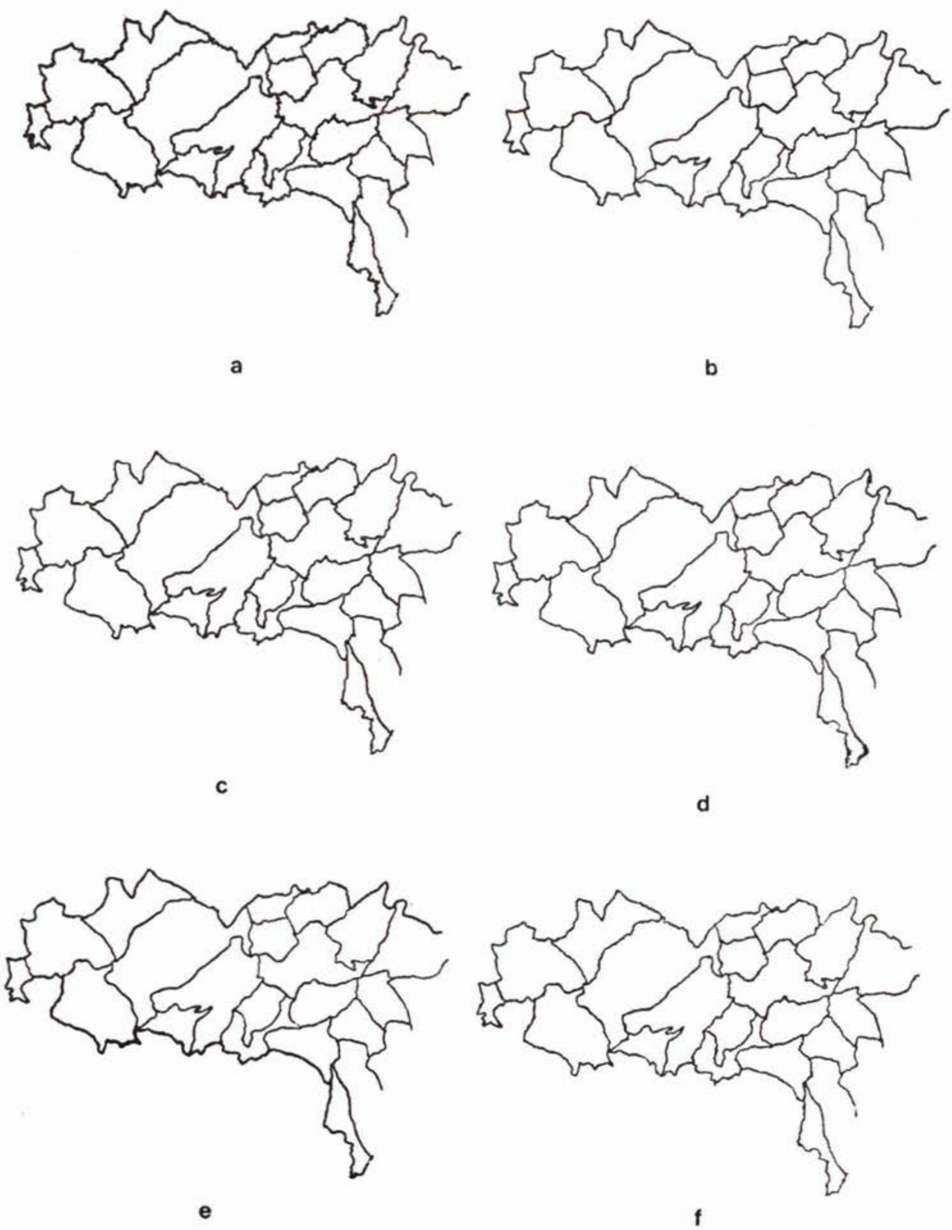
4. ANALIZA REZULTATA

Na sl. 3 dani su rezultati kompjutorskog izglađivanja linija granica katastarskih općina područja Samobor u mjerilu 1 : 500 000. Negeneralizirani prikaz dan je na sl. 3a. Pri ocjeni tog prikaza treba uzeti u obzir slijedeće. Granice katastarskih općina definirane su odsječcima pravaca između prelomnih točaka. Zbog toga je i pri velikim smanjenjima potreban mali stupanj izglađivanja linija. Nadalje, svaki prikaz nacrtan ploterom u određenom je stupnju generaliziran, jer ploterom se sve veličine manje od karaka[2] plotera ne mogu nacrtati. Osim toga valjkasti ploter CALCOMP 1036 spada u grupu plotera srednje točnosti, dok bi za ovaj zadatak bio nužan ploter visoke točnosti (korak 0,01 mm).

Od većeg broja prikaza dobivenih kombiniranom metodom Ivanova i Langa, a za različite vrijednosti parametara v i d, na sl. 3b. prikazan je najbolji. To je prikaz dobijen za v = 0,3 mm i d = 0,8 mm. Međutim, ni na tom prikazu nisu pojedini dijelovi pravilno pojednostavljeni, npr. segment broj 41.

Bolji rezultati dobijeni su Gottschalkovom metodom. Na sl. 3c, sl. 3d i sl. 3e dani su prikazi za n = 1, n = 2 i n = 3, gdje je n broj točaka lijevo i desno od pojedine točke uzet u obzir pri izglađivanju. Najbolji rezultat do-

[2] Korak (engleski: resolution) je najmanja moguća udaljenost između dviju kartiranih točaka duž koordinatnih osi.



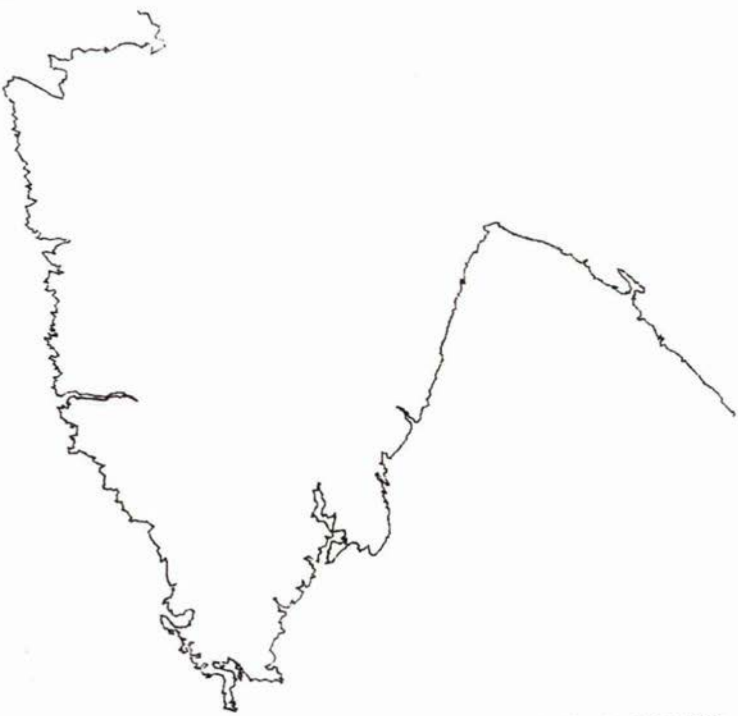
Sl. 3 Prikaz granica katastarskih općina područja Samobor u mjerilu 1 : 500 000; a) negeneralizirani prikaz, b) metoda Ivanova i Langa, v = 0,3 mm, d = 0,8 mm; Gottschalkova metoda: c) n = 1, d) n = 2, e) n = 3; f) metoda splajnova 1. stupnja, p = 100

bijen je za n = 2. Za n = 1 linije su još suviše »drhtave«, a za n = 3 pojedini su detalji suviše zaobljeni.

Izglađivanje pomoću splajnova 1. stupnja dalo je, također, dobre rezultate. Od većeg broja prikaza dobivenih za različite vrijednosti parametara p, na sl. 3f dan je prikaz dobiven za p = 100. Težinski parametar p_i imao je u svim točkama vrijednost 1, tj. nije korištena mogućnost različitog stupnja izglađivanja u pojedinim točkama.

Za analizu kompjutorske generalizacije obalne linije Jadrana izdvojena je obalna linija Istre. Na sl. 4 prikazana je obala Istre u mjerilu 1 : 1 000 000 dobivena na osnovu očitanih koordinata postupkom opisanim u odjeljku 3.

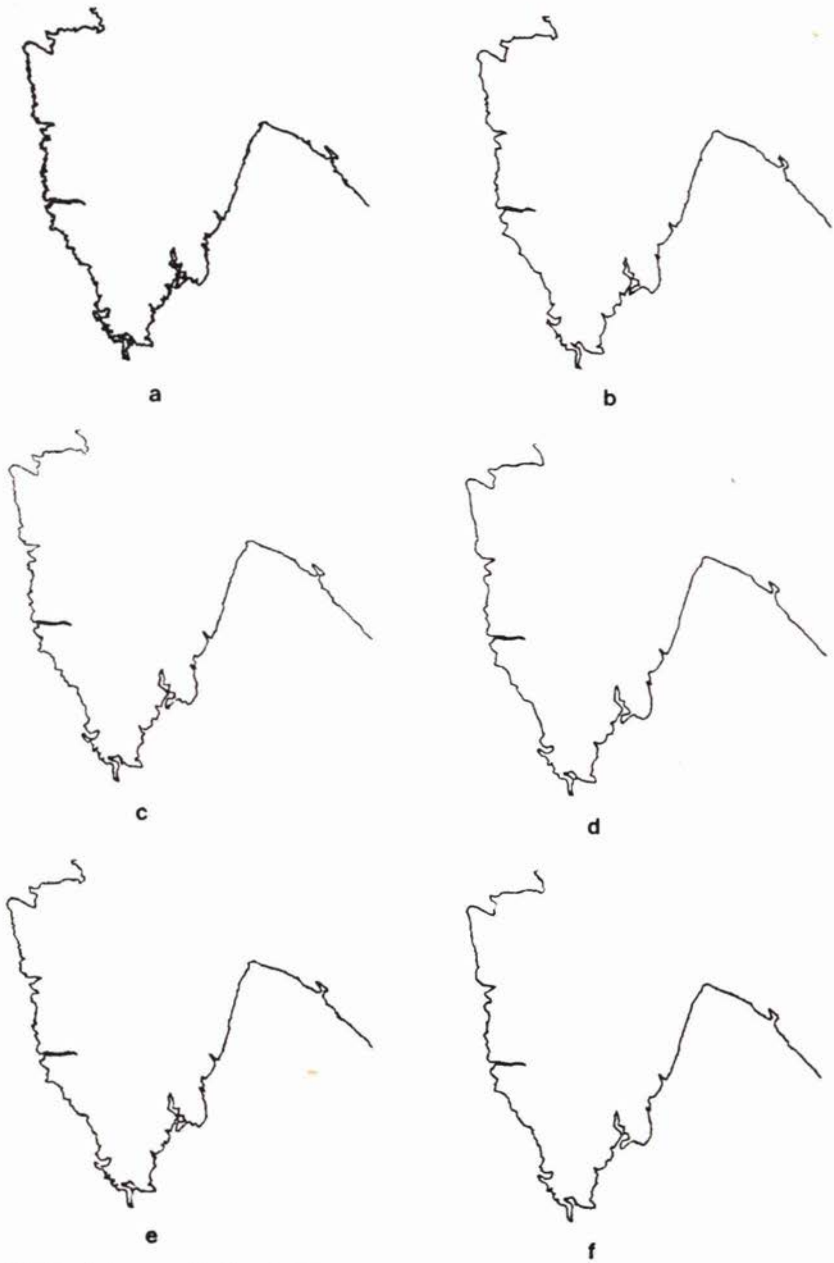
Na sl. 5 prikazana je obala Istre u mjerilu 1 : 2 000 000. Negeneralizirani prikaz dan je na sl. 5a. Najbolji prikaz dobiven kombiniranom metodom Ivanova i Langa postignut je za v = 0,4 mm i d = 0,8 mm (sl. 5b). Prikazi dobiveni Gottschalkovom metodom za n = 1 i n = 2 dani su na sl. 5c i 5d. Na sl. 5e i sl. 5f dani su prikazi dobiveni pomoću splajnova 1. stupnja za p = 300 i p = 1000. Analiza pokazuje da ni jedan od dobivenih prikaza u potpunosti ne zadovoljava.



Sl. 4 Negeneralizirani prikaz obale Istre u mjerilu 1 : 1 000 000

Npr. kombiniranom metodom Ivanova i Langa (sl. 5b) karakterističan oblik Bakarskog zaljeva nije dobro prikazan. U prikazu Gottschalkovom metodom za n = 1 (sl. 5c) linija je još suviše »drhtava«. U prikazu dobivenom za n = 2 (sl. 5d) neki su karakteristični detalji suviše izglađeni. Na prikazu dobivenom splajnovima 1. stupnja za p = 300 (sl. 5e) linija je suviše »drhtava«, a za p = 1000 (sl. 5f) izgubljen je karakterističan oblik pojedinih uvala.

Međutim, usprkos iznesenim nedostacima, možemo najbolje prikaze dobivene Gottschalkovom metodom (sl. 5d) i metodom splajnova (sl. 5f) smatrati dobrom osnovom iz koje će se, malim intervencijama kartografa, dobiti dobro generalizirani prikazi.



Sl. 5 Obala Istre u mjerilu 1 : 2 000 000; a) negeneralizirani prikaz; b) metoda Ivanova i Langa, v = 0,4 mm, d = 0,8 mm; Gottschalkova metoda: c) n = 1, d) n = 2; metoda splajnova 1. stupnja: e) p = 300, f) p = 1000

LITERATURA

[1] Ahlberg, J. H., E. N. Nilson, J. L. Walsh: The theory of splines and their applications, Academic Press, New York 1967.

[2] Frančula, N.: Matematička osnova i numerički postupci u izradi karata SR Hrvatske mjerila 1 : 1 000 000, Naučno tehničko savjetovanje Kartografija u prostornom planiranju, Ljubljana 1973, sv. I, A4/1—9.

[3] Gottschalk, H.-J.: Versuche zur Definition des Informationsgehaltes gekrümter kartographischer Linienelemente und zur Generalisierung, DGK 1971, Reihe B, Heft 189.

[4] Gottschalk, H.-J.: Eine einfache Methode der Zuordnung von Flächenkenzeichen und Flächenbegrenzugslinien bei der Digitalisierung, NaKaVerm 1972, Reihe I, Heft 58, str. 27—30.

[5] Gottschalk, H.-J.: Automatische Generalisierung von Siedlungen, Verkehrswegen, Höhenlinien, Wasserläufen und Vegetationsgrenzen für eine kleinmassstäbige topographische Karte, ZfV 1974, 8, 338—342.

[6] Gottschalk, H.-J.: Ein Rechnerprogramm zur Auswahl und Glättung von kartographischen Linien, DGK 1974, Reihe B, Heft 205.

[7] Hentschel, W.: Zur automatischen Höhenliniengeneralisierung in topographischen Karten, Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover, Nr. 90, Hannover 1979.

[8] Ivanov, V. V.: O nekotorih vozmožnostjah avtomatizacii topografičeskih kart, Geodezija i kartografija 1965, 1, 62—66.

[9] Johannsen, Th.: Verfahren zur Liniengeneralisierung, NaKaVerm 1975, Sonderheft Prof. Knorr, str. 73—86.

[10] Lang, T.: Rules for robot draughtsmen, Geographical Magazin 1969, 1, 50—51.

[11] Mittelstrass, G.: Generalisieren von Gemeidegrenzen in thematischen Karten, AVN 1974, 6, 223—225.

[12] Rase, W.-D.: Bereitstellung der geometrischen Grundlagen für die computerunterstützte Zeichnung thematischer Karten, KN 1975, 2, 41—49.

[13] Späth, H.: Spline-Algorithmen zur Konstruktion glatter Kurven und Flächen, R. Oldenburg Verlag, München, Wien 1978.

[14] Stegena, L.: Tools for automation of maps generalization: the filter theory and the coding theory, Final report on ICA Commission III, Budapest 1973, str. 66—95.

[15] Tost, R.: Ein Beitrag zur Darstellung und Digitalisierung flächenhafter Bezugseinhiten, NaKaVerm 1977, Reihe I, Heft 72, str. 97—102.

[16] Tuerke, K.: Computer aided digitizing of boundary networks, ICA Commission III Automation in Cartography, Enschede 1975, str. 82—94.

[17] Uhrig, H.: Aufbau einer Datenbank für Verwaltungsgraenzenkarten im Masstab 1 : 500 000 bis 1 : 1 000 000, NaKaVerm 1978, Reihe I, Heft 75, str. 93—110.

[18] Uhrig, H.: Erste praktische Versuche mit verschiedenen Programmen zur Liniengeneralisierung, NaKaVerm 1979, Reihe I, Heft 79, str. 131—165.

SAŽETAK

U članku je opisan kompjutorski program GENLIO za generalizaciju linijskih kartografskih elemenata. Za izglađivanje linija sastavljena su tri potprograma: GENER1 — potprogram za izglađivanje linija kombiniranom metodom

Ivanova i Langa, GENER2 — potprogram za izglađivanje linija na principu opće aritmetičke sredine (Gottschalkova metoda), GENER3 — potprogram za izglađivanje linija pomoću splajnova (spline funkcija).

Programi su testirani na generalizaciji granica katastarskih općina područja Samobor i obalne linije Jadranskog mora (poluotok Istra). Koordinate granica katastarskih općina dobivene su očitavanjem koordinata prelomnih točaka sa planova mjerila 1 : 2880 u Kloštar-Ivanićkom sustavu i planova mjerila 1 : 1000 nove izmjere. Koordinate obalne linije Jadranskog mora dobivene su očitavanjem koordinata karakterističnih točaka sa topografske karte »po Parizu« mjerila 1 : 100 000.

Sva računanja obavljena su na računalu UNIVAC 1110 Sveučilišnog računskog centra u Zagrebu, a za crtanje je korišten valjkasti ploter CALCOMP 1036 Građevinskog instituta.

Analiza je pokazala da ni jednom metodom nije dobiven potpuno zadovoljavajući prikaz. Međutim, najbolje prikaze dobivene Gotschalkovom metodom i metodom splajnova možemo smatrati dobrom osnovom iz koje će se malim intervencijama kartografa dobiti dobro generalizirani prikazi.

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Aufsatz ist das Rechnerprogramm GENLIO für die Generalisierung linienhafter kartographischer Elemente beschrieben. Zur Linienglättung sind drei Unterprogramme erstellt: GENER1 — das Unterprogramm zur Linienglättung nach der kombinierter Methode von Ivanov und Lang, GENER2 — das Unterprogramm zur Linienglättung durch gleitende Mittelbildung (Gottschalk-Methode), GENER3 — das Unterprogramm zur Linienglättung mittels Spline-Funktionen.

Die Programme sind getestet bei der Generalisierung der Katastargrenzen der Gemeinde Samobor und der Uferlinie des Adria Meeres (Halbinsel Istra). Die Koordinaten der Bruchpunkte der Linien der Katastargrenzen sind durch Ablesen aus den Plänen des Kloštar-Ivanić Koordinatensystems im Massstab 1 : 2880, und den Plänen der neuen Vermessung im Massstab 1 : 1000 bekommen. Die Koordinaten der Bruchpunkte der Uferlinie des Adria Meeres, sind dagegen durch Ablesen, aus der topographischen Karte im Massstab 1 : 100 000 bekomen.

Alle Berechnungen sind im Rechenzentrum der Universität Zagreb mit dem Rechner UNIVAC 1110 durchgeführt, und gezeichnet mit dem CALCOMP Trommelplotter des Instituts für Bauwesen Zagreb.

Die Analyse hat gezeigt dass keine der angewandten Methode eine befriedigende Darstellung ergibt. Doch, die besten Darstellungen nach der Gottschalk-Methode und Spline-Methode können wir als brauchbare Unterlagen annehmen, aus denen man, mit kleinen Interventionen der Kartographen, gute generalisierte Darstellungen bekommen kann.

Primljeno: 1981 - 01 - 22.