

Jacek Jarząbek, Aleksander Żarkowski, Zbigniew Węgrzyn

PRZYDATNOŚĆ DVP DO TWORZENIA I AKTUALIZACJI WEKTOROWEJ BAZY DANYCH

Wstęp

Wraz z rozwojem techniki komputerowej, pojawieniem się skanerów cyfrowych umożliwiających przekształcenie analogowego zdjęcia lotniczego w obraz cyfrowy oraz możliwości ich obserwacji stereoskopowej, zaczęto produkować cyfrowe fotogrametryczne stacje robocze. Mają one szczególne znaczenie w okresie rosnącego zainteresowania Geograficznymi Systemami Informacyjnymi, dla których to spełniają rolę instrumentu fotogrametrycznego i teledetekcyjnego pozyskiwania danych. Wiodące firmy sprzętowe oferują różne typy stacji roboczych [3, 4, 6]. Jednym z prostszych urządzeń tego typu jest DVP (Digital Video Plotter) firmy Leica [1], czy też polskie oprogramowanie VSD - AGH (Video Stereo Digitizer) [7].

Celem opracowania jest ocena przydatności DVP dla tworzenia i aktualizacji wektorowej bazy danych. Po krótkiej charakterystyce systemu i sposobie opracowania podano uzyskane wyniki na przykładzie 2 stereogramów zdjęć z terenu o zróżnicowanej rzeźbie.

Instrument ten znajduje się w Centralnym Ośrodku Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Banku Sprzętu Geodezyjnego w Warszawie i może być udostępniany do różnych prac.

1. Charakterystyka przyrządu.

Digital Video Plotter (DVP) jest systemem stworzonym przez DVP Geomatic System Inc. w Kanadzie, i oferowanym przez firmę Leica, która ma wyłączność na sprzedaż tego oprogramowania na całym świecie. DVP określane jest przez firmę Leica jako wejściowy poziom stacji roboczej DPW bazującej na komputerach PC z prostymi i tanimi urządzeniami peryferyjnymi. Oprócz oprogramowania w skład systemu wchodzi układ optyczny (analogiczny do zwykłego stereoskopu zwierciadlanego), produkowany przez firmę Leica, oraz "mysz" i opcjonalnie digitizer formatu A3 np: stosowany przez nas SummaSketch II Plus [1]. Widok przyrządu przedstawiono na rys. 1 [2].

Praca na tym instrumencie polega na obserwacji przez stereoskop, podzielonego na dwie części ekranu monitora, na którym wyświetlony jest stereogram zdjęć. Wektoryzację wykonuje się przy pomocy przestrzennego znacznika pomiarowego poruszanego "myszą" (ruch Z) i kursorem

digitizera (ruch X, Y). Na digitizerze umieszczona jest papierowa odbitka zdjęcia sprzęgnięta z obrazem na monitorze, dzięki czemu obserwator posiada możliwość orientacji oraz bardzo szybkiego przemieszczania się po opracowywanym terenie. Dodatkowo na digitizerze, oprócz zdjęcia można umieścić menu, do pól którego przypisane są polecenia lub ciągi poleceń, co eliminuje konieczność korzystania z klawiatury. Wszelkie polecenia niezbędne podczas pracy na DVP można wykonywać przy użyciu "myszy" i kursora digitizera. Opcja ta umożliwia większą koncentrację obserwatora i efektywniejszą pracę.



Rys. 1

Do poprawnej pracy systemu wystarczy zwykły komputer klasy PC 386, z procesorem matematycznym, 8 Mb RAM (korzystniej 16 Mb), twardy dysk o pojemności minimum 200 Mb, kolorowa karta graficzna np: ATI VGA Wonder, ATI 8514-ULTRA, ATI VGA Wonder DXL, digitizer z czteroprzyciskowym kursorem, mysz lub "trackball". Oprogramowanie przyjmuje zeskanowane obrazy w formacie TIFF (Tag Image File Format).

Praca z systemem DVP przebiega w kilku etapach, którymi niezależnie od wykonywanego zadania są bardzo podobne. Są to po kolei:

- a) skanowanie i obróbka cyfrowa zeskanowanych materiałów fotograficznych;
- b) przygotowanie plików do orientacji wewnętrznej (współrzędne znaczków tłowych i ogniskowa kamery) oraz orientacji bezwzględnej (numery i współrzędne punktów osnowy terenowej);
- c) wykonanie orientacji bezwzględnej;
- d) przygotowanie pliku kodów, określającego warstwę, kolor oraz wagę (grubość) i typ linii którą wektoryzowane będą poszczególne elementy;
- e) wektoryzacja sytuacji oraz numeryczny model terenu;

- f) opracowanie pozyskanego DTM (interpolacja warstwic, np Surfer, ArcInfo, SCOP);
- g) konwersja pozyskanych danych do formatu DXF lub DGN;
- h) edycja , oraz wykreślenie mapy przy użyciu programów CAD.

2.Prace przygotowawcze.

Do opracowania na DVP wykorzystuje się zeskanowane stereogramy zdjęć lotniczych. W CODGiK w Warszawie skanowanie zdjęć przeprowadza się na skanerze bębnowym amerykańskiej firmy HOWTEK D4000, pracującym w świetle przepuszczalnym. Podobnie jak DVP znajduje się w Banku Sprzętu Geodezyjnego i prowadzona jest na nim działalność usługowa. Urządzenie to umożliwia skanowanie z rozdzielczością do 4000 dpi (tj. około 6 um). Maksymalny format skanowanych materiałów 26 x 28 cm. Skanowaniu mogą podlegać diapozytywy, negatywy, odbitki papierowe, zarówno czarno-białe jak i kolorowe. Do sterowania pracą skanera wykorzystuje się program PhotoStyler, dający ogromne możliwości cyfrowej obróbki obrazów rastrowych. Zeskanowany obraz można dowolnie poprawiać zmieniając kontrast, jasność, nasycenie poszczególnych kolorów, histogram oraz stosować odpowiednią filtrację.

Możliwości tego skanera nie jest się w stanie w obecnej chwili w pełni wykorzystać a to z uwagi na ogromne rozmiary jakie zajmują zeskanowane obrazy, zwłaszcza kolorowe. Dla przykładu: zeskanowanie zdjęcia formatu 24 x 24 cm z maksymalną rozdzielczością 4000dpi wymaga już około 1.3 Gb miejsca na dysku, a zdjęcia kolorowego trzy razy więcej tj. około 3.9 Gb.

2.1 Przygotowanie danych i orientacja stereogramu

Prace przygotowawcze do opracowania na DVP obejmują oprócz skanowania zdjęć , utworzenie zbioru z danymi do wykonania orientacji. Dane do orientacji wewnętrznej otrzymuje się z metryki kalibracji kamery, orientację bezwzględną można oprzeć o współrzędne z aerotriangulacji, z bezpośrednich pomiarów lub z mapy cyfrowej, względnie z pomiaru graficznego. Orientacja stereogramu przebiega analogicznie jak na autografie analitycznym obejmując :

- orientację wewnętrzną - pomiar znaczków tłowych z automatycznym pozycjonowaniem w oparciu o zbiór danych z metryki kamery;
- orientację wzajemną - pomiar z wykorzystaniem opcji automatycznego lub manualnego rozmieszczenia punktów na stereogramie z możliwością autokorelacji obrazów;
- orientację bezwzględną - przy wykorzystaniu przygotowanego zbioru, pliku współrzędnych punktów osnowy. Pozwala to na automatyczne pozycjonowanie znacznka po pomiarze conajmniej 3 punktów osnowy fotogrametrycznej.

Należy podkreślić, że wykonana orientacja stereogramu, po zapisaniu jest przechowywana w postaci zbiorów na dysku komputera. Każdorazowy powrót do zorientowanego wcześniej stereogramu nie wymaga więc powtarzania tych pracochłonnych czynności.

3. Wektoryzacja i Numeryczny Model Terenu (NMT)

Przed przystąpieniem do wektoryzacji należy stworzyć plik zawierający tabelę kodów. W tabeli tej znajdują się informacje o numerze kodu, jego charakterystyka np. budynek ogniotrwały,

8kolor, typ oraz waga elementu kreślącego co pozwala na podział mierzonych obiektów na grupy, a w konsekwencji rozwarstwienie treści. Wektoryzację wykonuje się z wykorzystaniem obserwacji stereoskopowej.

Pomierzony element jest zobrazowany na ekranie za pomocą kolorowej linii (wektora), zgodnie z definicją obiektu w tabeli kodów. System pozwala na wektoryzację elementem graficznym o ośmiu typach linii, ośmiu możliwych do wyboru grubościach 32-kolorach. Elementem wektoryzującym sytuację na modelu może być punkt, linia, trzy rodzaje łuków i okręgów, wielokąt, strumień linii. Oprogramowanie zawiera dodatkowe funkcje umożliwiające zamknięcie kreślonego elementu, pozostawienie go otwartego, ortogonalizację, dołączanie oraz wygładzanie linii. Pewną wadą jest zmiana na ekranie tylko koloru elementu wektoryzującego, mimo, że dokonano wyboru różnych parametrów w pliku kodów. Zróżnicowanie pod względem grubości i typu (przerwany, ciągły itp.) uwidacznia się dopiero w pliku DXF.

Przy opracowaniu Numerycznego Modelu Terenu konieczne jest zdefiniowanie siatki modelu poprzez podanie wielkości oczka, zakresu opracowywanego terenu, punktu początkowego oraz zorientowania siatki. DVP umożliwia pomiar NMT półautomatycznie tj. z wykorzystaniem automatycznej korelacji obrazu. W przypadku autokorelacji obrazów o mało zróżnicowanej tonalności i strukturze, może wystąpić zafałszowanie pomiaru. Dodatkowe udogodnienie oprócz widocznego położenia znaczka pomiarowego na modelu, stanowi informacja określająca procentowo stopień korelacji obrazów, co pozwala obserwatorowi na bieżąco kontrolować i korygować proces automatycznego tworzenia Numerycznego Modelu Terenu.

4. Konwersja plików DXF. Edycja w programach typu CAD

Jak przy każdym opracowaniu fotogrametrycznym, również przy opracowaniu na DVP może istnieć konieczność uzupełnienia lub korekty danych o pomiary terenowe. Najlepszym sposobem jest wykonanie edycji mapy cyfrowej w systemie typu CAD z którego później wykreślony może być rysunek. Ostatnim etapem pracy z DVP jest więc konwersja zbioru współrzędnych z opracowywanego modelu do formatu DXF.

W wersji DVP 3.0 istnieje możliwość bezpośredniej konwersji z poziomu systemu bez korzystania z zewnętrznych translatorów, tak jak było to w wersjach wcześniejszych. Podczas tworzenia pliku DXF system prosi o potwierdzenie jego nazwy, a następnie całą operację wykonuje automatycznie. Gotowy plik DXF można wczytać zarówno do MicroStation jak i AutoCad'a, pamiętając oczywiście o przygotowaniu odpowiednich plików konfiguracyjnych.

5. Opis przeprowadzonych prac i uzyskane wyniki

System DVP zastosowano do opracowania bazy wektorowej na obszarze dwóch stereogramów panchromatycznych zdjęć lotniczych wykonanych w skali 1:4500 z obiektu wsi górskiej Trybsz. Diapozytywy zdjęć zostały zeskanowane na skanerze bębnowym HOWTEK D 4000 z rozdzielczością 1000 dpi (1 piksel odpowiada około 11 cm. w terenie). Wielkość zbioru zeskanowanego pojedynczego zdjęcia w formacie *.tif wynosiła około 80 MB. Czas skanowania i zapisu zbioru trwał około 30 min.

Do orientacji bezwzględnej modelu wykorzystano sygnalizowane punkty, których współrzędne pochodziły z aerotriangulacji. Po transformacji uzyskano błędy:

dla stereogramu 4304 - 4307 - 6 punktów z aerotriangulacji;

$m_x = 0,09$ m, $m_y = 0,09$ m, $m_z = 0,22$ m

dla stereogramu 4307 - 4309 - 8 punktów z aerotriangulacji

$m_x = 0,05$ m, $m_y = 0,013$ m, $m_z = 0,23$ m

Wektoryzacja dwóch stereogramów w ośmiu warstwach informacyjnych trwała około 18 godzin. Należy przypuszczać, że częściowo na czasochłonność opracowania miało wpływ małe doświadczenie obserwatorów. Dla tego obszaru sporządzono również NMT siatkę o wielkości oczka 5×5 m. Opracowanie trwało około 6 godzin. Przykład opracowania wektorowego przedstawiono na rys.2.

Dokładność opracowania szczegółów na DVP scharakteryzowano błędami m_x , m_y w odniesieniu do opracowania analitycznego na autografie P-3 znajdującym się w Zakładzie Fotogrametrii Politechniki Warszawskiej (przyjmując je za bezbłędne). Orientację zewnętrzną wykonano w oparciu o identyczne sygnalizowane punkty jak w przypadku opracowania na DVP. Stereodigitalizację wykonano w środowisku Microstation [5] w podobnych warstwach.

W celu uniknięcia wpływu różnej wielkości błędów identyfikacji w zależności od rodzaju szczegółów analizę porównawczą przeprowadzono w trzech grupach:

grupa I - dobrze identyfikowane ogrodzenie trwałe, słupy ogrodzeniowe bram,

grupa II - okapy dachów,

grupa III - granice działek rolnych.



Rys.2

Z całości obszaru opracowania wybrano po około 50 punktów w każdej grupie dla których sporządzono opisy w celu jednoznacznej ich obserwacji na przyrządach. Obliczone błędy średnie zestawiono w tab. 1.

Tabela 1

Grupa szczegółów	Błędy średnie					
	w metrach			w pikselach		
	m_x	m_y	m_z	m_{px}	m_{py}	m_{pz}
I	0,12	0,12	0,16	1	1	1,4
II	0,08	0,11	0,16	0,7	1	1,4
III	0,16	0,2	0,17	1,4	1,7	1,5

Z przedstawionych danych w tab.1 zauważyć można zróżnicowanie dokładności określenia współrzędnych w zależności od wymienionych grup szczegółów. Najmniejszą wielkość błędów osiągnięto przy wektoryzacji okapów dachów budynków, szczególnie po osi x. Można to tłumaczyć łatwiejszą identyfikacją, dogodnym oświetleniem i ostrością szczegółów. Najmniejszą dokładność uzyskano przy pomiarze trudnych do identyfikacji szczegółów grupy III. Obszar na którym przeprowadzono pomiar należy do bardzo trudnych ze względu na słabą i wątpliwą identyfikację szczegółów tej grupy. Dokładność pomiaru współrzędnych Z mieści się w granicach 1.5 piksela. Ogólnie można stwierdzić, że podobne dokładności osiąga się na VSD.

Drugim zadaniem wykonanym na DVP była aktualizacja już istniejącej mapy cyfrowej o pomiar budynków. Cały proces do momentu rozpoczęcia wektoryzacji przebiegał analogicznie jak w przypadku obiektu Trybsz, z tą różnicą, że dane do orientacji bezwzględnej nie pochodziły z aerotriangulacji, lecz z pomiarów bezpośrednich charakterystycznych szczegółów terenowych. Po przeprowadzeniu orientacji wczytano plik DXF istniejącej mapy cyfrowej. Przy wykonywaniu tej czynności konieczne jest posiadanie wcześniej przygotowanej tabeli kodów lub tworzenie jej podczas wczytywania, wpisując nazwy lub numery warstw odpowiadające tym z pliku DXF. Po wczytaniu na ekranie monitora otrzymano aktualny stan treści mapy cyfrowej. Istniejącą bazę wektorową uzupełniono o warstwę informacyjną budynków odfotografowanych na zdjęciach. Osiągnięte dokładności są porównywalne z wymienionymi na obiekcie Trybsz.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzona analiza dokładności potwierdziła przydatność DVP do tworzenia i aktualizacji wektorowej bazy SIT metodami fotogrametrii cyfrowej. Duża łatwość obsługi tego typu systemu, instalacja na personalnym komputerze, posiadanie w kraju dobrego skanera, możliwość indywidualnego wykonania projektu poprzez wynajęcie na czas opracowania, powinny przyczynić się do praktycznego zastosowania przy pozyskiwaniu danych dla SIT.

W celu archiwizacji skanowanych zdjęć celowym byłby zakup w Centralnym Ośrodku Dokumentacji Geodezyjno - Kartograficznej urządzenia do zapisu danych na CD-ROM. Tego typu nośniki pozwalają na zapis około 600 MB i mogą być odczytane i później wykorzystywane u zamawiającego usługę skanowania, na niedrogich czytnikach (5-10 mln.).

Literatura

- [1]. DVP Digital Video Plotter Leica 1992 (instrukcja)
- [2] Digitale Photogrammetriestation DVP. Leica 1992 (prospekt)
- [3]. Konieczny J. Transformacje fotogrametrii. Przegląd Geodeyjny 1993 nr 9.
- [4]. Orlińska J., Preuss R. Photogrammetry in GIS Technologies. GIS for environment. Conference on Geographical Information Systems in environmental Studies. Kraków 25 - 27.XI.1993
- [5]. Orlińska J. Preuss R. Stereodigitalizacja zdjęć lotniczych na autografie analitycznym P-3 w systemie Microstation. Materiały Ogólnopolskiego Seminarium nt. Opracowanie cyfrowych map dla potrzeb rolnictwa z wykorzystaniem metod fotogrametrii i teledetekcji. Kraków 1993.
- [6]. Sitek Z. Fotogrametryczne cyfrowe stacje robocze Moniterra Pocztylion nr 7 Kraków 1992.
- [7]. Zieliński J.M., Jachimski J.J. Video Stereo Digitizer w planowaniu przestrzennym . II francusko-polskie Seminarium Teledetekcji "Teledetekcja w planowaniu przestrzennym" CNES, IGiK, Ambasada Francji w Polsce. PW Warszawa 25 - 26.X.1993

Recenzował: prof.dr hab.inż. Józef Jachimski

mgr inż. Jacek Jarząbek
mgr inż. Aleksander Żarkowski
MGPiB - CODGiK Warszawa
dr inż. Zbigniew Węgrzyn
ZFIF - AR Kraków