

UWAGI O OPRACOWANIU POMIARÓW DEFORMACJI DYNAMICZNYCH, SZYBKOZMIENNYCH REALIZOWANYCH METODAMI STEREOFOTOGRAMETRII Z WYKORZYSTANIEM KAMER CCD.

Bogdan Jankowicz

Akademia Rolnicza w Krakowie
Katedra Fotogrametrii i Teledetekcji
Ul. Balicka 253.

Abstrakt.

Przedstawione w artykule rozważania dotyczą pomiaru deformacji dynamicznych - szybkozmiennych tj. o szybkim przebiegu w czasie rzeczywistym - metodami stereofotogrametrii filmowej z zastosowaniem kamery filmowej CCD wyposażonej w nasadkę stereoskopową. Głównym celem przeprowadzonych badań była optymalizacja konfiguracji aparatury pomiarowej wraz z oceną przydatności autografu cyfrowego VSD dla powyższego zadania. Badania przeprowadzono na przykładzie pomiaru deformacji niewielkich rozmiarów blachy aluminiowej, na którą działała siła w sposób przypadkowy. Rejestracji dokonano kamerą filmową CCD z nasadką stereoskopową. Następnie po transformacji kolejnych, „zamrożonych” obrazów filmowych do postaci cyfrowej otrzymano obrazy (parę stereoskopową) nadające się do dalszej obróbki na autografie cyfrowym VSD, przy czym każdemu z nich przyporządkowana była czwarta współrzędna - czasowa według wskazań chronometru.

1. Realizacja badań.

Ciągły rozwój technologiczny aparatury wyposażonej w detektory obrazu typu Charge Coupled Devices - CCD (tzn. przyrządy o sprzężeniu ładunkowym) jak kamery filmowe video zarówno analogowe, ale coraz częściej cyfrowe jak i cyfrowe aparaty fotograficzne tzw. still camera - pozwalają na coraz częstsze zastosowanie ich w fotogrametrii celem rozwiązywania rozmaitych zagadnień inżynierskich w tym pomiaru deformacji obiektów. Stan odkształcenia przedstawiony jest w danym układzie współrzędnych w funkcji czasu.

Przedstawiony w niniejszym opracowaniu temat dotyczy pomiaru deformacji szybkozmiennych z zastosowaniem aparatury CCD metodą stereoskopową. Eliminuje ona negatywne cechy metody opartej na filmowaniu z dwóch stanowisk kamery, a w przypadku obserwacji zdarzenia w kilku płaszczyznach ilość stanowisk kamer jest jeszcze większa, co wiąże się z koniecznością jednoczesnej aplikacji wielu przyrządów dla dokonania rejestracji w tym samym czasie rzeczywistym.

Takim przykładem zastosowania wielu kamer filmowych, umożliwiających obserwację, rejestrację i pomiar przebiegu deformacji dynamicznych jest laboratorium badawcze dla przeprowadzania testów zderzeniowych pojazdów samochodowych w Gocteborgu w Szwecji.

Dokonuje się tam obserwacji i rejestracji przebiegu zdarzenia – w tym również interesujących nas deformacji dynamicznych blach karoseryjnych pojazdów samochodowych w wielu płaszczyznach – tym samym – z wielu stanowisk kamer filmowych: z góry, z dołu i stanowisk bocznych.

Otrzymuje się obrazy odkształceń blach karoseryjnych w kilku płaszczyznach widokowych, celem ostatecznego określenia i pomiaru wielkości odkształcenia. Badania są bardzo kosztowne i wymagają wielu stanowisk rejestracji obrazu.

Dlatego też m.in. przedstawiony przykład skłonił autora do oceny przydatności stereoautografu cyfrowego Video Stereo Digitizer dla celów opracowań pomiarów deformacji dynamicznych realizowanych metodami stereofotogrametrii filmowej z aplikacją kamery wyposażonej w stereoskop, umożliwiającą pozyskanie i za pośrednictwem kamery rejestrację par obrazów (stereopar) oraz opracowanie ich ostatecznie na autografie cyfrowym VSD.

Kardynalną zasadą pomiaru jest zachowanie stałości orientacji tzn. niezmiennosc położenia przyrządu podczas rejestracji obrazów.

Zagadnienie opracowano na przykładzie obserwacji i rejestracji zjawiska deformacji obiektu za pośrednictwem kamery CCD ze stereoskopem przytwierdzonym do jej obiektywu.

Obserwacja i rejestracja obrazu zrealizowana została kamerą filmową CCD firmy SONY typu CCD F355E – wyposażonej w obiektyw o ogniskowej $f=7...42\text{mm}$ na taśmie (zapis analogowy) w systemie Video 8/SP – PAL/CCIR, czułości przetwornika CCD – 5 lux ($F=2$), zakresie 5 do 100000 lux i wymaganym natężeniu oświetlenia powyżej 300 lux. Kamera posiadała system automatycznego ogniskowania obrazu Auto-Focus TTL oraz system rejestracji obrazu za pośrednictwem dwóch głowic wirujących ze skanowaniem helikalnym.

Istotnym elementem badań była aplikacja stereoskopu na obiektyw kamery CCD.

W tym konkretnym przypadku użyto stereoskopowej nasadki ZENIT po dopasowaniu jej do obiektywu wyżej opisanej kamery o średnicy wyjściowej 46mm i założeniu odpowiednich pierścieni redukcyjnych. Następnie wyodrębniono z filmu video „zamrożone”, cyfrowe obrazy (pary obrazów jednoczasowych), zapisano w jednym z formatów akceptowanych przez VSD (tiff.), celem pomiaru obrazów cyfrowych z dokładnością odpowiadającą ułomkom piksela, w zależności od skali powiększenia obrazu cyfrowego.

Dla określenia współrzędnych położenia punktów z pomiarów na VSD przyjmuje się oczywiście ten sam układ lokalny dla każdego wyodrębnionego obrazu.

Chronometr-czasomierz umożliwia również synchronizację czasową (kolejność) poszczególnych, wyodrębnionych obrazów, przeznaczonych do obróbki na VSD.

Zalecane jest, aby podczas filmowania pomiarowego korzystano z czasomierza o wskazaniach, co najmniej 1 msek., chociaż w niektórych przypadkach taka dokładność nie jest potrzebna.

Z każdej opracowanej na autografie (VSD) pary cyfrowych obrazów fotogrametrycznych otrzymujemy współrzędne położenia punktów w układzie przestrzennym.

Następnie przyporządkowując dla tych współrzędnych czwartą – czasową (ze wskazań chronometru) dla konkretnej pary obrazów uzyskujemy czasoprzestrzenny rozkład położenia interesujących nas punktów.

Sposób przedstawienia tego rozkładu może być rozmaity, (zależy od potrzeb zainteresowanych).

Interesującym wydaje się też przedstawienie zmian dynamicznych obiektu za pośrednictwem map dynamicznych tzn. zsyntetyzowanych oraz zsynchronizowanych czasowo i dynamicznie - połączonych, pojedynczych map wektorowych, zawierających siatkę współrzędnych przedstawionych w formie obrazów sekwencyjnych lub filmu.

Dokładność stereoskopowego pomiaru deformacji zdeterminowana jest rodzajem / rozdzielczością zastosowanego przetwornika obrazu CCD, jakością układu optycznego stereoskopu nasadkowego i błędami wynikłymi przy ewentualnym przetwarzaniu obrazu na odpowiedni format (np. w przypadku zastosowania karty frame-grabbera) i wreszcie dokładnością samego przetwarzania na VSD.

2. Wnioski

Przedstawiona metoda pomiaru deformacji szybkozmiennych umożliwia ich pomiar z jednego stanowiska kamery przy zastosowaniu pojedynczego urządzenia CCD, co znajduje ekonomiczne uzasadnienie. Podobnie, jeśli zachodzi konieczność wykonania ujęć w wielu widokach (z boku, z góry, z dołu, itd.) – również ilość stanowisk kamer zostaje zredukowana. Tym samym nie jest wymagana czasowa synchronizacja obrazów wykonywanych dwoma urządzeniami CCD z dwóch stanowisk.

Stereoautograf VSD-AGH całkowicie spełnia zarówno pod względem użytkowym jak i dokładnościowym warunki pomiaru deformacji dynamicznych określonych obiektów, jako, że jest to w zasadzie typowy, standardowy pomiar obiektu – traktowanego w rozumieniu geodezyjnym jako szczegół umieszczony w przestrzeni, podlegający pomiarowi fotogrametrycznemu.

Recenzował: dr inż. Władysław Mierzwa

BIBLIOGRAFIA:

1. Z. Sitek – Fotogrametria Ogólna i Inżynierska – PPWK:1991r.

SOME CONSIDERATION ON FAST VARIABLE DEFORMATION MEASURING PROCESS PERFORMED BY MOVIE STEREOGRAMMETRY METHODS.

Summary.

This project aim to designation principles of fast variable deformation measuring by photogrammetrics methods, particularly measuring by movie CCD camera with stereoscopic unit. Optimalization of measuring devices configuration and Video Stereo Digitizer estimation for this task – it's the main problem of the project.

Designed by movie – stereophotogrammetry images were transformed to the digital images and the next elaborated on the Video-Stereo-Digitizer – on the chronological order – according to high accuracy chronometer. In this way we're receiving 4-dimensional image of deformation variation in the real time. Video Stereo Digitizer is good for fast variable deformation measuring process, recorded by movie CCD camera with stereoscopic unit because accuracy and application conditions are performed.