

## AUTOMATSKA OBRADA AEROTRIANGULIRANOG NIZA

Ana BRUKNER — Zagreb\*

### UVOD

U fotogrametrijskoj praksi često je potrebno određivanje orijentacionih točaka u područjima gdje mreža postojećih geodetskih točaka nije dovoljno gusta, npr. u izradi karte u mjerilu 1 : 5000 ili za kartiranja u krupnijim mjerilima gdje je potrebno progustiti već postojeći broj orijentacionih točaka.

Sve bolji asortiman fotogrametrijskog instrumentarija i elektroničkih računala omogućavaju sve češću upotrebu aerotriangulacije kao najekonomičnije metode određivanja orijentacionih točaka. Kod te metode klasičnim geodetskim mjerenjima određene su točke u čvorovima na početku i na kraju niza, te u prvom i drugom trećini niza, što ovisi o broju modela odnosno duljini niza. Aerotriangulacija se izvodi na više načina, a koja će se metoda upotrijebiti ovisi o nizu faktora.

Za kartiranje područja u sitnom mjerilu, a koja su teško dostupna i nena- stanjena, gdje je terenski rad otežan, može se primjeniti grafičko izjednačenje aerotrianguliranog niza [4].

Matematičko-grafički način koristi Helmertovu metodu transformacije za priključivanje modela na model pomoću veznih točaka, a izjednačenje se izvodi grafički.

Za sitnija, a i krupnija, mjerila kartiranja danas je u svijetu već ustaljena metoda blok-aerotriangulacije kao najekonomičnije (Ackermann, Schut, Schenk i dr.). Kod te metode pojedinačni modeli povezuju se pomoću prostorne transformacije u niz, a nizovi u blok. Zatim se cijeli blok transformira i izjednači sa svim zadanim točkama.

Međutim za obradu aerotrianguliranog niza sve se više koriste analitička rješenja uz pomoć elektroničkih računala.

Često je potrebno kartirati uže a duguljasto područje (projektiranje prometnica) gdje se koristi aerotriangulacija niza, koja je i inače jednostavnija.

Aerotriangulacija se izvodi:

a) metodom neovisnih stereoparova, pri čemu se mjerenja sastoje u određivanju koordinata nadirne točke, relativne orijentacije, mjerenja veznih točaka, te indirektnog određivanja modelnih koordinata projekcionih središta,

\* Adresa autora: Ana Brukner dipl. inž, Geodetski fakultet Zagreb, Kačićeva 26.

b) metodom priključivanja modela na model preko visine jedne dobro definirane točke u blizini nadira i još dvije točke u nadirnom profilu, koje su također prikladni topografski detalji. Te su točke smještene simetrično na prvu točku u gornjem i donjem dijelu snimka. Ovi se detalji čitaju i u narednom modelu, a kasnije služe za transformaciju modela na model. To je ujedno i nedostatak ove metode jer je postavljanje mjerne markice na isti detalj ponekad otežano uslijed nejednakog preslikavanja na susjednom snimku ( utjecaj osvjetljenja, iradijacije i upadnog kuta).

Idealno bi bilo da su vezne točke signalizirane, međutim to bi nesrazmjerno poskupilo troškove snimanja zbog znatno povećanih pripremnih radova, pa se takav postupak ne koristi. Zamjena za signalizirane točke u slučaju područja pod šumom, vodom ili pustinjskim krajevima su pikirane vezne točke. Točke se pikiraju u nadirnom profilu pomoću markatora (instrumenta za pikiranje), npr. PUG Wild.

Da bi se postigli što bolji rezultati u obradi aerotrianguliranog niza, potrebno je već ranije zadovoljiti niz faktora:

- plan leta treba biti dobro projektiran [3].
- izbor orijentacionih točaka i njihova signalizacija u čvorovima, te optimalan razmak čvorova,
- vrijeme snimanja,
- fotografska obrada snimljenog materijala,
- geodetsko određivanje orijentacionih točaka,
- kvalitetan stereoinstrument,
- optimalna relativna orijentacija i optimalno priključivanje modela, te opservacija točaka u jednom girusu [5] [Nutarnja i relativna orijentacija snimaka, 156], [6].

## ANALITIČKO IZJEDNAČENJE

Ovdje će biti obrađeno analitičko izjednačenje aerotrianguliranog niza priključivanjem modela na model pomoću veznih točaka. Program [8] rješava ovaj zadatak, a izrađen je u programskom jeziku FORTRAN za elektroničko računalo UNIVAC 1110 i u jeziku BASIC za računalo HP Sistem 45.

U Zavodu za fotogrametriju Geodetskog fakulteta, aerotriangulacija se obavlja opservacijom na univerzalnom projekcionom stereoinstrumentu Autografu A7 Wild. Upotrebu elektroničkog računala pojednostavnjuje i ubrzava korištenje registratora modelnih koordinata EK-22 koji je direktno priključen na autograf. Tako je omogućeno automatsko registriranje koordinata na kartice. Računanje se provodi na računalu HP Sistem 45. Program je prilagođen tim uvjetima.

Za izradu programa korištene su formule prema [7], a temelje se na sličnim razmatranjima i drugih autora (Gruber, Schwiedefsky, Van der Weele i dr.). Formule se baziraju na određenim zakonitostima sistematskih pogrešaka i deformacijama koje se pojavljuju u aerotrianguliranom nizu. U njima se definiraju jednadžbe pogrešaka izražene u obliku polinoma s nepoznatim koeficijentima. Koeficijenti se mogu izračunati uz pomoć zadanih točaka po metodi naj-

manjih kvadrata formiranjem i rješavanjem normalnih jednadžbi. Uz pretpostavku da može biti i duljih nizova, za obuhvaćanje deformacija uzeti su polinomi do trećeg stupnja, a pretpostavljaju zakrivljenost u obliku slova »S« s točkom infleksije.

Pri izvođenju formula polazi se od pretpostavke da je prvi model apsolutno orijentiran, da je sveden na određeno mjerilo i da se x-os niza približno podudara sa x-osi instrumenta. Kao ishodište koordinatnog sustava  $x_0, y_0$  uzima se središte prvog modela. Koordinate točaka ostalih modela transformiraju se u koordinatni sustav prvog modela pomoću veznih točaka. Vezne točke se odabiru i čitaju u nadirnom poprečnom profilu. Pomoću Helmertove transformacije transformiraju se geodetske koordinate svih zadanih orijentacionih točaka u modelne koordinate prvog modela. Na taj je način moguće dobiti stvarna odstupanja zadanih točaka po koordinatama x, y i z tj.  $\Delta x, \Delta y$  i  $\Delta z$ .

Pomoću koordinata središta zadnjeg modela  $x_n, y_n$  može se izračunati kut  $\alpha$ , što ga čine x-os niza i x-os instrumenata:

$$d = \operatorname{tg} \alpha = \frac{y_n - y_0}{x_n - x_0}$$

Za dulje nizove potrebno je imati u prvoj i drugoj trećini niza zadane orijentacione točke zbog nelinearnog prirasta sistematskih pogrešaka.

#### Jednadžbe pogrešaka

a) za visine:

$$\Delta z_1 = a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x (y - y_0 - x d) + a_4 x^3 \quad (1a)$$

— utjecaj uzdužnog nagiba, uzdužnog savijanja i poprečnog izvijanja niza,

$$\Delta z_2 = (z - z_0) (c_1 + c_2 x + c_3 x^2) \quad (1b)$$

— utjecaj pogreške mjerila.

Ukupna pogreška:

$$\Delta z = \Delta z_1 + \Delta z_2 \quad (1)$$

b) za apscise:

$$\Delta x_1 = \Delta z^2 / x \quad (2a)$$

— utjecaj uzdužnog savijanja niza,

$$\Delta x_2 = -(z - z_0) [a_1 + 2a_2 x + a_3 (y - y_0 - x d) + 3a_4 x^2] \quad (2b)$$

— topografska korekcija,

$$\Delta x_3 = y^2 / x - (y - y_0 - x d) (b_1 + 2b_2 x + 3b_3 x^2) \quad (2c)$$

— utjecaj azimutalnog skretanja niza,

$$\Delta x_4 = c_1 x + c_2 x^2 + c_3 x^3 \quad (2d)$$

— utjecaj pogreške mjerila.

Ukupna pogreška:

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \Delta x_4 \quad (2)$$

c) za ordinate:

$$\Delta y_1 = b_1 x + b_2 x^2 + b_3 x^3 \quad (3a)$$

— azimutalno skretanje niza,

$$\Delta y_2 = -(z - z_0) a_3 x \quad (3b)$$

— topografska korekcija,

$$\Delta y_3 = (y - y_0) x d (c_1 + c_2 x + c_3 x^2) \quad (3c)$$

— utjecaj pogreške mjerila.

Ukupna pogreška:

$$\Delta y = \Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3 \quad (3)$$

## POSTUPAK RAČUNANJA

Postupak računanja je iterativan odn. postupan. Pretpostavlja se da su izvorne modelne koordinate dane u koordinatnom sustavu prvog modela, da su zadane geodetske koordinate također transformirane u taj sustav i da su izračunata odstupanja:

$$\Delta x_i = X_{gm} - X_{fm}, \quad \Delta y_i = Y_{gm} - Y_{fm} \quad i \quad \Delta z_i = H_{gm} - H_{fm}$$

*Računanje se odvija slijedećim redoslijedom:*

1. U formuli (1) za visinske pogreške najznačajniji je utjecaj uzdužnog savijanja i poprečnog izvijanja niza, tj. formula (1a) dok se pogreška  $\Delta z_2$  može u prvi mah zanemariti. Na taj se način dobiju jednadžbe pogrešaka oblika:

$$\Delta z_1 = a'_1 x_1 + a'_1 x_1^2 + a'_3 x_1 (y_1 - y_0 - x_1 d) + a'_4 x_1^3$$

Uz pretpostavku da je zadanih točaka više od minimuma, mogu se formirati normalne jednadžbe, a njihovim rješenjem dobiti približne vrijednosti koeficijenta  $a'_1$ ,  $a'_2$ ,  $a'_3$  i  $a'_4$ .

2. U formuli (3) za odstupanja ordinata, dominantan je utjecaj azimutalnog skretanja niza, tj. formula (3a), dok se ostale pogreške ponajprije mogu zanemariti.

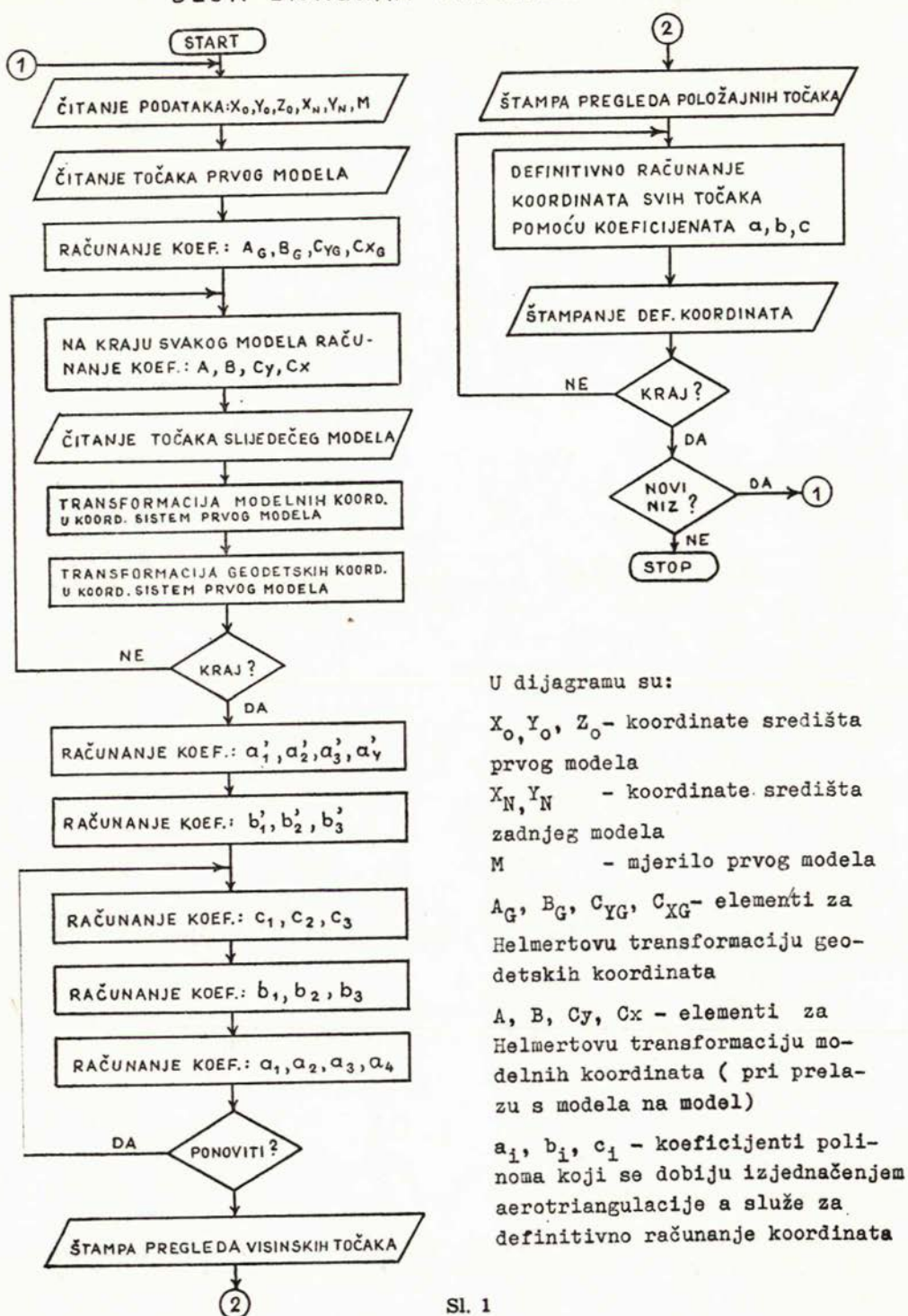
Jednadžbe pogrešaka tada glase:

$$\Delta y_1 = b'_1 x_1 + b'_2 x_1^2 + b'_3 x_1^3$$

a iz njih se formiraju normalne jednadžbe i njihovim rješenjem dobiju približne vrijednosti koeficijenta  $b$ , tj.  $b'_1$ ,  $b'_2$  i  $b'_3$ .

3. S izračunatim koeficijentima  $a$  i  $b$ , odnosno  $a'$  i  $b'$  mogu se korigirati početne vrijednosti apscisa (modelnih koordinata  $x$ ) zadanih točaka koristeći for-

## BLOK DIJAGRAM PROGRAMA



mule (2a), (2b) i (2c). Pritome se  $\Delta z$  može izračunati pomoću formule (1a) a  $\Delta y$  pomoću formule (3a) i (3b). U pogreški  $\Delta x$  tada preostaje utjecaj pogreške mjerila (2d), pa jednadžbe pogrešaka glase:

$$\Delta x_1 = c_1 x_1 + c_2 x_1^2 + c_3 x_1^3$$

Formiranjem i rješavanjem normalnih jednadžbi dobivaju se definitivne vrijednosti koeficijenata  $c$ , tj.  $c_1$ ,  $c_2$  i  $c_3$ .

4. Koristeći koeficijente  $c$  i koeficijent  $a'_3$  u formulama (3c) i (3b) korigiraju se početne vrijednosti modelnih koordinata  $y$ . Time se jednadžba pogreške (3) za ordinate svodi na formulu (3a), tj. na oblik:

$$\Delta y_1 = b_1 x_1 + b_2 x_1^2 + b_3 x_1^3$$

Formiranjem i rješavanjem normalnih jednadžbi dobivaju se konačne vrijednosti koeficijenata  $b$ , tj.  $b_1$ ,  $b_2$  i  $b_3$ .

5. Koristeći definitivne vrijednosti koeficijenata  $c$  i formulu (1b) korigiraju se početne vrijednosti za modelne koordinate  $z$ , a jednadžba (1) svodi se na (1a), tj. jednadžbe pogrešaka bi bile:

$$\Delta z_1 = a_1 x_1 + a_2 x_1^2 + a_3 x_1 (y_1 - y_0 - x_1 d) + a_4 x_1^3,$$

iz kojih se formiranjem i rješavanjem normalnih jednadžbi dobiju konačne vrijednosti koeficijenata  $a$ , tj.  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  i  $a_4$ .

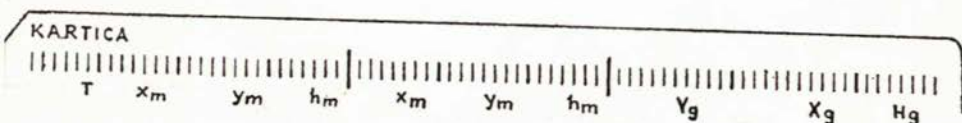
U nekim je slučajevima potrebno postupke od 3. do 5. ponoviti, kako bi koeficijenti dobili stabilne vrijednosti i kako bi se u navedenim formulama približne vrijednosti zamijenile praktički točnim vrijednostima. Uz pomoć definitivnih vrijednosti koeficijenata mogu se izračunati preostala odstupanja po visini i koordinatama, pa prema tome i konačne vrijednosti modelnih koordinata. Na slici 1. dan je blok dijagram programa iz kojeg se vidi tok obrade podataka za izjednačenje aerotrianguliranog niza pomoću elektroničkog računala.

### Priprema podataka na karticama

Fotogrametrijski niz predstavljen je nizom kartica, na čelu s uvodnom karticom i na kraju sa završnom karticom. Uvodna kartica sadrži slijedeće podatke:  $x_0$ ,  $y_0$ ,  $z_0$ ,  $x_n$ ,  $y_n$  i  $M$  gdje su,

- $x_0$ ,  $y_0$  modelne koordinate središta prvog modela
- $z_0$  srednja visina prvog modela
- $x_n$ ,  $y_n$  modelne koordinate središta zadnjeg modela
- $M$  mjerilo modela

Sve ostale kartice imaju radi jednostavnosti isti format pri čemu je osnovni princip da se podaci jedne točke buše na jednoj kartici, bez obzira o kakvoj se točki radi (sl. 2).



Sl. 2



Prva četiri podatka na kartici odnose se na modelne koordinate točke, tj. njen broj, te  $x_m$ ,  $y_m$  i  $h_m$ , a registriraju se za svaku točku preko EK-22. Slijedeća tri polja služe za upisivanje modelnih koordinata veznih točaka čitanih u slijedećem modelu. Zadnja tri polja služe za upisivanje geodetskih koordinata zadanih točaka:  $Y_g$ ,  $X_g$  i  $H_g$ , i to samo onih koje će služiti za izjednačenje.

Ako je neka točka dobro određena položajno a visinski nije upisuju se samo koordinate  $Y_g$ ,  $X_g$ , a visina se izostavlja. Isto tako se može upisati samo visina, ako je točka položajno nesigurna. Za ostale točke ta su polja prazna. Koordinate veznih točaka i geodetske koordinate dobušuju se na bušaču kartica. Kartice s veznim točkama stavljaju se na kraju svakog modela. Završna kartica sadrži umjesto broja točke  $\emptyset$  ili  $-1$ .  $\emptyset$  znači da slijedi još jedan niz s odgovarajućim karticama, a  $-1$  da nema daljnjih nizova, tj. da se obrada završava. U tabeli »Ispis ulaznih podataka«, prikazani su podaci koji su bušeni na karticama.

### Izjednačenje niza

Izjednačenje niza izvodi se u tri dijela. U prvom dijelu javlja se na ekranu ili štampaču Tabela 1, i to posebno za koordinate X, Y i H. U tabeli su vidljivi: T — broj točke,  $X_{fm}$ ,  $Y_{fm}$ ,  $H_{fm}$  — početne modelne koordinate u koordinatnom sustavu prvog modela,  $w_1$  — početna odstupanja ovih koordinata u odnosu na zadane geodetske koordinate,  $X_c$ ,  $Y_c$ ,  $H_c$  — konačne koordinate nakon izjednačenja,  $w_2$  — konačna odstupanja nakon izjednačenja,  $X_{gm}$ ,  $Y_{gm}$ ,  $H_{gm}$  — koordinate zadanih točaka, tj. geodetske koordinate tih točaka transformirane u koordinatni sustav prvog modela. Tabela prikazuje ove parametre posebno za koordinatu X, za koordinatu Y i visinu H.

Iz početnih odstupanja  $w_1$  može se odmah uočiti dali postoji gruba pogreška (pogrešna modelna ili geodetska koordinata). Ako su zadane točke dobro raspoređene u nizu, odstupanja  $w_1$  imaju logičan slijed rasta. Gruba pogreška pojedine točke se ispravlja vrlo jednostavno. Izdvoji se kartica sa pogrešnim podacima. Na bušaču se izbuše novi ispravni podaci i kartica se umeće na svoje mjesto. Računanje se tada mora ponoviti.

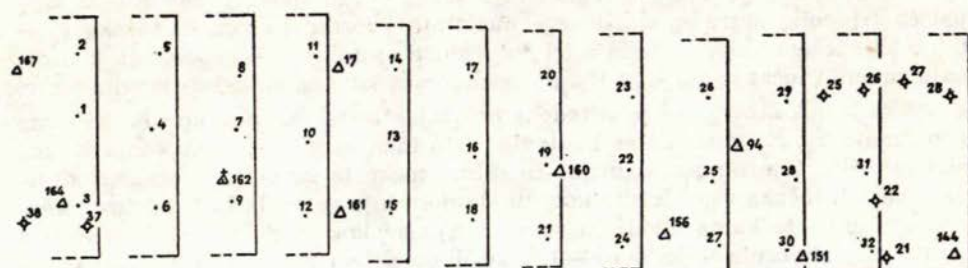
Ispis ovih podataka na ekran je vrlo pogodan za vrijeme računanja. Ako se smatra da su podaci u redu, računanje se može nastaviti. U drugoj fazi (vidi Tabela 2) ispisuju se rezultati računanja zadanih točaka. Posebno za visine, a posebno za položajne koordinate s odgovarajućim odstupanjima. Ova odstupanja su sada izražena u stvarnim iznosima, tj. u geodetskim koordinatama. U prvoj tabeli za visine ispisane su početne visine i početna odstupanja, konačne visine, zadane visine i konačna odstupanja. Ispod toga ispisana je i srednja pogreška  $M_h$ . Za položajne točke ispisane su u gornjem redu početne modelne koordinate  $x_m$ ,  $y_m$  i izjednačene modelne koordinate  $x_c$ ,  $y_c$ , a u donjem redu izjednačene modelne koordinate  $x_c$ ,  $y_c$  transformirane u geodetske  $Y_c$ ,  $X_c$  i zadane geodetske koordinate  $Y_g$ ,  $X_g$ , te odstupanja  $v_y$ ,  $v_x$ . Na kraju je ispisana srednja pogreška  $M_s$  položajnih odstupanja.

Srednje pogreške se računaju po formulama:

$$\text{za visine: } M_h = \pm \sqrt{\frac{[v_h v_h]}{n - 7}}$$



## SKICA NIZA

TABELA 1  
IZJEDNACENJE:

X					
T	Xfm	w1	Xc	w2	Xgm
10038	7.67	-.02	7.69	-.04	7.65
20164	111.01	.02	111.00	.03	111.03
20167	-37.53	.00	-37.54	.01	-37.53
20017	875.13	-.23	874.93	-.04	874.90
20161	897.03	-.08	896.89	.05	896.94
20160	1525.66	-.21	1525.47	-.03	1525.45
20094	2015.77	-.19	2015.59	-.00	2015.58
10028	2607.82	-.34	2607.54	-.05	2607.48
20144	2643.82	.45	2644.26	.01	2644.27
10021	2447.52	.38	2447.84	.06	2447.90
10027	2472.81	-.34	2472.47	.00	2472.47
Y					
T	Yfm	w1	Yc	w2	Ygm
10038	760.47	-.01	760.52	-.06	760.46
20164	826.34	.02	826.38	-.02	826.36
20167	1195.41	-.01	1195.37	.04	1195.40
20017	1239.98	-.04	1240.01	-.06	1239.95
20161	829.68	.16	829.78	.06	829.84
20160	985.63	.30	985.91	.03	985.94
20094	1066.30	.58	1066.91	-.03	1066.88
10028	1237.59	1.30	1238.93	-.05	1238.88
20144	803.68	1.44	805.07	.05	805.12
10021	779.98	1.16	781.09	.06	781.15
10027	1260.52	1.09	1261.66	-.05	1261.61
H					
T	Hfm	w1	Hc	w2	Hgm
10038	150.50	.01	150.48	.03	150.51
20167	148.80	.02	148.88	-.06	148.82
20017	144.80	.76	145.45	.11	145.56
20161	149.10	.44	149.69	-.15	149.54
20160	141.20	4.21	145.40	.01	145.41
20156	137.00	6.71	143.63	.08	143.71
20094	168.70	8.77	177.47	-.08	177.47
10025	129.80	11.55	141.42	-.07	141.35
10028	123.90	16.52	140.33	.09	140.42
20144	125.30	16.52	141.83	-.01	141.82
10027	127.50	14.48	142.04	-.06	141.98

Tabela 2

AEROTRIANGULACIJA NIZA MODELA

ZADATAK: D. DUBRAVA

NIZ: 663 STEREOPAROVI: 9319, 9321

ZADANE VISINSKE TOCKE

T	hf	Dh	Hm	Hg	Vh
10038	150.50	-.02	150.48	150.51	.03
20167	148.80	.08	148.88	148.82	-.06
20017	144.80	.65	145.45	145.56	.11
20161	149.10	.59	149.69	149.54	-.15
20160	141.20	4.20	145.40	145.41	.01
20156	137.00	6.63	143.63	143.71	.08
20094	168.70	8.77	177.47	177.47	-.00
10025	129.80	11.62	141.42	141.35	-.07
10028	123.90	16.43	140.33	140.42	.09
20144	125.30	16.53	141.83	141.82	-.01
10027	127.50	14.54	142.04	141.98	-.06
			Mh=		.13

ZADANE POLOZAJNE TOCKE

T	xm Yc	ym Xc	xc Yg	yc Xg	vy	vx
10038	6007.67	760.47	6007.68	760.52		
	92201.32	33704.25	92201.20	33704.05	-.12	-.20
20164	6111.01	826.34	6111.00	826.38		
	92556.75	33905.64	92556.85	33905.56	.10	-.08
20167	5962.47	1195.41	5962.46	1195.37		
	92126.18	35160.02	92126.21	35160.14	.03	.12
20017	6875.13	1239.98	6874.93	1240.01		
	95172.19	35150.40	95172.06	35150.21	-.13	-.19
20161	6897.03	829.68	6896.89	829.78		
	95174.17	33780.65	95174.34	33780.84	.17	.19
20160	7525.66	985.63	7525.47	985.91		
	97294.24	34191.49	97294.16	34191.59	-.08	.10
20094	8015.77	1066.30	8015.59	1066.91		
	98940.24	34376.21	98940.22	34376.11	-.02	-.10
10028	8607.82	1237.59	8607.54	1238.93		
	100941.13	34846.32	100940.93	34846.16	-.20	-.16
20144	8643.82	803.68	8644.25	805.07		
	100988.12	33395.31	100988.17	33395.48	.05	.17
10021	8447.52	779.98	8447.84	781.09		
	100329.95	33349.52	100330.16	33349.71	.21	.19
10027	8472.81	1260.52	8472.47	1261.66		
	100495.33	34945.44	100495.32	34945.27	-.01	-.17
			Ms=			.19

$$\text{za položaj: } Ms = \pm \sqrt{\frac{[v_x v_x] + [v_y v_y]}{2n - 10}}$$

U koliko su odstupanja zadovoljavajuća računanje se može nastaviti. U protivnom je potrebno analizirati pogreške i utvrditi porijeklo pogrešaka, te zadane točke promijeniti, izbaciti ili uvrstiti nove zadane točke.

U trećoj fazi računanja je ispis definitivnih koordinata svih točaka. Ispisuje se broj točke, koordinata Y, X i H. Nakon toga se još kontroliraju koordinate zadanih geodetskih točaka koje nisu ušle u izjednačenje. Također se kontroliraju koordinate nadirnih točaka, koje se čitaju za kontrolu u svakom modelu. Time se kontrolira kvaliteta priključka modela na model.

## ZAKLJUČAK

Aerotriangulacijom omogućena je fotogrametrijska izmjera terena na kojima nema dovoljno orijentacionih točaka, bilo zbog nedostupnosti terena, bilo zbog materijalnih ušteta. Kod aerotriangulacije niza zahtijeva se da zadane točke budu u čvorovima na početku i kraju niza, te točke na prvoj i drugoj trećini. Upotrebom automatske registracije podataka na kartice, dobivaju se ulazni podaci za analitičko izjednačenje pomoću elektroničkog računala. Automatska registracija na kartice ima slijedeće prednosti:

- ubrzava pripremu podataka
- otpadaju pogreške zapisivanja, bušenja i dr.
- omogućuje jednostavnu zamjenu kartica tj. pogrešnih podatka s ispravima.

Opisana metoda računanja na elektroničkom računalu (HP-45) omogućuje:

- jednostavan postupak koji ne zahtijeva specijalno znanje
- brzo dobivanje rezultata
- veću točnost rezultata
- omogućuje uvid u tok programa, te prekid računanja, ispravljanja pogrešaka i ponovno računanje, tj. omogućuje eksperimentiranje i računanje većeg broja varijanti u kratkom roku.

Program za računanje ovog zadatka pisan je u BASIC-u i FORTRAN-u te se jednostavno može aplicirati i na drugim računalima.

## LITERATURA

- [1] Ackermann, F.: »Ein Verfahren zur programmgesteuerten Ausgleichung von Triangulationsstreifen«, BuL 1961, str. 108—123.
- [2] Albertz, J.: »Blocktriangulation mit Einzelbildern«, DKG, Reihe C, Heft 92, 1966.
- [3] Braum, F.: »Fotogrametrijsko snimanje«, Sveučilište u Zagrebu, 1973.
- [4] Braum, F.: »Grafičko rješenje i izjednačenje aeropolygoniranog niza sitnog mjerila«, Zbornik radova Geodetskog fakulteta, Publikacija br. 5, Zagreb, 1968.
- [5] Braum, F.: »Orijentacija snimaka II«, Sveučilište u Zagrebu, 1976.

- [6] Braum, F.: »Teorija stereofotogrametrijskih pogrešaka«, Zbornik radova Geodetskog fakulteta, Publikacija br. 7, Zagreb 1970.
- [7] Brucklacher, W.: »Zur räumlichen Aerotriangulation von Bildstreifen«, DGK, Reihe A, Nr. 34/I.
- [8] Brukner, M.: »Program AERONIZ za izjednačenje aerotriangulacije niza modela«.

## SAŽETAK

U ovom članku opisana je analitička metoda izjednačenja aerotrianguliranog niza po [7] sa odgovarajućim programom u FORTRAN-u i BASIC-u (HP System 45). Sve opažane točke se uz pomoć EK-22 automatski registriraju i buše na kartice tj. svaka točka ima svoju karticu. Geodetske koordinate za orijentacione točke se dobušuju. Sve koordinate se transformiraju u koordinatni sistem prvog modela.

Tabela I prikazuje te koordinate i odgovarajuća odstupanja. Iz tih odstupanja se može zaključiti da li treba program zaustaviti i ispraviti pogreške ili ga se može dalje proslijediti.

Tabela II prikazuje konačne koordinate i odstupanja za orijentacione točke. Na kraju su ispisane koordinate za sve sračunate točke.

## ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Artikel ist die analytische Methode für Aerotriangulation von Bildstreifen nach [7] und ein entsprechendes Programm in FORTRAN (UNIVAC) und BASIC (HP System 45) beschrieben. Alle gemessene Punkte werden dabei auf Lochkarten mit EK-22 automatisch registriert; jeder Punkt auf seine eigene Karte. Die geodätischen Koordinaten werden für die Passpunkte dazugelegt. Alle Koordinaten werden in die Modellkoordinaten des ersten Modells transformiert.

Die Tabelle I zeigt am Bildschirm diese Koordinaten und die entsprechenden Abweichungen. Damit kann man entscheiden, ob der Programmablauf wegen Fehler eingestellt werden soll oder weiter fortgesetzt wird.

Die Tabelle II zeigt die endgültigen Koordinaten und Abweichungen für die Passpunkte.

Am Ende werden alle Punkte berechnet und gedrückt.

Primljeno: 1980-12-10