

JAN ZIOBRO

**ANALIZA PARAMETRÓW ORIENTACJI
PRZY CYFROWYM OPRACOWANIU
ZDJĘĆ LOTNICZYCH¹**

ZARYS TREŚCI: Przedstawiono analizę parametrów pomiaru dla orientacji przy cyfrowym opracowaniu zdjęć lotniczych na fotogrametrycznej stacji roboczej ImageStation 6487, firmy Intergraph.

WSTĘP

Orientacjami zdjęcia lotniczego nazywa się ogół czynności mających na celu:

- powiązanie pomiarów na zeskanowanym zdjęciu lotniczym z układem współrzędnych tłowych kamery lotniczej - orientacja wewnętrzna;
- określenie wzajemnego, przestrzennego usytuowania dwóch zdjęć lotniczych dla utworzenia modelu stereoskopowego - orientacja wzajemna;
- powiązanie pomiarów w układzie współrzędnych modelu stereoskopowego z układem współrzędnych, w którym wykonywana jest mapa - orientacja bezwzględna modelu;
- wyznaczenie przestrzennego usytuowania zdjęcia lotniczego w układzie, w którym wykonywana jest ortofotomapa - orientacja bezwzględna pojedynczego zdjęcia.

Orientacje są początkowymi pomiarami przy opracowaniu map wektorowych i generowaniu ortofotomap oraz spełniają te same funkcje co orientacje wykonywane przy pomiarach zdjęć oryginalnych na autografach analitycznych lub analogowych. Modele matematyczne i statystyczne orientacji są również te same.

Wykonanie orientacji na autografie cyfrowym, pomimo takiego samego celu, jak w starszych metodach, różni się od nich środowiskiem i nowymi efektywnymi sposobami pomiaru.

¹ Praca wykonana w ramach grantu Komitetu Badań Naukowych nr 9T 12E 00508.

W opracowaniu zamieszczono analizę parametrów pomiaru, których dobór lub wielkość ma istotny wpływ na dokładność i czas ich wykonania. Analizę przeprowadzono na przykładzie jednego z najbardziej zaawansowanych technologicznie systemów - fotogrametrycznej stacji roboczej firmy Intergraph, o nazwie ImageStation 6487, zainstalowanej w Zakładzie Fotogrametrii IGIK.

1. PARAMETRY ZDJĘĆ

W rozdziale są wymienione najistotniejsze wymagania stawiane parametrom cyfrowego zdjęcia lotniczego. Przytoczono jedynie te wynikające z procesu skanowania, które powinny zapewnić osiągnięcie dokładności wymaganych przy tworzeniu map fotograficznych i wektorowych oraz pozwolić na automatyzację pomiarów. Wymagania dotyczące samych zdjęć lotniczych nie będą omawiane, gdyż są regulowane przez geodezyjne instrukcje techniczne.

1.1. Rozdzielczość obrazu i głębia bitowa

Zdjęcie lotnicze dla opracowań mapowych powinno być skanowane z wielkością piksela w zakresie od $15\mu\text{m}$ do $30\mu\text{m}$. Głębina bitowa dla zdjęć czarno-białych powinna wynosić 8 bitów, dla zdjęć barwnych 24 bity.

1.2. Odwzorowanie tonów

Cała rozpiętość tonalna zdjęcia powinna zostać odwzorowana (wymagany jest skaner zdolny rejestrować gęstości optyczne 3,5D) na 220 poziomach szarości. Jest to wartość średnia liczona dla całej rolki filmu lotniczego, którą skanuje się na ogół z jednakowymi parametrami. Dla obrazów barwnych wymaganie to dotyczy kanału czerwonego.

1.3. Wykorzystanie parametru gamma

Rozjaśnienie lub ściemnienie obrazu w zakresie tonów średnich powinno być przeprowadzone, jeżeli taka potrzeba wynika z analizy próbnych skanowań.

1.4. Dokładność geometryczna

Dokładność geometryczna specjalizowanych skanerów do zdjęć lotniczych, np. PS1 Zeiss/Intergraph, wynosi od $1\mu\text{m}$ do $2\mu\text{m}$, co spełnia warunek zachowania geometrii zdjęcia lotniczego.

1.5. Obszar skanowania

Obszar skanowania powinien być jednakowy - tyle samo wierszy i kolumn pikseli - dla wszystkich zdjęć obiektu, którego mapa jest opracowywana. Obszar powinien zawierać całą treść oraz dodatkowo znajdujące się na brzegu ramki tłowej numer stożka kamery i numer zdjęcia.

1.6. Centrowanie zdjęć i skręcenie skanowania

Każde zdjęcie danego nalotu fotogrametrycznego powinno być centrowane w nośniku skanera w ten sam sposób, należy także pomierzyć kąt skręcenia między łącznicą znaczków tłowych a osią układu współrzędnych skanera. Wykonanie obu tych czynności gwarantuje, że znaczki tłowe każdego zdjęcia obiektu będą posiadały podobnej wartości współrzędne obrazowe (wiersze i kolumny), co umożliwi w pełni automatyczną orientację wewnętrzną.

1.7. Podobrazy (overview)

Przy automatycznym pomiarze punktów metodą autokorelacji obrazów zdjęcie musi posiadać ciąg podobrazów o dwukrotnie zmniejszającej się rozdzielczości. Dla rozdzielczości skanowania $30\mu\text{m}$ liczba ich wynosi 6, dla rozdzielczości $15\mu\text{m}$ - 7 podobrazów.

1.8. Kompresja obrazu

Pożądane jest, aby obrazy były kompresowane metodą JPEG, gdyż ma to istotny wpływ na wydajność procesu tworzenia mapy. Skompresowane obrazy zajmują 3 do 5 razy mniej miejsca na dysku, czas czytania zbiorów z taśm jest krótszy, jak również są one także szybciej ładowane z dysku do pamięci.

1.9. Postać zapisu na taśmie

Obecnie głównym nośnikiem, na którym dostarczane są skanowane zdjęcia, jest taśma magnetyczna. Uporządkowanie zdjęć na taśmie oraz forma zapisu są istotnym czynnikiem wpływającym na czas dostępu do danych. Ważne jest, z różnych względów, aby liczba zdjęć zapisanych w jednym rozdziale na taśmie nie przekraczała 6.

2. OGÓLNE PARAMETRY

Pomiary wykonuje się za pomocą 12-przyciskowego kursora poruszającego się po stole digitalnym oraz za pomocą rozwijalnych, wieloprzyciskowych menu na ekranie. W rozdziale zostaną przedstawione zasadnicze parametry, wspólne dla wszystkich czterech wymienionych we wstępie orientacji.

2.1. Konfiguracja okien obrazów

Każde zdjęcie jest wyświetlane w trzech poziomach szczegółowości: ogólny widok całego zdjęcia; powiększone otoczenie mierzonego punktu; duże powiększenie punktu. W orientacjach dotyczących modelu, poza trzema wymienionymi oknami, mogą zostać otwarte trzy okna stereoskopowe. Zaleca się, aby dla wszystkich orientacji były aktywne wszystkie trzy poziomy szczegółowości obrazu. Z praktyki wynika również, że okna stereoskopowe powinny być otwarte na dwóch szczegółowych poziomach, nawet gdy pomiar odbywa się bez wykorzystania efektu stereoskopowego.

Rozmiar okien można zmieniać, jednak ich wielkość jest zawsze kompromisem między wielkością ekranu monitora, liczbą otwartych okien, liczbą stale aktywnych narzędzi a czytelnością całej konfiguracji.

2.2. Sposób wyświetlania

Obraz może być wyświetlany w trybie dokładnej replikacji pikseli lub w trybie interpolacji pikseli obrazu na piksele ekranu monitora. Ma to znaczenie przy największym poziomie szczegółowości, gdzie na skutek powiększenia piksele zdjęcia lotniczego mogą mieć rozmiar wielokrotnie większy od pikseli ekranu monitora. Poziom ten jest poziomem pomiaru, to znaczy wskazanie kursorem punktu i akceptacja przyciskiem powodują rejestrację współrzędnych obrazowych punktu. Na tym poziomie obraz powinien być wyświetlany w trybie interpolacji.

2.3. Powiększenie obrazu

Dobór powiększenia jest szczególnie istotny w oknach pomiarowych, gdzie stosuje się powiększenie od 20 razy przy pomiarze stereoskopowym, do 100 razy przy pomiarze znaczków tłych.

2.4. Jasność i kontrast

Prawidłowo zeskanowane zdjęcia, kalibrowany monitor i odpowiednio ustawione parametry monitora pozwalają na wykonywanie pomiaru bez zbędnych manipulacji wymienionymi wielkościami. System oferuje jednak kilka funkcji dla regulacji w każdym oknie oddzielnie, a w oknach stereoskopowych oddzielnie lub łącznie dla obu obrazów tworzących model.

2.5. Symbole graficzne

Do oznaczania punktów stosuje się symbole graficzne oraz kolory. Kolory stosuje się do określenia etapu na jakim znajduje się pomiar punktu: punkt zaprojektowany, punkt aktualnie mierzony, punkt pomierzony. Kształty znaków graficznych symbolizują: punkt wiążący; jeden z trzech rodzajów fotopunktów lub fotopunktów kontrolnych; punkt wiążący pomierzony na więcej niż dwóch zdjęciach obiektu.

Należy zwrócić uwagę na dobór kolorów symboli. W przeciwieństwie do innych analizowanych parametrów, które w sumie tworzą przyjazne środowisko pracy, wybór koloru jest problematyczny ze względu na bardzo ubogą i brzydką paletę.

Możliwa jest zmiana wielkości symboli, z tym, że wielkość ich powinna być skorelowana z wielkością okna przeznaczonego na ogólny widok.

2.6. Wybór punktu do pomiaru

Wybór punktu aktualnie mierzonego może następować poprzez: wskazanie punktu na liście zaprojektowanych punktów lub liście wyników pomiaru, wypisanie jego numeru na klawiaturze oraz wskazanie jego symbolu graficznego na zdjęciu. Sposób wyboru punktu zależy od etapu na jakim znajduje się pomiar.

2.7. Wybór kursora pomiarowego

Z każdym z rodzajów pomiaru związany jest zestaw kursorów do pomiaru, a w zestawie kursory różnią się wielkością i kolorem. Wielkość kursora jest dobierana według upodobań obserwatora, natomiast kolor należy dobrać zależnie od tonacji zdjęcia.

2.8. Rotacje obrazu

Zdjęcia obiektu powinny zostać obrócone tak, aby kolejne zdjęcia szeregu tworzyły modele stereoskopowe oraz aby widok terenu na innych szeregach był tak samo obrócony względem ekranu monitora, niezależnie od kierunku nalotu. W tym celu należy określić kąt między kierunkiem nalotu a osią x układu współrzędnych tłowych oraz kąt obrotu obrazu względem układu tłowego. Kąty te podaje się z dokładnością do 90 stopni.

2.9. Wybór kanału barwnego

W opracowaniu zdjęć barwnych pomiar ręczny można wykonać na obrazie barwnym lub na jednym z trzech kanałów RGB. Przy pomiarze autokorelacyjnym do wyboru jest jeden z trzech kanałów. W pomiarach - zarówno ręcznym jak i autokorelacyjnym- należy wybrać kanał czerwony z następujących powodów:

- kanał czerwony niesie najwięcej informacji;
- barwny obraz jest bardziej męczący dla obserwatora niż monochromatyczny;
- korzyść z barwnego obrazu przy punktowym pomiarze jest niewielka.

2.10. Konfiguracja okien komunikatów

Istotną rolę w pomiarze na autografie cyfrowym odgrywają komunikaty tekstowe. Pożądane jest, aby okna komunikatów były definiowane jako aktywne, gdyż mimo przyjaznego graficznego środowiska obrazującego stan i postęp pomiarów, informacja tekstowa jest przydatna szczególnie przy niepowodzeniach. W systemie wyróżnia się niżej wymienione kategorie informacji wyświetlane w oddzielnych oknach:

- komunikaty systemu operacyjnego;
- komunikaty programu zarządzającego programami orientacji;
- syntetyczne wyniki aktualnie prowadzonego obliczenia;
- komunikaty pomiaru autokorelacyjnego.

Wymienione komunikaty mogą być gromadzone w zbiorach dyskowych w celu ewentualnej późniejszej analizy, jednak nie powinno się tego robić, gdyż odnoszą się one tylko do aktualnego stanu pomiaru.

2.11. Konfiguracja raportów

Programy mają możliwość tworzenia raportów zawierających końcowe wyniki orientacji. Należy korzystać z tej możliwości, gdyż stanowią

one potwierdzenie osiągnięcia wymaganych standardów dokładnościowych i są dołączane do wyniku całego pomiaru, jakim jest mapa.

2.12. Ocena elementów orientacji

Jak już powiedziano, modele matematyczne opisujące zależności między układami współrzędnych i modele statystyczne opisujące przenoszenie się błędów pomiaru nie są nowe - od dawna stosuje się je w fotogrametrii.

Oprogramowanie oferuje dwa, a nawet trzy stopnie szczegółowości opisu wyników i oceny statystycznej wykonanych pomiarów. Z doświadczenia można powiedzieć, że w trakcie wykonywania pomiarów należy posługiwać się skróconymi ocenami, a pełną ocenę przeglądać po ich zakończeniu.

3. ORIENTACJA WEWNĘTRZNA

Celem orientacji jest określenie współczynników transformacji współrzędnych obrazowych zdjęcia lotniczego na układ współrzędnych tłowych kamery lotniczej, w którym są zdefiniowane: punkt główny, odległość obrazu oraz poprawki na dystorsję obiektywu. Drugim celem jest wyznaczenie współczynników skurczu oryginalnego zdjęcia lotniczego.

3.1. Rodzaje pomiaru

Pomiar znaczków tłowych możliwy jest do wykonania ręcznie lub automatycznie. Pomiar metodą autokorelacji obrazów jest kilkukrotnie szybszy od pomiaru ręcznego, przy podobnej dokładności określenia współrzędnych obrazowych jak pomiar ręczny, tj. ok. 0,1 piksela. Pomiar automatyczny wymaga, jak to już powiedziano, centrowania i skręcenia skanowania oraz posiadania przez zdjęcie zestawu overview.

3.2.1. Pomiar ręczny

Pomiar polega na wskazaniu kursorem na znaczek tłowy. Wymagane jest przy tym około 100-krotne powiększenie w oknie pomiarowym, z interpolowanym wyświetlaniem obrazu. Przy pomiarze należy zwrócić uwagę na kontrast i jasność znaczka. Przy skanowaniu ramka tłowa, na której są znaczki, nie jest brana pod uwagę w określaniu parametrów, a ze względu na inne ich oświetlenie wymagana jest korekcja kontrastu i jasności.

3.2.2. Pomiar autokorelacyjny

Pomiar ten polega na autokorelacji obrazu znaczka tłowego (i jego otoczenia) z obrazem wzorcowym jaki został zdefiniowany poprzez ręczny pomiar znaczka na pierwszym zdjęciu obiektu.

Pierwszy pomiar musi zostać wykonany ręcznie i szczególnie starannie, gdyż jego niedokładnościami mogą zostać obarczone orientacje pozostałych zdjęć obiektu.

3.3. Wybór transformacji

Transformacja współrzędnych obrazowych na współrzędne tłowe ma za zadanie również korekcję skurczu oryginalnego zdjęcia. Obecnie wykonywane zdjęcia lotnicze posiadają bardzo stabilne podłoże, takie że transformacja afiniczna dobrze koryguje zniekształcenia. Dla kamery o 8 znaczkach tłowych poprawki do współrzędnych po transformacji nie przekraczają 10 μ m.

Drugim typem transformacji wykorzystywanej jedynie do celów kontroli jest transformacja izometryczna (tylko obrót i przesunięcie). Transformacja pozwala oszacować ogólny skurcz, co warto sprawdzić na jednym zdjęciu obiektu.

Inne transformacje oferowane przez program, takie jak konforemna lub rzutowa, nie mają tu zastosowania.

3.4. Obserwacje odstające

Analizę wyniku pomiaru należy przeprowadzić dla każdego zdjęcia, poprzez sprawdzenie wielkości poprawek wyrównawczych. W przypadku, gdy któryś z pomiarów otrzymał kilkakrotnie większą poprawkę niż pozostałe pomiary, należy sprawdzić położenie symbolu graficznego względem znaczka. Skutki analizy mogą być następujące:

- powtórny pomiar danego znaczka;
- stwierdzenie, że w tym obszarze zdjęcia wystąpiło lokalne, dodatkowe zniekształcenie spowodowane np. gorszym wyplaszczaniem filmu przy ekspozycji;
- usunięcie obserwacji znaczka z obliczeń, ze względu na złe jego odfotografowanie.

4. ORIENTACJA WZAJEMNA

Celem orientacji jest określenie parametrów wzajemnego usytuowania przestrzennego dwóch zdjęć lotniczych, a w rezultacie budowa modelu stereoskopowego. Wyznacza się je na podstawie pomiaru tych samych punktów na obydwu zdjęciach.

4.1. Projekt pomiaru

Liczba i rozmieszczenie punktów do pomiaru wynika z niezbędnej nadliczbowości obserwacji (5 niewiadomych) i dokładności elementów orientacji. Wystarczającą dokładność i nadliczbowość zapewnia pomiar 10 punktów, rozmieszczonych po jednym przy końcach bazy i po dwa punkty w pobliżu narożników stereogramu.

Oprogramowanie wspomaga projektowanie punktów dzięki możliwości tworzenia szablonu ich rozmieszczenia i automatycznej numeracji punktów.

4.2. Metody pomiaru

Pomiar można wykonać za pomocą jednej z trzech metod, które dają podobną dokładność wyrażoną średnią paralaksą szczątkową, ok. 0,1 piksela (dla piksela skanowania $30\mu\text{m}$). Metody znacznie się różnią czasem wykonania pomiaru, oraz zakresem stosowalności i narzędziami pomiarowymi. Metodami tymi są:

- monoskopowy pomiar - oddzielny pomiar punktu na obydwu zdjęciach;
- stereoskopowy pomiar - jednoczesny pomiar punktu na obu zdjęciach z wykorzystaniem efektu stereoskopowego;
- autokorelacyjny pomiar - polega on na wybraniu punktu do pomiaru na jednym zdjęciu, którego otoczenie będzie stanowiło wzorzec dla autokorelacji.

4.2.1. Pomiar monoskopowy

Pomiar polega na wyborze szczegółu sytuacyjnego, w pobliżu zaprojektowanego punktu, a następnie wskazaniu kursorem tego punktu, wymagane jest przy tym duże powiększenie w oknie pomiarowym. Przy wyborze punktu, w niektórych przypadkach, należy się posłużyć efektem stereoskopowym. Metoda jest efektywna dla większości terenów, może jednak zawodzić np. na terenach leśnych.

4.2.2. Pomiar stereoskopowy

Pomiar wykonuje się w podobny sposób jak na stereokomparatorach, czy też na autografach analitycznych. Ten rodzaj pomiaru jest stosowany tylko wówczas, gdy zawodzą inne metody. Jest on znacznie bardziej pracochłonny i męczy wzrok obserwatora.

4.2.3. Pomiar autokorelacyjny

Pomiar ten polega na wyborze punktu na jednym ze zdjęć, a następnie na autokorelacyjnym odszukaniu tego punktu na drugim. Zaletą pomiaru jest krótki czas oraz duża dokładność. Oprogramowanie posiada specjalną funkcję, która przesuwa wybrany do pomiaru punkt do miejsca, w którym autokorelacja będzie najdokładniejsza. Pomiar wymaga wstępnego, przybliżonego pomiaru punktów leżących przy końcach bazy stereogramu metodą monoskopową.

4.3. Wybór punktów do pomiaru

Punkty zaprojektowane za pomocą szablonu automatyzują tylko wybór rejonu. Wybór konkretnego punktu podlega dalszym rygorom, podobnie jak w pomiarach zdjęć oryginalnych na autografach analitycznych. W pomiarze stereoskopowym na autografie cyfrowym wymagane jest, aby punkt był widoczny na dwóch zdjęciach; powinien być usytuowany na płaskim fragmencie terenu; otoczenie punktu powinno pozwalać na dobre usunięcie paralaks. W pomiarze monoskopowym wymagane jest, aby punktem był szczegół terenowy jednakowo rysujący się na obydwu zdjęciach. W pomiarze autokorelacyjnym wymagane jest jednakowe otoczenie mierzonego punktu.

4.4. Obserwacje odstające

Obserwacjami odstającymi są te pomiary, do których poprawki wyrównawcze przekraczają 4-krotnie założony błąd średni pomiaru. Przyczyny tego różnią się w zależności od rodzaju pomiaru. Obserwację taką można usunąć, przywrócić do wyrównania lub skasować.

4.4.1. Pomiar monoskopowy

Odstawanie obserwacji w tym pomiarze jest spowodowane często wyborem szczegółu terenowego nie leżącego na płaskim fragmencie terenu. Należy sprawdzić punkt z wykorzystaniem efektu stereoskopowego.

4.4.2. Pomiar autokorelacyjny

Pomiar autokorelacyjny jest 2-stopniowy: autokorelacja przybliżona, o dokładności 0,5 piksela i precyzyjna o dokładności 0,1 piksela. W przypadku niepowodzenia autokorelacji przybliżonej należy monoskopowo zaobserwować punkt na jednym zdjęciu i uruchomić autokorelację precyzyjną - co w wielu przypadkach odnosi skutek.

Nieskuteczność tego pomiaru wynika z braku podobieństwa otoczenia mierzonego punktu np. wskutek poruszających się obiektów lub znajdujących się blisko budynków. Przyczyną niepowodzenia autokorelacji może być porysowany oryginał. Zjawisko to zaobserwowano porównując skuteczność autokorelacji na starych, 20-letnich zdjęciach pola testowego, dość często użytkowanych, ze skutecznością przy opracowaniu zdjęć zeskanowanych w krótkim czasie po wykonaniu nalotu.

5. ORIENTACJA BEZWZGLĘDNA MODELU

Celem orientacji jest określenie współczynników transformacji współrzędnych punktów pomierzonych w układzie modelu stereoskopowego na układ współrzędnych terenowych, w którym opracowywana jest mapa. Dla orientacji wymagane są w obszarze modelu punkty o znanych współrzędnych terenowych, czyli fotopunkty. Wystarczającą dokładność określenia i nadliczbowość obserwacji zapewnia 6 fotopunktów rozmieszczonych w narożnikach modelu i przy końcach bazy stereogramu.

5.1. Rodzaj fotopunktów

W zależności od rodzaju fotopunktów możliwe są do zastosowania różne metody ich pomiaru. Wyróżnia się dwa rodzaje fotopunktów:

- fotopunkty naturalne, będące szczegółem sytuacji terenowej i punkty osnowy geodezyjnej sygnalizowane przed nalotem fotogrametrycznym; współrzędne tych punktów są pozyskiwane poprzez pomiar geodezyjny lub odczytanie ich z istniejącej mapy;
- punkty kameralnie sygnalizowane na jednym ze zdjęć modelu; współrzędne ich określane są poprzez aerotriangulację wykonaną na zdjęciach oryginalnych.

5.2. Rodzaj pomiaru

Dla pomiaru fotopunktów można stosować, opisane w analizie parametrów orientacji wzajemnej, 3 rodzaje pomiarów, odpowiednio do rodzaju fotopunktów.

Szczegóły terenowe i sygnały można pomierzyć posługując się każdym typem pomiaru. Najszybciej pomiar wykonuje się monoskopowo.

Pomiar punktów kameralnie sygnalizowanych należy wykonać autokorelacyjnie lub stereoskopowo. Pomiar autokorelacyjny posiada specjalną opcję, która uwzględni różnicę między obrazami spowodowaną zasygnalizowaniem punktu (nawiercenie lub wypalenie emulsji) tylko na jednym zdjęciu. Pomiar stereoskopowy, ze względu na dłuższy czas wykonania stosuje się w przypadku, gdy zawodzi pomiar autokorelacyjny.

5.3. Wyrównanie obserwacji

Obliczenie parametrów orientacji następuje poprzez łączne wyrównanie współrzędnych pomierzonych na zdjęciach i współrzędnych terenowych fotopunktów. Dla wagowania tych obserwacji wymagana jest znajomość średnich błędów ich pomiaru (średnie błędy a priori). W trakcie analizy wyników należy sprawdzić, czy błędy a priori są w przybliżeniu równe średnim błędom szacowanym przez program wyrównania (średnie błędy a posteriori). W przypadku znaczących różnic należy skorygować błędy a priori i ponowić wyrównanie. Powyższą analizę należy wykonać po poprawieniu obserwacji odstających.

6. ORIENTACJA BEZWZGŁĘDNA POJEDYNCZEGO ZDJĘCIA

Celem orientacji jest określenie parametrów opisujących przestrzenne usytuowanie pojedynczego zdjęcia lotniczego względem układu współrzędnych mapy. Na ImageStation orientację tę wykonuje się tylko w przypadku, gdy istnieje model numeryczny terenu, a celem pracy jest ortofotomapa. W niektórych innych systemach możliwe jest opracowanie mapy wektorowej na podstawie pomiaru na pojedynczym zdjęciu, z wykorzystaniem numerycznego modelu terenu dla uwzględnienia zmian w położeniu punktów spowodowanych różnicami wysokości.

Na pojedynczym zdjęciu możliwy jest jedynie pomiar monoskopowy. Wystarczającą nadliczbowość obserwacji i dobrą wyznaczalność elementów orientacji zapewnia nie mniej niż 6 fotopunktów rozmieszczonych na całej powierzchni. Pomiar należy wykonać przy dużym powiększeniu obrazu w

oknie pomiarowym. Należy zwrócić uwagę, tak jak przy orientacji bezwzględnej modelu, na oszacowanie średnich błędów przed i po wykonaniu obliczeń.

LITERATURA

- [1] Intergraph. ImageStation Digital Mensuration. User's Guide. 1993
- [2] Intergraph. ImageStation Digital Orientations. User's Guide. 1993
- [3] Zeiss. PHODIS. Photogrammetric Image Processing System. Materiały reklamowe, 1996

*Recenzent: doc. dr hab. Romuald Kaczyński
Przyjęto do opublikowania w grudniu 1996 roku*

JAN ZIOBRO

ANALYSIS OF ORIENTATION PARAMETERS AT DIGITAL ELABORATION OF AERIAL PHOTOGRAPHS

S u m m a r y

Analysis of work environment during measurement for orientation of photographs on photogrammetric Intergraph ImageStation 6487 workstation was presented in the article.

The requirements for scanned aerial photographs were given. Parameters of work environment for inner, relative and absolute orientation were analyzed. The special attention was given to parameters, which have important impact on effectiveness and automatization of measurements.

Translation: Zbigniew Bochenek

ЯН ЗИОБРО

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ОРИЕНТИРОВКИ ПРИ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКЕ АЭРОФОТОСНИМКОВ

Р е з ю м е

В статье содержится анализ среды работы при измерении для ориентировки снимков на фотограмметрической рабочей станции ImageStation 6487 фирмы Intergraph.

Представлены требования, которые предъявляются сканированным аэрофотоснимкам. Были анализированы параметры среды измерения для ориентировки: внешней, взаимной и абсолютной. Особое внимание обращено на параметры, которых подбор или величина имеют существенное влияние на эффективность и автоматизацию измерений.

Перевод: Róża Tołstikowa