

STANISŁAW DĄBROWSKI
JAN ZIOBRO

Pole testowe dla geometrycznej korekcji wielkoskalowych zdjęć fotogrametrycznych

Zarys treści. W pracy przedstawiono koncepcję, sposób realizacji i zastosowanie fotogrametrycznego pola testowego do wyznaczania parametrów korekcji geometrycznej zdjęć lotniczych stosowanych do opracowań numerycznych i wielkoskalowych. Omówiono wyniki przeprowadzonych badań i system programów umożliwiające wykorzystanie pola testowego do podwyższenia dokładności opracowań numerycznych:

1. Wstęp

W poszukiwaniu sposobów doskonalenia procesu numerycznych opracowań zdjęć lotniczych szczególną uwagę należy poświęcić geometrycznej charakterystyce zdjęć, gdyż determinuje ona dokładność możliwą do uzyskania w wyniku ich opracowania.

Stałość elementów orientacji wewnętrznej i brak deformacji materiału fotograficznego są w praktyce osiąmane jedynie z pewnym przybliżeniem. W przypadku uszkodzenia kamery, użycia nie sprawdzonego filmu bądź popełnienia znacznych błędów w jego obróbce, cechy geometryczne zdjęć mogą ulec takim zmianom, że zdjęcia te powinny być wyeliminowane z opracowania. Informacja o geometrycznej jakości zdjęć powinna być uzyskana w początkowej fazie opracowania. Pozwoli to uniknąć zbędnego nakładu pracy i kosztów.

Okresowe kalibrowanie kamer lotniczych, stosowanie selekcyonowanych materiałów fotograficznych oraz jednolity proces obróbki fotochemicznej i przechowywania zdjęć, pozwalają na wyznaczenie parametrów geometrycznej deformacji obrazu i korygowanie ich w procesie opracowania numerycznego. Jeżeli jednak deformacje zdjęć są zmienne, co może mieć miejsce w warunkach ograniczonej możliwości częstego kalibrowania kamer, ograniczeń importu filmów lotniczych, braku automatycznej linii obróbki zdjęć itp., wprowadzenie takich standardowych korekcji nie wystarcza, niedostatecznie bowiem eliminuje wpływ zmiennych deformacji.

Przed kilkoma laty w Zakładzie Fotogrametrii IGiK powstała koncepcja stworzenia pola testowego umożliwiającego kontrolę i korekcję

zdjęć przeznaczonych do wykonywania aerotriangulacji i innych opracowań numerycznych oraz zwiększenia niezawodności i podniesienia dokładności tych opracowań.

2. Koncepcja pola testowego

Podstawą koncepcji pola testowego było założenie, że pomiędzy obiektem a jego obrazem na nie zdeformowanym zdjęciu istnieje zależność geometryczna wynikająca z rzutu środkowego, a odchylenia od tej zależności na zdjęciu rzeczywistym są deformacjami. Różnice pomiędzy geometrycznym przekształceniem punktów obiektu na płaszczyznę zdjęcia a rzeczywistym położeniem obrazu tych punktów na konkretnym zdjęciu są sumą wszystkich deformacji obrazu. Przekształcenie punktów obiektu na płaszczyznę zdjęcia jest uwarunkowane znajomością położenia środka rzutów i płaszczyzny zdjęcia w układzie, w którym są wyrażone współrzędne określające położenie punktów obiektu. W praktyce takie elementy orientacji zewnętrznej zdjęcia będą wyznaczone na podstawie wybranych punktów obiektu.

Pole testowe dla wyznaczania deformacji powinno być więc obiektem posiadającym możliwie dużą liczbę punktów o określonym jak najdokładniej położeniu w jednym układzie współrzędnych, rozmieszczonych tak, aby mogły odwzorować się na całej powierzchni zdjęcia. Ponadto przyjęto założenie następujące: jeżeli deformacje wyznaczone na podstawie zdjęcia pola testowego wykonanego tą samą kamerą, na tym samym filmie, w podobnej skali i w podobnych warunkach atmosferycznych co zdjęcia produkcyjnego obiektu, a film wywołano, wysuszono i przechowywano w tych samych warunkach, to deformacje określone na podstawie pola testowego można przypisać również zdjęciom wykonanym dla obiektu produkcyjnego i odpowiednio je skorygować w procesie numerycznego opracowania. Oczywiście założenie, że pole testowe znajduje się wewnątrz obiektu podlegającego opracowaniu i będzie odfotografowane wielokrotnie podczas wykonania zdjęć tego obiektu jest dla zastosowań praktycznych nie do przyjęcia. Możliwym do spełnienia jest natomiast założenie, że pole testowe może być sfotografowane przed rozpoczęciem zdjęć obiektu i po ich zakończeniu. Pozwoli to na wyznaczenie średnich deformacji, zbliżonych do takich, jakimi są obarczone zdjęcia obiektu produkcyjnego.

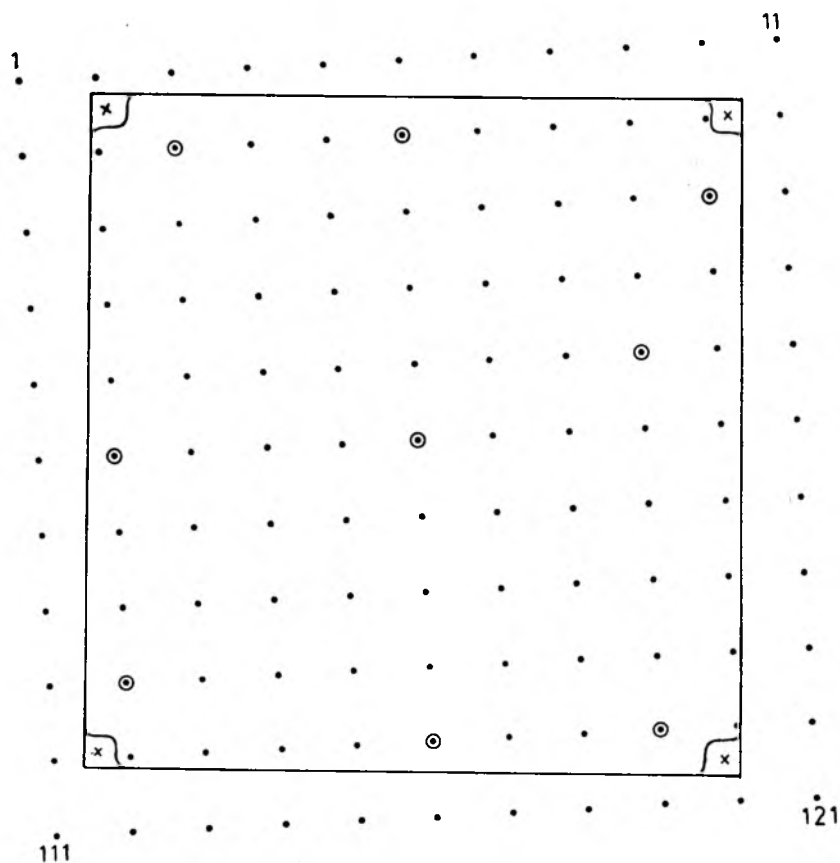
Praktyczne względy wprowadziły dalsze ograniczenia w projekcie pola testowego. Przyjęto mianowicie, że pole użyteczne do testowania zdjęć w różnych skalach byłoby zbyt kosztowne. Zdecydowano więc, że będzie miało ono rozmiary i zagęszczenie punktami odpowiadające przeciętnej skali zdjęć dla opracowań wielkoskalowych tj. około 1:5 000 i powierzchnię odpowiadającą zasięgowi jednego zdjęcia. Trudności ze zlokalizowaniem takiego pola sprawiły, że zostało ono zlokalizowane w tere-

nie o niewielkich deniwelacjach, utracono przez to możliwość wykorzystania pola do badania ewentualnych zmian położenia środka rzutów kamery.

3. Realizacja koncepcji pola testowego

Widząc potrzebę podnoszenia dokładności i niezawodności opracowań, Państwowe Przedsiębiorstwo Geodezyjno-Kartograficzne w Warszawie przy współpracy z innymi jednostkami podjęło prace nad realizacją tej koncepcji, powierzając Instytutowi Geodezji i Kartografii jej rozwinięcie i przeprowadzenie niezbędnych prac badawczych.

W terenie o deniwelacjach nie przekraczających 10 m, na powierzchni około 1,2 km² założono regularną sieć punktów pola testowego, tworzącą w przybliżeniu siatkę kwadratów (rys. 1). Obecnie te punkty są zastabilizowane płytami betonowymi o wymiarach 100×100×30 cm. Na



Rys. 1. Schemat rozmieszczenia punktów pola testowego i zasięgu zdjęcia w skali około 1:5000

plytach są namalowane centrycznie sygnały w kształcie tzw. krzyża maltańskiego, a środek każdej płyty zastabilizowany jest precyzyjnie. Położenie wszystkich 121 punktów pola pomierzono w jednolitej sieci linio-wo-kątowej, wyznaczając ich położenie w układzie lokalnym. Błąd położenia punktów w sieci nie przekracza ± 10 mm. Takie pole testowe pozwala na wykonanie zdjęcia fotogrametrycznego o formacie 230×230 mm, w skali około 1:5 000, na którym odfotografuje się od kilkudziesięciu do 121 sygnalizowanych fotopunktów regularnie rozmieszczonych w obszarze całego zdjęcia. Błąd położenia punktów pola wyrażony w skali zdjęcia nie przekracza w tej sytuacji $\pm 2 \mu\text{m}$.

4. Podstawy teoretyczne wyznaczania deformacji zdjęć

Do zagadnienia wyznaczania deformacji i ich korekcji można podejść alternatywnie, przyjmując że w wyniku wpasowania zdjęcia w punkty pola testowego otrzymujemy odchyłki będące numerycznymi wielkościami deformacji lub, że przed wpasowaniem zdjęcia wprowadzamy wszystkie (lub niektóre) standardowo stosowane w procesie opracowania wstępnego korekcje, a na podstawie punktów pola testowego poszukujemy sumy deformacji szczytkowych wynikających z różnic pomiędzy uwzględnionymi wielkościami standardowymi a rzeczywistymi.

Podstawowym zadaniem przy poszukiwaniu wielkości deformacji jest odtworzenie elementów orientacji zewnętrznej zdjęcia w układzie, w którym jest określone położenie punktów pola testowego. Niewiadomymi są wówczas współrzędne środka rzutów X_s, Y_s, Z_s , oraz kąty obrotu zdjęcia wokół osi równoległych do układu współrzędnych ω, φ, κ . Wyznaczenie tych niewiadomych otrzymujemy w wyniku przestrzennego fotogrametrycznego wcięcia wstecz. Związek pomiędzy położeniem punktów w terenie i położeniem odpowiadających im punktów na zdjęciu a elementami orientacji zewnętrznej zdjęcia możemy ogólnie zapisać jako:

$$\mathbf{X}_i - \mathbf{X}_s = m_i \cdot \mathbf{A}_{\omega\varphi\kappa} \mathbf{x}_i \quad (1)$$

gdzie

\mathbf{X}_s — współrzędne wektora określającego położenie środka rzutów,

\mathbf{X}_i — współrzędne wektora określającego położenie i -tego punktu pola,

m_i — współczynnik wyrażający skalę odwzorowania punktu i na zdjęciu,

$\mathbf{A}_{\omega\varphi\kappa}$ — macierz ortogonalna o elementach zawierających funkcje kątów obrotu ω, φ, κ ,

\mathbf{x}_i — współrzędne wektora określającego położenie obrazu punktu i w układzie kamery.

Wprowadzając przybliżone współrzędne środka rzutów i kątowych elementów orientacji będziemy poszukiwać jedynie małych przyrostów

tych niewiadomych, co pozwoli nam na linearyzację równania (1). Ponieważ liczba punktów będzie przekraczać niezbędną do wyznaczenia, poszukując najprawdopodobniejszych wartości niewiadomych przyjmujemy warunek minimum sumy kwadratów poprawek do obserwowanych wartości współrzędnych tłowych.

Równania poprawek możemy ogólnie zapisać w postaci

$$\begin{aligned} v_{xi} &= k_1 dX_s + k_2 dY_s + k_3 dZ_s + k_4 d\omega + k_5 d\varphi + k_6 d\kappa + l_{xi} \\ v_{yi} &= k_7 dX_s + k_8 dY_s + k_9 dZ_s + k_{10} d\omega + k_{11} d\varphi + k_{12} d\kappa + l_{yi} \end{aligned} \quad (2)$$

W równaniach tych l_{xi} , l_{yi} wyrażają wartości wyrazów wolnych równań poprawek.

W wyniku procesu iteracyjnego obejmującego w każdym cyklu obliczenie nowych wartości przybliżonych, obliczenie współczynników równań, utworzenie równań normalnych i ich rozwiązanie, otrzymamy ostateczne wartości X_s , Y_s , Z_s , ω , φ , κ . Współczynnikami przy niewiadomych $l_{:j}$ ($j = 1, 2, \dots, 12$) są obliczone na podstawie aktualnych przybliżeń elementów orientacji zewnętrznej X_s^0 , Y_s^0 , Z_s^0 , ω^0 , φ^0 , κ^0 , wartości pochodnych cząstkowych funkcji $x_i = f_1(X_s^0, Y_s^0, Z_s^0, \omega^0, \varphi^0, \kappa^0)$ oraz $y_i = f_2(X_s^0, Y_s^0, Z_s^0, \omega^0, \varphi^0, \kappa^0)$, których postać wynika z wzoru (1).

Znając elementy orientacji zewnętrznej zdjęcia i współrzędne punktu w układzie terenowym możemy obliczyć współrzędne, jakie powinien mieć jego obraz na zdjęciu

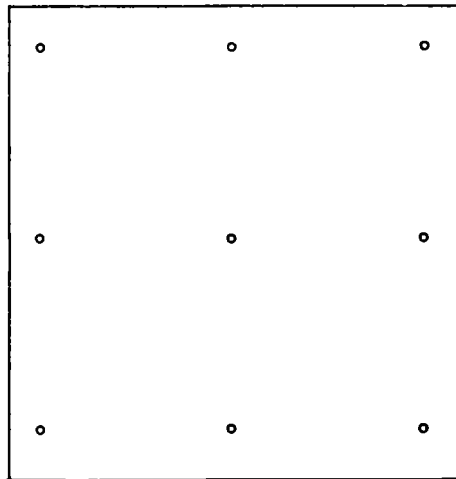
$$\mathbf{x}_p = M_p \cdot \mathbf{R} \cdot (\mathbf{X}_p - \mathbf{X}_s) \quad (3)$$

gdzie

- \mathbf{x}_p — współrzędne wektora obrazu punktu p w układzie kamery,
- M_p — współczynnik skali odwzorowania punktu p ,
- \mathbf{R} — macierz obrotu zawierająca funkcje kątowych elementów orientacji układu terenowego względem układu zdjęcia,
- \mathbf{X}_p — współrzędne wektora punktu p w układzie terenowym,
- \mathbf{X}_s — współrzędne wektora środka rzutów w układzie terenowym.

Jeżeli spośród punktów pola testowego część z nich wykorzystamy jako fotopunkty dla wyznaczenia elementów orientacji zdjęcia, to dla pozostałych punktów możemy obliczyć ich teoretyczne współrzędne tłowe (3), które porównane z pomierzonymi dają nam różnice będące sumą błędów i deformacji punktów na zdjęciu. Poprawki zminimalizowane w toku obliczeń elementów orientacji zewnętrznej odnoszące się do współrzędnych tłowych fotopunktów, będą miały nieco inny charakter niż wielkości obliczone jako odchyłki dla pozostałych punktów. Deformacje występujące bowiem na fotopunktach przeniosą się zgodnie z prawem przenoszenia się błędów na wyznaczone na podstawie tych fotopunktów elementy orientacji zewnętrznej zdjęcia i poprzez te elementy również na obliczone położenia teoretyczne pozostałych punktów.

Przyjmując, że podstawą wyznaczenia elementów orientacji zdjęcia będzie 9 punktów pola testowego rozmieszczonych tak w obszarze zdjęcia jak w schematach standardowych (rys. 2), stwarzamy sytuację podobną do tej, jaka powstaje przy typowym analitycznym opracowaniu zdjęć. Wówczas, zdając sobie sprawę z pewnej względności deformacji wyznaczonych na pozostałych punktach, mamy prawo przyjąć, że ich uwzględnienie poprawia zakłóconą deformacjami geometrię wiązki.



Rys. 2

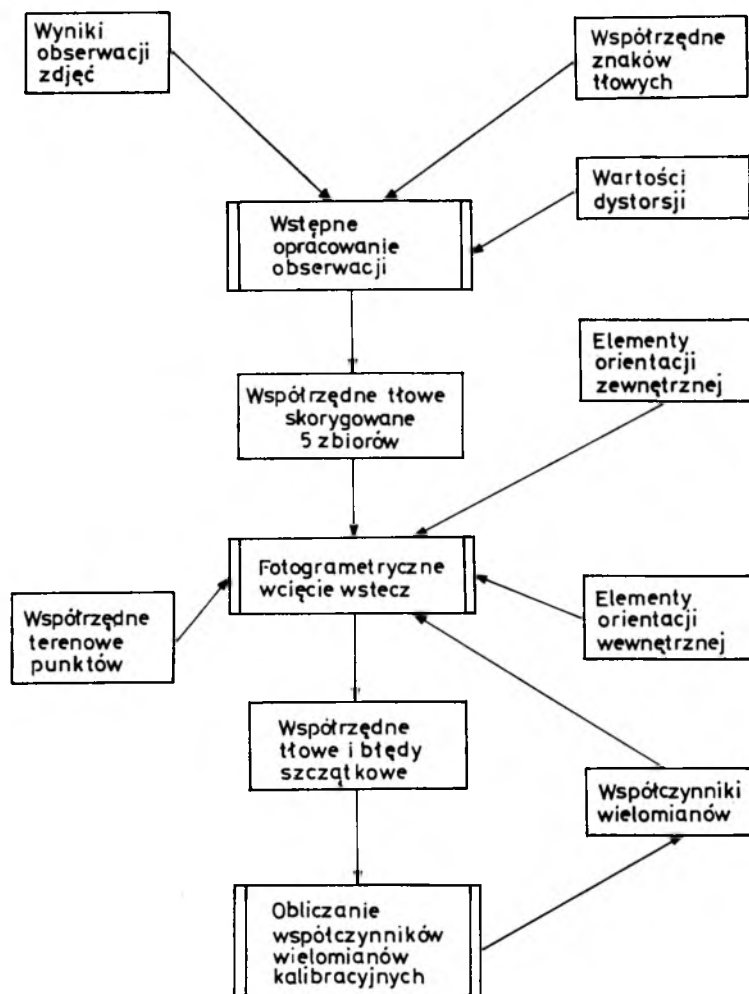
Uzyskane wartości deformacji na wszystkich punktach pola testowego odfotografowanych na zdjęciu mogą być podstawą do korygowania położenia punktów na innych zdjęciach wykonanych w zbliżonych warunkach. Poprawki korekcyjne dla dowolnie położonego punktu można obliczać interpolując wartości deformacji wyznaczone ze zdjęć pola testowego dla punktów, których położenie na zdjęciu jest najbliższe położeniu korygowanego punktu. Wygodniejszym do stosowania byłoby znalezienie postaci funkcji ciągłej opisującej wielkość poprawki korekcyjnej w zależności do położenia punktu na zdjęciu. Rolę tę mógłby spełniać wielomian odpowiednio wysokiego stopnia.

5. Prace badawcze

W Zakładzie Fotogrametrii IGiK opracowano algorytmy i system programów dla komputera NOVA 840. System nosi nazwę WIELKA-LIBRA i składa się z trzech funkcjonalnie rozdzielnych programów (rys. 3):

- wstępnego opracowania i korekcji obserwacji,
- fotogrametrycznego przestrzennego wcięcia wstecz,
- poszukiwania wielomianów kalibracyjnych.

W celu uzyskania wysokiej dokładności pomiaru współrzędnych tłowych na zdjęciach pola testowego, pomiar był wykonywany na stereokomparatorze PSK-2 monokularnie, w dwóch seriach przez jednego obserwatora. Druga seria była wykonana po skręceniu położenia zdjęcia na nośniku o 90° względem położenia przy pierwszej serii pomiaru. Pomiar punktu w każdej serii był wykonywany co najmniej dwukrotnie.



Rys. 3. Schemat przebiegu obliczeń systemu WIELKALIBRA

Obliczono wartości średnie dla każdej serii a następnie wykonano transformację izometryczną drugiej serii na pierwszą, przy przyjęciu wszystkich obserwowanych punktów jako punkty wspólne. Po transformacji współrzędne z obydwu serii potraktowano jako pary obserwacji i oszacowano błąd jednostkowy średniej wartości współrzędnej. Tak obliczony błąd pomiaru dla dziewięciu zdjęć i liczbie obserwowanych punktów od

50 do 70 zawierał się w przedziale od 2,4 μm do 3,4 μm przyjmując wartość średnią 2,8 μm . Te obliczenia wykonywuje pierwszy z wymienionych programów systemu. Inną funkcją tego programu jest transformacja współrzędnych zdjęcia do układu współrzędnych tłowych. Program może realizować pięć różnych transformacji, a mianowicie:

- Helmerta,
- afiniczną,
- wielomianową (pseudoafiniczną),
- pseudorzutową o postaci:

$$\begin{aligned} x &= a_0 + a_1x' + a_2y' + a_3x'y' - b_3x'^2 \\ y &= b_0 + b_1x' + b_2y' - b_3x'y' + a_3y'^2, \end{aligned} \quad (4)$$

- pseudorzutową o postaci:

$$\begin{aligned} x &= a_0 + a_1x' + a_2y' + a_3x'y' + b_3y'^2 \\ y &= b_0 + b_1x' + b_2y' + b_3x'y' + a_3x'^2. \end{aligned} \quad (5)$$

Końcową funkcją pierwszego programu jest uwzględnianie dystorsji radialnej i tangencjalnej podanej dla punktów leżących wzdłuż czterech półprzekątnych. Wartości poprawek są interpolowane proporcjonalnie do odległości radialnej i kątowej względem par punktów na dwóch półprzekątnych.

Drugi program realizuje przestrzenne fotogrametryczne wcięcie wstecz i obliczenie średnich błędów elementów orientacji a także błędów szczytkowych na fotopunktach i odchyłek na pozostałych punktach pola testowego. Istnieje możliwość eliminowania wpływu krzywizny Ziemi i wpływu refrakcji, przy czym poprawki wprowadzane są do współrzędnych terenowych, co pozwala na pominięcie wpływu nachyleń zdjęć na wartość tych poprawek. Istotną funkcją jest poprawianie współrzędnych tłowych gdy znane są współczynniki wielomianów kalibracyjnych. Dodatkową cechą programu jest możliwość graficznego, schematycznego przedstawienia rozmieszczenia fotopunktów i punktów kontrolnych (punktów pola testowego) na obszarze zdjęcia.

Poszukiwanie wielomianów kalibracyjnych jest realizowane przez trzeci program systemu. Dla kamer metrycznych wystarczającą dokładność aproksymacji można osiągnąć za pomocą wielomianów trzeciego stopnia o postaci

$$\begin{aligned} dx &= a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4x^3 + a_5xy + a_6x^2y + a_7xy^2 + a_8y^2 + a_9y^3 \\ dy &= b_0 + b_1x + b_2y + b_3x^2 + b_4x^3 + b_5xy + b_6x^2y + b_7xy^2 + b_8y^2 + b_9y^3 \end{aligned} \quad (6)$$

Wraz z wartościami współczynników oblicza się ich błędy średnie. Istnieje możliwość zerowania niektórych współczynników i testowania istotności różnic między różnymi wyznaczeniami. Dla szybkiej oceny podobieństwa otrzymanych wyników z różnych zdjęć program drukuje „mapy” wartości poprawek do współrzędnych tłowych.

Pierwszą serię zdjęć pola testowego wykonano kamerą Wild RC10 ze stożkiem U Ag II 3044 o odległości obrazu 152 mm. Były to zdjęcia wykonane w czterech nalotach, na dwu różnych rolkach filmu Agfa Gevaert PAN 33. Obserwacje wykonano na kopiach wykonanych na szklanych płytach diapozytywowych AVIPHOT DIA C, na stereokomparatorze precyzyjnym PSK-2 w dwóch seriach. Na podstawie tych zdjęć oszacowano dokładność aproksymacji deformacji wyznaczonych z jednego zdjęcia i dokładność aproksymacji z wielu zdjęć jednego nalotu. W trakcie opracowania uwzględniono wyniki kalibracji kamery przeprowadzonej około 1,5 roku przed nalotem. Wcięcie wstecz wykonano w oparciu o współrzędne terenowe dziewięciu standardowo rozmieszczonych fotopunktów, uwzględniając wpływ krzywizny Ziemi i refrakcji. Uzyskane w wyniku deformacje szczątkowe na wszystkich punktach pola testowego odfotografowanych na zdjęciach posłużyły do wyznaczenia współczynników wielomianów kalibracyjnych. Łącznie z obliczeniem współczynników wielomianów kalibracyjnych obliczona była dokładność aproksymacji tymi wielomianami deformacji szczątkowych. Dokładność współrzędnej x wyrażona błędem średnim była zawarta w przedziale od $4,0 \mu\text{m}$ do $4,8 \mu\text{m}$, a dla współrzędnej y od $3,8 \mu\text{m}$ do $4,8 \mu\text{m}$.

6. Wnioski i uwagi końcowe

Uzyskane dotychczas wyniki badań pozwalają stwierdzić, że wzrost dokładności z tytułu uwzględnienia korekcji za pomocą wielomianów kalibracyjnych uzyskanych na podstawie pola testowego zawiera się w granicach od 5% do 16% i średnio wynosi około 10%. Jest to liczący się wzrost dokładności zwłaszcza, jeśli weźmiemy pod uwagę fakt, że dotyczy on zdjęć wykonanych dobrą kamerą i na filmie wysokiej klasy. Dla kamer i filmów o gorszej stabilności procentowy wzrost dokładności może być znacznie większy.

Zastosowanie korekcji za pomocą wielomianów kalibracyjnych otrzymanych w wyniku wykorzystania pola testowego pozwala na osiągnięcie takiej dokładności aerotriangulacji, jaka jest wymagana przy wyznaczaniu punktów osnowy geodezyjnej III klasy metodą fotogrametryczną, pod warunkiem stabilizacji procesu obróbki filmów i wysokiej dokładności pomiaru na stereokomparatorach precyzyjnych. To stwierdzenie pozwoliło na postawienie odpowiednich wymagań technologii zakładania tych osnów.

Pole testowe można także wykorzystać do wielu innych zadań, z których najważniejszymi są:

- okresowe testowanie kamer lotniczych i filmów,
- testowanie nowych kamer i nowych typów filmów lub kamer po naprawach i justacjach,

— testowanie i korekcja geometryczna zdjęć dla wszelkich fotogrametrycznych opracowań numerycznych.

Odnosnie zastosowania pola testowego do wyznaczania wielomianów kalibracyjnych do korekcji zdjęć, z których jest wyznaczana osnowa geodezyjna III klasy, przyjęto że zdjęcia pola testowego wykonuje się na tej samej partii filmu i tą samą kamerą co zdjęcia obiektu, przed i po nalocie na obiekcie, w możliwie najkrótszym odstępie czasu. Takie zdjęcia pola testowego powinny być opracowane w pierwszej kolejności, gdyż w przypadku stwierdzenia ich złej jakości geometrycznej, pozwoli to na ich wyeliminowanie z dalszych opracowań lub zakwalifikowanie do opracowań o innej klasie dokładności albo odpowiednio szybkie usunięcie przyczyn powodujących ich złą jakość i wykonanie powtórnego nalotu fotogrametrycznego. Taka zasada postępowania powinna być przyjęta dla wszystkich zdjęć lotniczych wykonywanych dla opracowań numerycznych o wysokich wymaganiach dokładnościowych.

L I T E R A T U R A

- [1] Bujakiewicz A.: *Badanie wartości pomiarowej długoogniskowych kamer niometrycznych*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, zeszyt 21 Geodezja 1980 r.
- [2] Hadem I.: *Camera Calibration by Photographing Test Fields*, Symposium ISP Komisja III. Stuttgart, 2.—6.09.1974 r., DGK München 1975.
- [3] Hakkarainen J.: *Über die Optische Leistungsfähigkeit und Genauigkeit der modernen Luftbildkamern*, Szekesfehervar 2—4.10.1979 r.
- [4] *Handbuch der Vermessungskunde-Photogrammetrie*. Stuttgart 1972 r.
- [5] Kupfer G.: *Zur Geometrie des luftbildes*, DGK, München 1971 r.
- [6] Łoś A.: *Rachunek wyrównawczy*, tom II, PWN 1980 r.
- [7] Schwidofsky K., Ackermann F.: *Photogrammetrie*, B.G. Teubner Stuttgart 1976 r.
- [8] Skalska G., Mizerski W.: *Korekcje deformacji diapozytywów filmowych*, Prace IGiK, 2/47, 1973 r.
- [9] Stark E.: *Numerische photogrammetrie* — „Empirische Untersuchungen zur Genauigkeit des Einzelmodells”, Wichmann Verlag, 1973 r.
- [10] Zieliński R.: *Wybrane zagadnienia optymalizacji statystycznej*, PWN, 1974 r.

Recenzował: doc. dr hab. inż. Wojciech Bychawski

STANISŁAW DĄBROWSKI
JAN ZIOBRO

TEST FIELD FOR GEOMETRIC CORRECTION OF LARGE-SCALE PHOTOGRAMMETRIC AIR PHOTOGRAPHS

Summary

The paper considers the idea and utilization of photogrammetric test field for geometric correction of large-scale photogrammetric air photographs. The test field is created of 121 points forming approximately the net system of squares, situated in the terrain with denivelations not exceeding 10 m. The position of points was determined with an accuracy of ± 10 mm in the local system: The corrections for large-scale photogrammetric photographs can be determined on the basis of photographs of the test field. The system of programmes WIELKALIBRA for the NOVA840 computer has been elaborated for a digital elaboration of photographs of the test field. The system worked out allows to compute the corrections and coefficients for polynomials approximating the distribution of these corrections within the area of the photograph.

The test field may be utilized for testing aerial cameras and films. Application of corrections having been determined on the basis of photographs of the test field is indispensable for photogrammetric elaborations with a high accuracy requirements, inter alia for determination of the network points of the third class, by means of the photogrammetric method, since it is possible to increase an accuracy of the results and a reliability of the elaboration process.

Translation: Jacek Domański

СТАНИСЛАВ ДОМБРОВСКИ
ЯН ЗИОБРО

ТЕСТОВОЕ ПОЛЕ ДЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИХ АЭРОСНИМКОВ

Резюме

В статье рассмотрена идея и использование фотограмметрического тестового поля для геометрической коррекции крупномасштабных фотограмметрических аэроснимков. Тестовое поле создано из 121 пунктов, составляющих приблизительно систему сетки квадратов, расположенных на территории с относительной высотой не превышающей 10 м. Положение пунктов определено с точностью 10 мм в местной системе. На основе аэроснимков тестового поля можно определять коррекционные поправки для крупномасштабных фотограмметрических аэрснимков. Для цифровой обработки аэроснимков тестового поля разработан комплекс программ WIELKALIBRA для компьютера NOVA 840, который дает возможность вычислить коррекционные поправки и коэффициенты полиномов, аппроксимирующих распределение этих поправок на поверхности аэроснимка. Тестовое поле может быть использовано, кроме того, для тестирования аэро-

фотограмметрических камер и фотопленок. Применение коррекции, определенной на основе аэроснимков тестового поля, является необходимым при фотограмметрических работах требующих высокой точности, например, для определения пунктов основы III класса фотограмметрическим способом, ввиду возможности повышения точности результатов и надёжности процесса работы.

Перевод: Róża Tołstikowa