

PORÓWNANIE EDUKACYJNEGO OPROGRAMOWANIA DO LOTNICZEJ FOTOGRAMETRII CYFROWEJ Z PROFESJONALNYMI SYSTEMAMI FOTOGRAMETRYCZNYMI

Streszczenie. W referacie zostało porównane edukacyjne oprogramowanie DDPS z profesjonalnymi systemami fotogrametrycznymi. Pod względem możliwości i dokładności opracowań mogłoby się wydawać, że takie porównanie nie ma sensu to jednak pod kątem wykorzystania oprogramowania DDPS w procesie nauczania podstaw fotogrametrii cyfrowej program ten pod pewnymi względami przewyższa profesjonalne oprogramowanie fotogrametryczne. Dokładności osiągnięte w procesie porównawczym przy wykorzystaniu programu DDPS nie odbiegają tak znacząco od innych programów.

1. Wstęp

Obecnie na rynku istnieje możliwość zakupu wielu różnych systemów umożliwiających opracowania w zakresie fotogrametrii cyfrowej, których cena waha się od kilku do kilkudziesięciu tysięcy dolarów. Tak wysoka cena jest często barierą nie do pokonania przez uczelnie państwowe, a zakup 20 stanowisk laboratoryjnych wręcz niemożliwy do zrealizowania. Alternatywą wyposażenia pracowni fotogrametrii cyfrowej i to praktycznie bez nakładów finansowych może być wykorzystanie oprogramowania DDPS. Oprogramowanie powstało w wyniku współpracy naukowej dot. fotogrametrii cyfrowej pomiędzy Uniwersytetem w Liege reprezentowanym przez prof. J-P. Donnay i Instytutem Geodezji i Kartografii w Warszawie reprezentowanym przez prof. R. Kaczyńskiego. Umożliwia ono wykonanie wszystkich orientacji dla pojedynczego stereogramu, wyszukanie automatycznie punktów homologicznych dzięki metodzie ABM korelacji cyfrowej, wygenerowanie NMT i obrazów epipolarnych oraz ortorektyfikację. Porównując DDPS z takimi systemami fotogrametrycznymi jak: ImageStation SSK, OrthoEngine PCI, OrthoBase Pro Erdas, można stwierdzić, iż dokładność opracowania pojedynczego stereogramu zdjęć lotniczych przy wykorzystaniu DDPS wcale tak znacząco nie odbiega od wyników otrzymanych na profesjonalnych systemach fotogrametrycznych. Zasada pomiaru czy też ustalenie parametrów niektórych procesów fotogrametrycznych oraz zapis poszczególnych części opracowań, umożliwia zapoznanie się studenta ze specyfiką fotogrametrii cyfrowej na podobnym poziomie merytorycznym, jak przy zastosowaniu systemów profesjonalnych.

2. Charakterystyka materiału badawczego

Do badania zostały użyte dwa stereogramy. Pierwszy wykonany kamerą RC-10 zeskanowany pikselem 22.5 μm . Obszar opracowania obejmuje rejon Wieliczki z osnową fotogrametryczną sygnalizowaną, rozmieszczoną jak pokazuje rys 1. {zdjęcie prawe}.

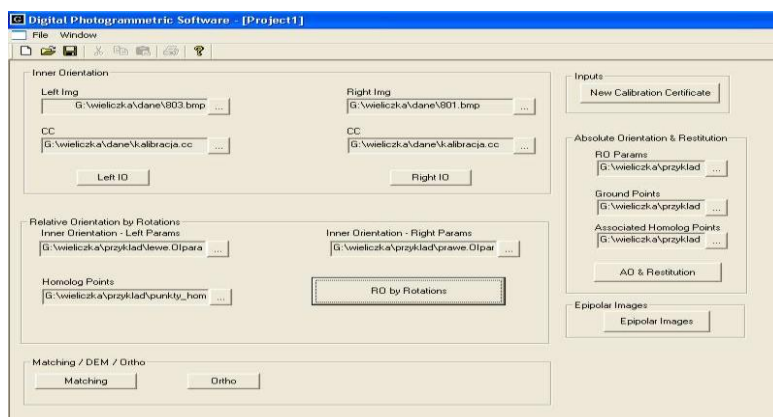


Rys. 1. Rozmieszczenie fotopunktów na zdjęciu-projekt Wieliczka

Drugi stereogram wykonany został kamerą RC-20 (w skali 1:26 000), zeskanowany pikselem 21 μm , obejmuje rejon Stary Sącz z założoną osnową fotogrametryczną, zawierającą naturalne szczegóły terenowe.

3. Porównanie DDPS z innymi systemami pod względem możliwości oprogramowania

Nauka obsługi programu DDPS jest bardzo szybka. Prosty interfejs pozwala na opanowanie programu w ciągu jednej godziny, co raczej jest niemożliwe w przypadku stosowania profesjonalnych systemów fotogrametrycznych. Każdy etap opracowania jest zapisywany do osobnego pliku, którego nazwa i ścieżka dostępu jest podana w menu głównym, tak jak pokazuje to rys. 2.



Rys. 2 Menu główne programu DDPS

Prostota w obsłudze tego oprogramowania wynika między innymi z pominięcia różnych szczegółów istotnych w opracowaniach fotogrametrycznych i możliwości opracowania tylko pojedynczego stereogramu.

W jednym z najważniejszych aspektów interfejsu oprogramowania fotogrametrycznego, a mianowicie w procesie wskazywania punktu na zdjęciu (zdjęciach) w grupie porównywanych programów uważam, iż w programie OrthoEngine PCI problem ten jest rozwiązany dużo gorzej niż w DDPS.

Orientacja wewnętrzna w każdym z badanych programów przebiega podobnie, lecz tylko w DDPS prezentowana jest informacja dotycząca błędów szcztątkowych (residua) w x i y oraz współczynników transformacji afinicznej.

Orientacja wzajemna w DDPS jest oparta na manualnym pomiarze punktów wiążących. Pozostałe programy mają możliwość wygenerowania punktów wiążących automatycznie lub półautomatycznie. Orientacja bezwzględna nie podaje wprost wyników wyrównania lecz trzeba je dodatkowo przeliczyć, co oczywiście jest niedogodnością badanego programu. Generowanie obrazów epipolarnych o dużej rozdzielczości jest w DDPS bardzo czasochłonne. Algorytm zastosowany do ich generowania jest niedokładny. Automatyczne generowanie punktów homologicznych do NMT jest również czasochłonne i obarczone dużym błędem. Program w porównaniu z innymi oprogramowaniami ma kłopot z eliminacją źle skorelowanych punktów wiążących. Generowanie numerycznego modelu terenu w programie DDPS jest pozbawione oceny parametrów dokładnościowych, można tylko zwizualizować wygenerowany model w formacie dem lub przy pomocy VRLM.

Ortorektyfikacja jest ostatnią możliwością oprogramowania DDPS i w porównaniu z pozostałymi programami jest zbyt mało dokładna (słaby algorytm).

Na podstawie powyższych uwag, dotyczących etapów opracowania fotogrametrycznego, program DDPS mógłby wydawać się bardzo słabym pakietem. Okazuje się jednak, że ma on pewne zalety. Analiza dokładnościowa etapu rekonstrukcji modelu pokazuje, że nie odbiega on zbyt od pozostałych programów a w niektórych przypadkach jest nawet od niektórych lepszy (tab. 2). W tabeli nr 1 przedstawione zostały wybrane aspekty obsługi oprogramowania fotogrametrycznego.

Tabela nr 1

Porównanie wstępne

	DDPS	OrthoBase Pro ERDAS	ImageStation SSK	OrthoEngine PCI
możliwość obserwacji stereo	Nie	tak/nie	tak/nie	nie
moduł pomiarowy punktów na zdjęciu	Dobry	bardzo dobry	Celujący	dostateczny
możliwości rozpoznania różnych formatów	-	+	+	+
wymagania sprzętowe	Małe	normalne	bardzo duże	normalne

przyjazność interfejsu oprogramowania	Dostateczna	bardzo dobra	Dobra	dobra
cena (ver. edu)	Darmowy	za wysoka	za wysoka	w normie

4. Porównanie pod względem dokładności

Z uwagi na brak pewnych danych do analizy dokładnościowej w programie DDPS, niektóre elementy zostały pominięte, a niektóre otrzymano drogą pośrednią z dodatkowych obliczeń. Stereogram „Wieliczka” posiada 13 fotopunktów, z których 5 zostało potraktowanych jako punkty kontrolne.

Tabela nr 2

Stereogram Wieliczka

	DDPS	OrthoBase Pro ERDAS	ImageStation SSK	OrthoEngine PCI
błąd orientacji wewnętrznej (lewe/prawe) [μm]	6,2 / 5,4	5,4 / 4,7	4,6 / 4,3	6,0 / 5,5
P_y na 15 pkt. wiążących [μm]	8,3	6,0	5,7	7,5
średni błąd fotopunktów (X,Y,Z) [m]	0,15	0,10	0,10	0,11
	0,21	0,13	0,11	0,15
	0,11	0,10	0,07	0,09
średni błąd punktów kontrolnych (X,Y,Z) [m]	0,17	0,14	0,13	0,15
	0,16	0,16	0,14	0,17
	0,17	0,15	0,11	0,14
ilość wygenerowanych punktów homologicznych	362	118	brak modułu	12
max P_y punktów homologicznych [μm]	630	32	-	17

Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli nr 2, największy problem w programie DDPS to brak automatycznego usuwania źle skorelowanych punktów homologicznych. Do generowania NMT należy manualnie wykasować punkty ze zbyt dużą paralaksą poprzeczną.

Każdy program pracuje na swoim formacie zapisu obrazu. Jednak można stwierdzić, iż błędy z tego powodu są zaniedbywane. DDPS pracuje na zdjęciach w formacie BMP.

Drugim badanym obiektem jest stereogram „Piwniczna”, który posiada 8 fotopunktów na szczegółach terenowych, z których 3 potraktowano jako punkty kontrolne.

W tabeli nr 3 zamieszczone są wyniki porównania ww. stereogramu opracowanego przy zastosowaniu czterech pakietów fotogrametrycznych.

Tabela nr 3

Stereogram Stary Sącz

	DDPS	OrthoBase Pro ERDAS	ImageStation SSK	OrthoEngine PCI
błąd orientacji wewnętrznej (lewe/prawe) [μm]	7,4 / 8,1	6,4 / 5,7	5,6 / 5,5	6,1 / 7,5
P_y na 15 pkt. wiązących [μm]	8,9	5,8	5,9	7,0
średni błąd fotopunktów (X,Y,Z) [m]	0,27	0,18	0,17	0,21
	0,38	0,20	0,21	0,25
	0,29	0,19	0,18	0,20
średni błąd punktów kontrolnych (X,Y,Z) [m]	0,26	0,37	0,28	0,30
	0,31	0,30	0,29	0,27
	0,27	0,26	0,27	0,23
ilość wygenerowanych punktów homologicznych	350	114	brak modułu	15
max P_y punktów homologicznych [μm]	597	35	-	19

Wyniki przedstawione w tabeli 3, dotyczące opracowania stereogramu „Stary Sącz” potwierdziły, iż pod względem dokładności rekonstrukcji modelu fotogrametrycznego, program DDPS nie odbiega znacząco od profesjonalnych systemów. Inaczej jest już w przypadku generowania NMT i ortorektyfikacji. Dla tych procesów, program znacznie odbiega od trzech porównywanych. Nie ma możliwości ingerencji operatora w tworzenie czy też analizę dokładnościową.

5. Podsumowanie

Program DDPS może być wykorzystany do nauki podstaw fotogrametrii cyfrowej lecz nie nadaje się do produkcyjnych czy też badawczych opracowań fotogrametrycznych. Jego prostota i dostępność oraz w niektórych modułach również dokładność powinny być wystarczającymi argumentami za wprowadzeniem go do procesu dydaktycznego, jeśli nie dysponuje się innymi pakietami. Należy jednak zdawać sobie sprawę z kilku istotnych ograniczeń tego oprogramowania, na które należy zwrócić uwagę studentów w trakcie jego wykorzystywania.

Literatura:

J.P. Donnay, R. Kaczyński, I. Ewiak, Z. Paszotta "Development of an educational photogrammetric package for digital aerial photographs" Liege, 2003

Recenzował: prof. dr hab. Aleksandra Bujakiewicz