

**WYKORZYSTANIE RÓŻNOSKALOWYCH ZDJĘĆ DO ZASILANIA BAZY
DANYCH 3D OBIEKTÓW ARCHITEKTONICZNYCH**

**THE USE OF MULTISCALE IMAGES FOR SUPPLEMENTING DATA BASES
OF 3D ARCHITECTURAL OBJECTS**

Aleksandra Bujakiewicz, Dorota Zawieska, Magdalena Arcisz

Zakład Fotogrametrii, Teledetekcji i SIP, Politechnika Warszawska

SŁOWA KLUCZOWE: cyfrowy model pokrycia obiektu, terratriangulacja, produkt wektorowy.

STRESZCZENIE: W artykule zostaną przedstawione wyniki pracy badawczej, dotyczącej wykorzystania bloku zdjęć bliskiego zasięgu, metrycznych i niemetrycznych, o znacznie zróżnicowanej skali, dla pomiaru 3D obiektu, typu ołtarz. Orientacja zewnętrzna wszystkich zdjęć została wyznaczona jednocześnie, poprzez odpowiednie wagowanie obserwacji w procesie wyrównania, realizowanym w programie Orient/Orpheus. W wyniku fotogrametrycznego pomiaru, wygenerowany został produkt wektorowy dla całego obiektu oraz numeryczne modele pokrycia obiektu (NMPO) dla jego wybranych detali. Produkty te zostały zgromadzone i zintegrowane w bazie danych 3D GIS (ArcGIS 9.2), do której jest podłączona bezpośrednio stacja fotogrametryczna Summit Evolution firmy DAT/EM. Takie rozwiązanie umożliwia prowadzenie analiz przestrzennych w bazie 3D GIS, z jednoczesnym fotogrametrycznym pomiarem uzupełniających danych na 3D modelu. Produkty te umieszczone w bazie GIS mogą posłużyć jako archiwum wiedzy dla różnych specjalistów, zajmujących się restaurowaniem zabytków. Dokładność opracowania i wieloplatformowość, a zarazem prosty dostęp przez zintegrowane oprogramowanie, pozwala między innymi na dokładne zrekonstruowanie kształtu powierzchni, grubości i rodzaju materiałów z jakich składa się obiekt.

1. WPROWADZENIE

Dokumentacja fotogrametryczna 3D obiektu bliskiego zasięgu, np. architektonicznego czy inżynierskiego, wymaga zwykle określenia danych metrycznych, dotyczących zarówno całego obiektu jak i jego części. Dane mogą być określone w formach nie tylko tych najbardziej popularnych, tj. cyfrowej mapy wektorowej lub/i ortofotomapy, lecz także w postaci numerycznego wysokościowego modelu powierzchni obiektu – NMPO (Digital Object Model – DOM), który może być tworzony, na przykład, tylko dla wybranych części 3D obiektu. Rozwój fotogrametrycznych metod cyfrowych, spowodował, że dzięki różnorodnym oprogramowaniom można uzyskać przeważającą część wyników pomiaru (produktów) fotogrametrycznych w trybie automatycznym lub półautomatycznym. Dane te można także w łatwy sposób z sobą integrować w celu zasilania bazy 3D danych obiektu czy systemu informacji przestrzennej, stworzonego dla danego typu obiektów (np. Systemu Informacji Architektonicznej) (Kolbl et al, 2000). Należy także zwrócić uwagę na fakt, że określane fotogrametrycznie 3D dane różnych części obiektu często muszą

być wyznaczone z zróżnicowaną dokładnością. W aspekcie pomiarów fotogrametrycznych oznacza to, że dane źródłowe, czyli zobrazowania wymagają różnej rozdzielczości terenowej, co w przypadku obrazów zależy od ich skali. Dla całego obiektu mierzonego, lub większej jego wybranej do pomiaru części, wykonuje się zdjęcia w skali mniejszej, natomiast pomiar wybranych detali tego obiektu, wymaga obrazów w znacznie większej skali. Wszystkie pozyskane dla obiektu obrazy wymagają określenia parametrów ich orientacji wewnętrznej i zewnętrznej, w celu dalszego ich wykorzystania dla wyznaczenia wymaganych danych o obiekcie.

Optymalnym podejściem wyznaczenia tych parametrów, jest jednoczesne wyrównanie wszystkich obserwacji wykonanych na wszystkich obrazach, poprzez znaną powszechnie w odniesieniu do zdjęć bliskiego zasięgu – terratriangulację [Sawicki, 2001]. Jeśli blok zdjęć charakteryzuje się podobną skalą, wówczas rozwiązanie tego zadania jest podobne do aerotriangulacji odniesionej do zdjęć lotniczych. Jednakże w przypadku zdjęć o dużej różnicy skal i nieregularnym pokryciu, proces terratriangulacji wymaga modyfikacji.

Nowoczesne racjonalne wykorzystanie metod fotogrametrycznych bliskiego zasięgu dla tworzenia baz obiektów, wymaga generowania produktów fotogrametrycznych w różnych formach (cyfrowej mapy wektorowej lub/i ortofotomapy, numerycznego modelu wysokościowego obiektu - NMPO) i ich odpowiedniej integracji. w tematycznych bazach danych, tworzonych na platformie GIS lub CAD.

2. TERRATRIANGULACJA ZDJĘĆ RÓŻNOSKALOWYCH

W przypadku opracowań w fotogrametrii bliskiego zasięgu, często występuje nietypowa geometria zdjęć. Pozyskiwane obrazy mogą charakteryzować się zarówno zróżnicowaną skalą i wymiarem piksela obrazu, jak i nieregularnym zasięgiem pokrycia obiektu. Ponadto, zdjęcia obiektu i jego fragmentów mogą być wykonywane kamerami metrycznymi i niemetrycznymi, charakteryzującymi się różnymi parametrami wiązki. W takich przypadkach, konwencjonalne podejścia jednoczesnego określania orientacji zdjęć poprzez terratriangulację, zakładające podobne zasady jakie są przyjęte w aerotriangulacji lotniczej metodą niezależnych wiązek, muszą być odpowiednio dostosowane do przyjętej w projekcie geometrii zdjęć.

Procedury określenia orientacji zdjęć dotyczą dwóch podstawowych zadań:

1. Określenia orientacji wewnętrznej zdjęć, opisującej ich wewnętrzną geometrię,
2. Wyznaczenia orientacji zewnętrznej zdjęć w odniesieniu do przyjętego układu zewnętrznego obiektu.

Określenie wewnętrznej geometrii zdjęć może być, jak wiadomo, wykonane w etapie kalibracji, poprzedzającym terratriangulację i w przypadku zdjęć wykonanych kamerami metrycznymi, o minimalnej dystorsji obiektywu, jest to zwykle orientacja wewnętrzna przyjęta jako ostateczna.

W przypadku zdjęć niemetrycznych, wykonanych cyfrowymi aparatami fotograficznymi, parametry orientacji wewnętrznej zdjęć, zawierają także elementy dystorsji radialnej i tangencjalnej, które mają zwykle znaczny wpływ na zniekształcenie geometrii wewnętrznej zdjęć (Bujakiewicz, et al, 2006). W takim przypadku kalibracja aparatu, wykonana przed pomiarem, może być traktowana jako wstępna, dostarczająca przybliżone parametry orientacji wewnętrznej, które w etapie jednoczesnego

wyrównania wszystkich obserwacji poprzez terratriangulację, mogą być sprawdzone i poprawione, jeśli zachodzi taka konieczność i jeśli moduł programowy terratriangulacji zawiera możliwość samokalibracji, tak jak jest to dostępne np. w programie Orient/Orpheus.

Wyznaczenie orientacji zewnętrznej bloku zdjęć o różnej geometrii, charakteryzującej się znacznie zróżnicowaną skalą i wymiarem piksela obrazu, oraz nietypowym niesekwencyjnym ich pokryciem zdjęć, można wykonać stosując proponowane etapy:

- sekwencyjne określenie przybliżonych parametrów orientacji zewnętrznej grup zdjęć w bloku (etap I), oraz
- terratriangulacja blokowa, tj ostateczne jednoczesne wyznaczenie elementów orientacji zewnętrznej, oraz orientacji wewnętrznej, jeśli parametry opisujące geometrię wewnętrzną zdjęć, wyznaczone we wstępnej kalibracji nie mogą być traktowane jako ostateczne (etap II).

Zakłada się, że dla obiektu pozyskane zostały zdjęcia, które można włączyć do dwóch następujących grup:

1. Zdjęcia (dwa lub więcej) obejmujące cały obiekt i pokrywające się wzajemnie, na których można zidentyfikować punkty osnowy, służące do wpasowania wszystkich zdjęć w przyjęty układ referencyjny, w etapie jednoczesnego wyrównania, oraz zawierające grupy punktów wiążących wykorzystanych dla ich powiązania z obrazami, wykonanymi dla fragmentów obiektu. Przykładem mogą być dwa zdjęcia w skali 1:150 (tworzące stereogram), całego Ołtarza Najświętszego Sakramentu (d.Św.Felicissimy) Kościoła Św. Krzyża w Warszawie (rys.1) pozyskane naziemną kamerą optyczną (i zeskanowane), z pomierzonymi geodezyjnie kilkoma punktami osnowy, rozmieszczonymi równomiernie na obiekcie.

2. Grupy zdjęć (co najmniej dwóch) pokrywających się dla każdego poszczególnego fragmentu (detalu) obiektu, które są wykonane cyfrowymi aparatami fotograficznymi z odległości kilka razy mniejszej niż w przypadku zdjęć dla całego obiektu, na których można zidentyfikować punkty, wiążące zdjęcia z odpowiadającymi fragmentami na zdjęciach obejmujących cały obiekt.

W wykonanym eksperymencie, aparatem cyfrowym Canon EOS 20D, pozyskano kilka par zdjęć w skali około 1: 40, dla czterech ozdobnych połączonych trójwymiarowych płyt o wymiarach $0.44 \times 0.85 \times 0.12$ cm, umieszczonych w dolnej części ołtarza (rys. 2).

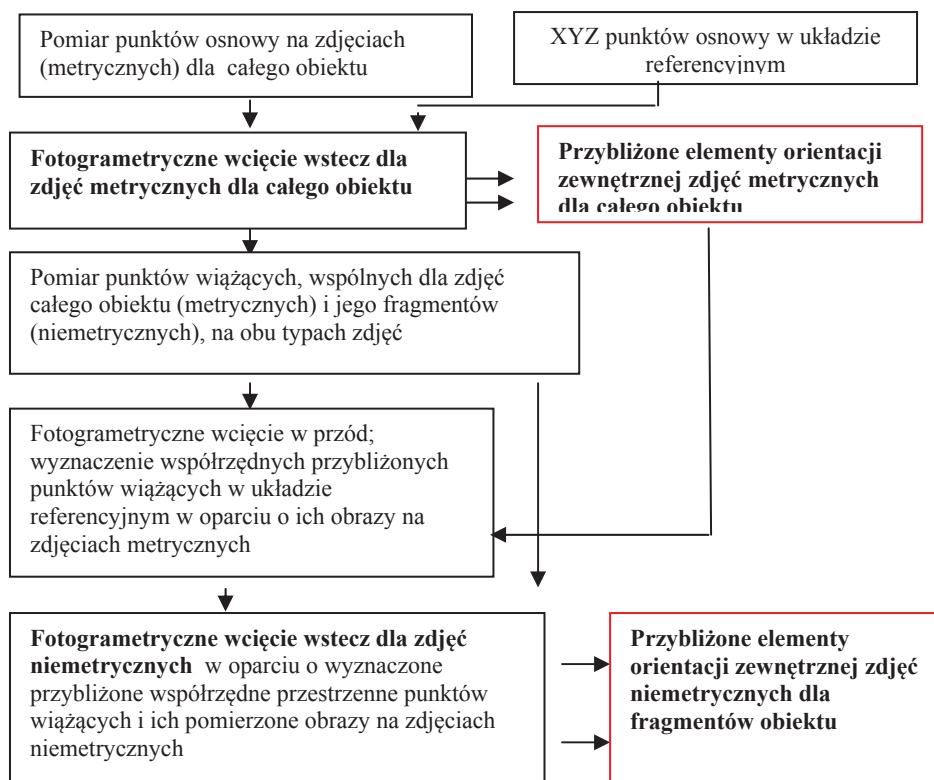
Przybliżone parametry orientacji zewnętrznej wszystkich zdjęć wyznacza się w etapie I, zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 3.



Rys. 1. Zdjęcie całego ołtarza wykonane metryczną kamerą UMK (Król, 2005)



Rys. 2. Widok wybranych detali ołtarza – płyt 3D wykonanych aparatem cyfrowym Canon EOS 20D (Arcisz, 2008)



Rys. 3. Schemat wyznaczenia przybliżonych parametrów orientacji zewnętrznej bloku zdjęć (etap I) – wykonany w programie Orient/Orpheus

Ostateczne parametry orientacji zewnętrznej zdjęć całego obiektu (metrycznych) i jego fragmentów (niemetrycznych) uzyskuje się w etapie II, poprzez jednoczesne wyrównanie wszystkich obserwacji z uwzględnieniem przybliżonych parametrów orientacji zewnętrznej wyznaczonych w etapie I (rys. 3).

Stosując moduł terratriangulacji, takiego oprogramowania jak na przykład Orient/Orpheus, można przeprowadzić jednoczesne wyrównanie blokowe wszystkich obserwacji, uwzględniając stałość elementów orientacji wewnętrznej (wyznaczonej we wstępnym etapie kalibracji), lub zmienność elementów orientacji wewnętrznej (samokalibracja). Program Orient/Orpheus pozwala także jednocześnie wyrównywać obserwacje wykonane na obrazach charakteryzujących się zróżnicowanym wymiarem piksela, oraz w bardzo różnych skalach (w omawianym eksperymencie odpowiednio: 14 μ m – obrazy metryczne i 10 μ m – obrazy niemetryczne oraz skale zdjęć od 1:40 do 1:150). Jednorodną dokładność wyrównania (podpikselową) można osiągnąć dzięki zasadniczym właściwościom oprogramowania, polegającym na możliwości manipulacji i wagowania dopuszczalnych odchyłek na pomierzonych punktach. Można wyróżnić kilka klas dokładności punktów ze względu na ich identyfikację, rodzaj i skalę zobrazowania. Wagowanie odchyłek przyspiesza system komend opracowanych dla tego programu, powodujący w łatwy sposób, przyporządkowanie grupom punktów odpowiednie odchyłki, które w trakcie wyrównania można aktualizować tak,

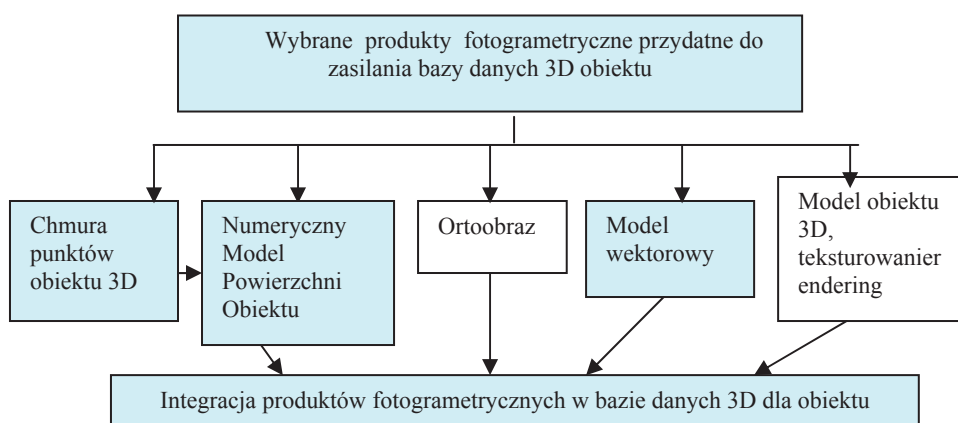
aby ostatecznie program uznał je za dopuszczalne w procesie wyrównania. W wyniku wyrównania uzyskano błędy w granicach $0.4 \div 0.6$ piksela.

3. INTEGRACJA PRODUKTÓW FOTOGRAMETRYCZNYCH W BAZIE DANYCH 3D OBIEKTU

Technologie fotogrametryczne stale się rozwijają, idąc naprzeciw wymaganiom i możliwościom jakie stwarzają analizy prowadzone w różnego rodzaju bazach danych. Modernizacja fotogrametrycznych stacji cyfrowych, pod kątem ich bezpośredniego połączenia z bazami 3D GIS, prowadzi do szybszego zasilania tych baz danymi fotogrametrycznymi i umożliwia, w trybie on-line, analizę danych w bazie z jednoczesnym pomiarem uzupełniającym na modelu fotogrametrycznym. Technologia naziemnego skaningu laserowego, stała się już także powszechną metodą pozyskania danych dla numerycznych modeli powierzchni obiektu, czy innych wtórnych produktów.

Dane fotogrametryczne, opisujące poszczególne produkty muszą być wyznaczone w tym samym przestrzennym układzie odniesienia. Tak stworzone produkty, mogą zasilać odpowiednie tematyczne 3D bazy danych, tworzone na platformie GIS lub CAD. Obecnie wdrażane 3D GIS, mogą zawierać dane geometryczne reprezentowane w przestrzeni trójwymiarowej i dla nich generowane fotogrametrycznie obiekty 3D mogą być bardzo użyteczne. Wykorzystanie baz danych, zarówno CAD jak i GIS, ma zasadnicze znaczenie dla tworzenia Systemów Informacji Architektonicznej, które integrują różnorodne dane, dotyczące inwentaryzacji obiektów zabytkowych, w tym sakralnych i mogą być wykorzystywane przez specjalistów, takich jak architekci lub archeolodzy, bądź jednostki zajmujące się planowaniem.

Na rysunku 4, przedstawione są wybrane produkty fotogrametryczne, które mogą być wygenerowane metodami fotogrametrii bliskiego zasięgu, które są przydatne do zasilania bazy danych 3D obiektu (np. architektonicznego typu sakralnego).



Rys. 4. Wybrane produkty fotogrametryczne przydatne do zasilania bazy danych 3D obiektu

Poniżej przedstawiono przykładowe produkty pozyskane eksperymentalnie.

1. Chmura punktów 3D

Do generowania chmury punktów wybranych fragmentów (płyt) ołtarza na podstawie zdjęć cyfrowych w dużej skali, użyto programu Match-T firmy Inpho. Mierzone fragmenty były połączone, z połyskującymi ornamentami o dość skomplikowanej strukturze. Spowodowało to wiele komplikacji, przy automatycznym generowaniu chmury punktów programem Match-T. Dla każdego stereogramu zdjęć każdego fragmentu ołtarza został założony oddzielny projekt, ponieważ poszczególne pary zdjęć nie miały między sobą wzajemnego pokrycia.

Chmury punktów 3D zostały wygenerowane dla trzech ozdobnych płyt, z których dwie są pokazane na rysunku 5 (wzajemne ich położenie na ołtarzu przedstawia rysunek 2. Dla wszystkich modeli zastosowano te same ustawienia parametrów.

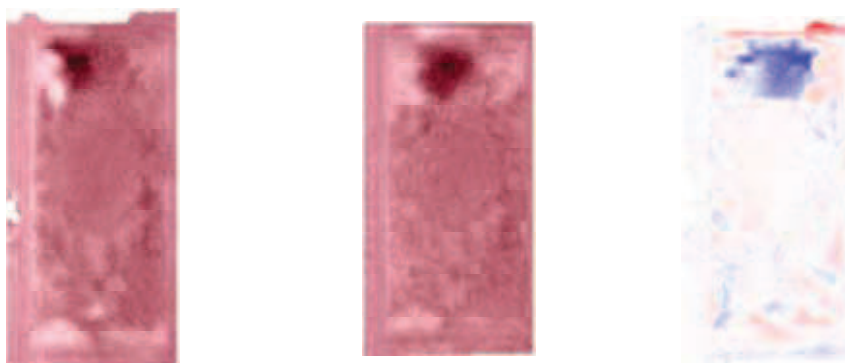


Rys.5. Chmury punktów wygenerowanych dla dwóch fragmentów (płyt) (Arcisz, 2008)

Algorytm korelacji programu Match-T poradził sobie z wykryciem krawędzi tych fragmentów, które były prawidłowo oświetlone, pomimo połączonych powierzchni i zarejestrowanych licznych cieni. Problemy wystąpiły jednak tam gdzie pojawiły się refleksy świetlne. Ponadto wykrycie punktów homologicznych było problemem na powierzchniach płaskich lub wygładzonych.

2. Numeryczne Modele Powierzchni Obiektu (NMPO)

Produkt został wygenerowany w oparciu o oprogramowanie SCOP++, który został wykorzystany do różnorodnej wizualizacji NMPO dla wybranych obiektów oraz generowania dla nich modeli różnicowych i profili. Do generowania NMPO wykorzystano pozyskane chmury punktów. Dla przeprowadzenia interpolacji NMPO, program SCOP++ dysponuje kilkoma strategiami. Wybór strategii interpolacji danych było trudne do rozwiązania ze względu na nieregularność punktów i liczne miejsca pozbawione punktów. Ostatecznie przyjęto strategię opartą na przekształceniu liniowym (linear prediction) oraz nie uwzględniającą filtracji danych. Na rysunku 6 pokazano wizualizację numerycznych modeli pokrycia obiektu (NMPO) wygenerowanych dla jednego fragmentu (płyty) z obrazów pozyskanych w skali 1:40 i 1:90 oraz model różnicowy



NMPO ze zdjęć 1: 40

NMPO ze zdjęć 1: 90

Model różnicowy dla NMPO

Rys. 6. Wizualizacja NMPO przykładowego fragmentu ołtarza w postaci modeli cieniowanych i modelu różnicowego.

Zastosowane różnorodne metody wizualizacji Numerycznych Modeli Powierzchni Obiektów (NMPO) wskazują, że wygenerowane wcześniej chmury punktów, okazały się dla wszystkich fragmentów niewystarczająco dokładne, szczególnie w miejscach odbłasków, spowodowanych złoceniem. Pomimo obniżonych dokładności zostały one wykorzystane jako przykład produktu fotogrametrycznego do zasilania i uzupełniania bazy danych 3D.

3. Produkty wektorowe

Ekstrakcja produktów wektorowych wykonana na stacji fotogrametrycznej DAT/EM Summit-Evolution z bezpośrednim połączeniem do bazy GIS, umożliwia ciągłe pozyskiwanie nowych danych, w tym przypadku danych wektorowych, gromadzenie ich w bazie z jednoczesną możliwością przeprowadzania analiz i porównania z produktami już istniejącymi w bazie. W ten sposób można zapewnić lepszą zgodność dostarczonych danych fotogrametrycznych.

Stacja ta została wyposażona w nakładkę DAT/EM STEREO CAPTURE dla programu ArcGIS 9.2, która umożliwia gromadzenie ekstrahowanych danych obiektowych 3D w bazie danych GIS. Takie rozwiązanie umożliwia ciągłe pozyskiwanie nowych danych, w tym przypadku danych wektorowych, oraz gromadzenie ich w bazie z jednoczesną możliwością przeprowadzania analiz i porównania z produktami już istniejącymi w bazie. W ten sposób można zapewnić lepszą zgodność dostarczonych danych fotogrametrycznych.

W opisywanym eksperymencie bazę danych 3D założono w oparciu o istniejący model szkieletowy całego ołtarza (Król, 2005). Wykorzystany produkt powstał na stacji fotogrametrycznej Z/I ImageStation w środowisku CAD przy wykorzystaniu programu Microstation. Część wektorową bazy danych 3D całego ołtarza, uzupełniono modelem obiektowym, wykonanym dla detali ołtarza (Arcisz, 2008). Stereodigitalizację na stacji DAT/EM Summit - Evolution przeprowadzono na modelu przestrzennym 3D płyty ołtarza, zrekonstruowanym w oparciu o zdjęcia cyfrowe w skali około 1:40 i ich parametry orientacji zewnętrznej, określonej na drodze terratriangulacji wszystkich zdjęć (Rozdz. 2).

Oprogramowanie stacji umożliwia, w czasie rzeczywistym, powiększanie i przeglądanie jednocześnie modelu w widoku stereo i danych w oknie aplikacji

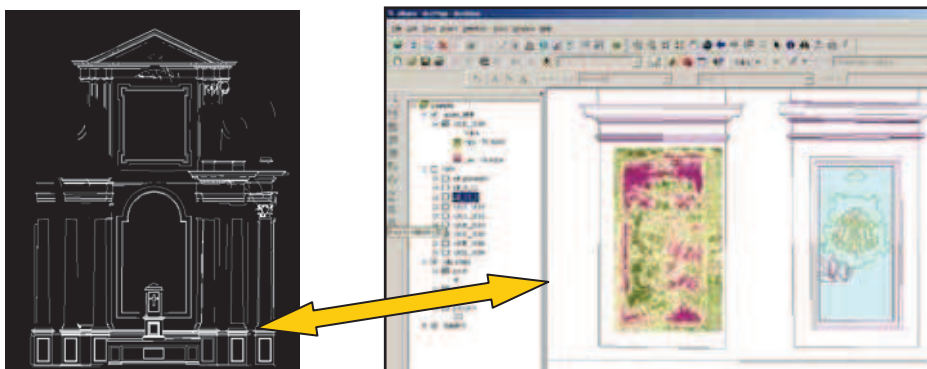
ArcMap. Natomiast funkcja superimpozycji umożliwia nałożenie danych obiektowych na model stereo. Bezpośrednie połączenie stacji fotogrametrycznej z bazą danych zapewnia zachowanie wzajemnej zgodności i spójności między mierzonymi elementami, z danymi już wcześniej istniejącymi w bazie.

3.1. Zasilanie bazy danych 3D oraz przykładowe analizy

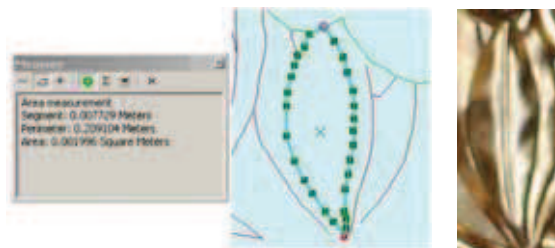
Fuzję danych fotogrametrycznych przeprowadzono na platformie systemu GIS w oprogramowaniu ESRI ArcGIS 9.2. Do geobazy zostały wprowadzone wektorowe dane archiwalne całego ołtarza [Król, 2005] oraz pozyskane produkty fotogrametryczne wygenerowane w prezentowanym eksperymencie, tj. dla fragmentów ołtarza - modele wektorowe, numeryczne modele powierzchni obiektów (NMPO) oraz numeryczne modele różnicowe, zachowując podział bazy danych na część wektorową oraz część z danymi rastrowymi.

Rysunek 7 przedstawia integrację wybranych produktów fotogrametrycznych w utworzonej bazie danych w systemie ArcGIS.

W oprogramowaniu ArcGIS w nakładce ArcMap znajdują się proste i użyteczne funkcje, które mogą być wykorzystywane do różnych analiz. Jedną z funkcji wykonuje analizy pomiarowe w oparciu o zapytania do bazy danych, którymi dowolnie zarządza obserwator. Rysunek 8 przedstawia wynik zadanego pytania do bazy o powierzchnię dla połączonego liścia.



Rys.7. Model wektorowy oraz model rastrowy NMPO wybranych fragmentów - zintegrowane z modelem szkieletowym całego ołtarza



Rys. 8. Analiza powierzchni połączonego liścia przy wykorzystaniu funkcji Measure w ArcMap

W przypadku obiektów zabytkowych, które często podlegają renowacji, przeprowadzenie analiz pomiarowych, w formie zapytań do bazy są bardzo przydatne dla konserwatorów zabytków. W przedstawionym na rysunku 8 przykładzie, tego rodzaju analiza posłużyła do oszacowania powierzchni złocenia liścia, która wynosi 20 cm², dzięki czemu konserwatorzy obiektu mogli oszacować koszt płatków złota, jaki jest niezbędny do jego renowacji.

4. PODSUMOWANIE

W opracowaniu przedstawiono etapy pracy generowania (i integracji) produktów fotogrametrycznych dla wybranych płaskorzeźb ołtarza poprzez wykorzystanie odpowiednich modułów specjalistycznego oprogramowania.

Produkty te umieszczone w bazie GIS mogą posłużyć jako archiwum wiedzy dla różnych specjalistów, zajmujących się restaurowaniem zabytków. Dokładność opracowania i wieloplatformowość, a zarazem prosty dostęp przez zintegrowane oprogramowanie, pozwala między innymi na dokładne zrekonstruowanie kształtu powierzchni, grubości i rodzaju materiałów z jakich składa się obiekt

Stworzona baza danych 3D integrująca produkty dla obiektów sakralnych, przedstawiona w tym opracowaniu, może stanowić część Systemu Informacji Architektonicznej o obiektach sakralnych, założonego w oprogramowaniu ArcGIS.

System właściwie administrowany, może być łatwo dostępny na przykład poprzez internet dla specjalistów, zajmujących się planowaniem przestrzennym, turystyką czy promocją obiektów historycznych. Ponadto z chwilą, gdy fotogrametryczne stacje cyfrowe są połączone bezpośrednio do systemów lub procesów tworzenia baz danych GIS, dane fotogrametryczne mogą podlegać wymianie w ramach systemów *Open GIS*. To rozwiązanie znacznie ułatwi wzajemną wymianę danych pomiędzy jednostkami operującymi różnymi oprogramowaniami systemu GIS, bez konieczności konwersji danych na odpowiedni format oraz umożliwi dowolne zarządzanie danymi przez wielu użytkowników jednocześnie.

5. LITERATURA

Bartolotta M., Di Naro S., Brutto M., Villa B., 2000. Information Systems for Preservation of Cultural Heritage. *The International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. XXXIII, Part B5. s. 864-871.

Bujakiewicz A., Kowalczyk M., Podlasiak P., Zawieska D., 2006. 'Calibration of Very Close Range Digital Cameras'. (in english), *Kwartalnik PAN 'Geodezja i Kartografia'*, Vol. 55, No. 2, s. 95-108.

Kolbl O., Cherradi F., Hostettler H., 2000. Conception of an Integrated 3D GIS for Primary Data Acquisition and data Management; Applied to an Inventory of Historic Monuments. *The International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. XXXIII, Part B5. s. 446-452.

Sawicki P., 2001. Rozwiązanie terratriangulacji z samokalibracją cyfrowej kamery Kodak DC4800. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 11, s. 3/25 – 3/32.

Arcisz M., 2008. Pozyskanie danych fotogrametrycznych dla bazy danych 3D GIS wybranego obiektu sakralnego. Praca dyplomowa magisterska, Politechnika Warszawska.

Król M., 2005. Analiza dokładności pomiaru fotogrametrycznego 3D obiektu architektonicznego typu sakralnego opracowanego na fotogrametrycznej stacji cyfrowej. Praca dyplomowa magisterska, Politechnika Warszawska.

THE USE OF MULTISCALE IMAGES FOR SUPPLEMENTING DATA BASES OF 3D ARCHITECTURAL OBJECTS

KEY WORDS: Digital Object Model, Terratriangulation, Vector Product

Summary

The paper presents results of a research project tackling the use of a set of close range images at very different scales, taken with metric and non-metric cameras, in measuring a three-dimensional object, exemplified by an altar. The exterior orientation of all the photographs was determined by simultaneous adjustment in the Orient/Orpheus software, using appropriate observation weightings. The vector product for the entire altar, and – additionally - the Digital Object Models (DOM) of some of the altar's ornamental and gold-plated 3D plates, were generated with photogrammetric software. The products were integrated into a single 3D GIS database (ArcGIS 9.2), directly connected with the photogrammetric workstation (Summit Evolution, DAT/EM). Such an approach made it possible to conduct spatial analysis in 3D GIS database with supplementary on-line measurements of some data on a 3D photogrammetric model. The products, located in a GIS data base, can be used as a source of information by various specialists involved in conservation and restoration of historical monuments. The measurement accuracy and the multiplatform approach as well as simple access to the integrated software enable reconstruction of 3D shapes of objects and determination of their size and substance.

prof. dr hab. Aleksandra Bujakiewicz
e-mail: abujak7@wp.pl
tel: 503086444

dr inż. Dorota Zawieska
e-mail: dorotaz8@wp.pl
tel. 605458134

mgr inż. Magdalena Arcisz
e-mail: magda.arcisz@gmail.com
tel: 606727558