

Piotr Sawicki

## POZYCJONOWANIE 3D W BLISKIM ZASIĘGU WSPOMAGANE PROGRAMAMI CAD

(streszczenie)

Rozwój fotogrametrii bliskiego zasięgu wspomagane jest w ostatnich latach zastosowaniem cyfrowej techniki akwizycji, analizy i przetwarzania obrazów. W oparciu o obrazy cyfrowe uzyskane za pomocą optyczno-elektronicznych sensorów CCD powstało szereg cyfrowych systemów, charakteryzujących się wysokim stopniem automatyzacji procesu pomiarowego. Systemy te działają w trybie on-line w czasie rzeczywistym lub zbliżonym do czasu rzeczywistego i służą do 2D i 3D rekonstrukcji obiektu. Uzyskane dokładności opracowania są, w porównaniu z konwencjonalnymi systemami rejestracji fotograficznej, znacznie mniejsze, ze względu na użyteczną powierzchnię sensora i jego geometryczną zdolność rozdzielczą.

Inną możliwość cyfrowego opracowania tworzą hybrydowe systemy np. MR2, PHIDIAS, DPA, RolleiMetric 3D, funkcjonujące w trybie off-line, w których źródłem danych cyfrowych mogą być zdjęcia analogowe, wykonane kamerami fotogrametrycznymi lub kamerami średnio i małowformatowymi. W przypadku zdjęć wykonanych kamerami wyposażonymi w płytę reseau i pomierzonymi cyfrowymi monokomparatorami, uzyskiwane dokładności wyznaczenia z systemowo zorientowanym software'm i złożonym hardware'm. Koszty zakupu takich fotogrametrycznych cyfrowych systemów pomiarowych są również bardzo znaczne.

Przedstawiona poniżej koncepcja jest próbą stworzenia w miarę prostymi środkami, możliwości 3D fotogrametrycznego pozycjonowania w bliskim zasięgu o średniej dokładności, w połączeniu z numeryczno-graficznym opracowaniem zeskanowanych zdjęć naziemnych. W tym celu zostały wykorzystane powszechnie dostępne na rynku polskim programy AutoCAD i CADRaster, w środowisku których dokonano implementacji pomiaru zdjęć i oprogramowania fotogrametrycznego opartego na metodzie wiązek.

Proponowane rozwiązanie testowano w oparciu o zdjęcia naziemne, wykonane kamerą pomiarową UMK 10/1318 i 20/1318. Powiększenia zdjęć do formatu 21cm x 29cm (współczynnik powiększenia 1.75) digitalizowano na skanerze HP o formacie użytkowym 22cm x 35cm z rozdzielczością 400 dpi, uzyskując 3300 x 1550 pikseli o wymiarze 64 $\mu$ m x 64 $\mu$ m. Przy uwzględnieniu powiększenia zdjęć daje to rozdzielczość obrazu 37 $\mu$ m. Pomiar współrzędnych odbywał się w trybie interaktywnym na ekranie monitora za pomocą kursowa-krzyża nitek sterowanego myszą. Program AutoCAD z nakładką rastrową CADRaster, umożliwia wszechstronną obsługę obrazów rastrowych w środowisku wektorowym AutoCAD'a. Wykorzystywano przy tym wszystkie standardowe funkcje CADRastera między innymi: konwersję formatów plików rastrowych, interfejs wielopunktowej kalibracji plików rastrowych, kalibrację i filtrowanie obrazu, zoomowanie, snapowanie.

Deformację powiększeń zdjęć wykonanych na papierze fotograficznym, spowodowaną obróbką fotochemiczną i skanowaniem, eliminowano za pomocą transformacji afinicznej. Było to możliwe dzięki umieszczeniu na negatywie w powiększeniu płyty szklanej z siatką kwadratów. Potwierdzony został również znany z literatury fakt o 2.5- krotniej różnicy w dokładności w kierunku skanowania obrazu.

Mimo pewnej niedogodności wynikającej z faktu, że CADRaster pracuje na plikach monochromatycznych w bazowym formacie R.I.C, dzięki wykorzystaniu funkcji zoomowania, błąd pomiaru współrzędnych dla punktów strukturalnych wyniósł w skali zdjęcia ca. 7 $\mu$ m, natomiast dla znaczków tłowych i punktów dyskretnych ca. 13 $\mu$ m. Pomierzone wielokrotnie współrzędne punktów pomiarowych eksportowane były w formacie plików tekstowych do programu fotogrametrycznego. Wyznaczenie współrzędnych przestrzennych X,Y,z punktów obiektu i elementów orientacji zewnętrznej oraz opcjonalnie wewnętrznej zdjęć nastąpiło metodą wyrównania wiązek za pomocą programu TPH6. Program ten umożliwia łączne wyrównanie obserwacji fotogrametrycznych i geodezyjnych z możliwością indywidualnego wagowania wszystkich obserwacji.

Praktyczną ocenę przydatności proponowanego rozwiązania zweryfikowano w oparciu o zdjęcia dziedzinne przestrzennego pola testowego o wymiarach 20x20x10m, w którym błędy średnie po wyrównaniu współrzędnych fotopunktów wyniosły średnio 0.5 mm. Punkty pola testowego sygnalizowane były sztucznie za pomocą tarczki sygnalizacyjnych o wymiarach skorelowanych ze skalą zdjęć. Zdjęcia wykonano kamerą UMK 20/1318. Względna dokładność wyznaczenia współrzędnych przestrzennych obiektu odniesiona do wymiarów pola testowego wyniosła średnio 1:3000, co dla wielu nietopograficznych aplikacji w fotogrametrii bliskiego zasięgu jest dokładnością zadawalającą. Standardowe funkcje AutoCAD'a i CADRastera umożliwiają dalsze wszechstronne 2D i 3D opracowanie oraz edycję wyników opracowania.

dr inż. Piotr Sawicki  
Instytut Geodezji i Fotogrametrii  
Akademia Rolniczo-Techniczna w Olsztynie  
ul. Oczapowskiego 1, bl. 22A