

Sprawozdanie z badań statutowych

Zakładu Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej

w 2000 r.

Temat nr 11.150.459

Cyfrowe systemy obrazowej rejestracji, przetwarzania i udostępniania informacji o terenie i środowisku

Kierownik tematu: Prof. dr hab. inż. Józef Jachimski

Podtematy:

1. Fotogrametryczna inwentaryzacja zabytków

Wykonawcy: Prof.dr hab.inż. Józef Jachimski, dr inż. Władysław Mierzwa , dr inż. Andrzej Wróbel

2. Modele numeryczne i ortofotomapa

Wykonawcy: Dr inż. Stanisław Mularz, dr inż. Beata Hejmanowska, mgr inż. Wojciech Drzewiecki, mgr inż. Tomasz Pirowski, mgr inż. Urszula Babiarz

3. Fotogrametria w Społeczeństwie Informacyjnym XXI wieku.

Wykonawca: Prof.dr hab.inż. Józef Jachimski, dr inż. Stanisław Mularz, dr inż. Władysław Mierzwa

Podtemat nr 1

Fotogrametryczna inwentaryzacja zabytków.

Wykonawcy: Prof.dr hab.inż. Józef Jachimski,
dr inż. Andrzej Wróbel,
dr inż. Władysław Mierzwa,

W ramach podtematu 1 badane były metody opracowania rozwinięć historycznych fresków [1]. Zebrane zostały dokonania Zakładu Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej w ostatnich latach związane z dokumentowaniem malowideł ściennych usytuowanych na rozwijalnych, niepłaskich powierzchniach, z wykorzystaniem różnych technik pomiarowych i materiałów źródłowych w postaci zdjęć wykonanych aparatami

amatorskimi, semi-metrycznymi i kamerami fotogrametrycznymi stosując metody komputerowego przetwarzania obrazów.

Opracowanie rozwinięcia powierzchni wymaga trzech rodzajów danych: opisujących kształt powierzchni na której usytuowane jest malowidło, obrazu (obrazów) malowidła oraz danych kontrolnych.

Kształt powierzchni opisywany jest zazwyczaj w postaci dyskretnej jako zbiór punktów regularnie (siatka) lub nieregularnie rozmieszczonych na powierzchni. Dla obiektów architektonicznych należy się jednak liczyć z tym, że kąt nachylenia powierzchni może się zmieniać w granicach 0° do 90° co zmusza do operowania kilkoma, nachylonymi względem siebie układami współrzędnych oraz w związku z tym uniemożliwia bezpośrednie wykorzystanie programów DTM. Kształt powierzchni, w realizowanych projektach, określano metodami fotogrametrycznymi na podstawie zdjęć wykonanych kamerami metrycznymi (Lubiąż), semi-metrycznymi lub nie-metrycznymi (Pijarzy, Kaplica Świetokrzyska) wykorzystując zależności ściśle lub bezpośrednią transformację liniową (DLT). Malowidła fotografowane były aparatami amatorskimi na filmach barwnych (6x6 cm, 24x36mm) oraz kamerą cyfrową (1500x1000 pikseli). Dane kontrolne niezbędne są do określenia orientacji przestrzennej wykonanych zdjęć oraz powiązania ich z przyjętym układem współrzędnych. Najczęściej są to punkty zasygnalizowane specjalnymi znaczkami, których współrzędne określone są na podstawie pomiarów geodezyjnych lub naturalne szczegóły jednoznacznie identyfikowalne na zdjęciach i na obiekcie. Współrzędne ich były określone metodami geodezyjnymi lub fotogrametrycznymi.

Dokumentacja malowidła powinna posiadać wszystkie cechy mapy. W przeszłości dominował sposób kreskowy prezentacji co umożliwiało przedstawienie tylko głównych wątków malowidła. Opracowanie wykonywano na analogowych autografach co uniemożliwiało sporządzenie rozwinięć, w przypadku gdy malowidło znajdowało się na niepłaskiej powierzchni. Alternatywą a czasami uzupełnieniem takiej formy były fotomapy opracowywane metodą przetwarzania fotomechanicznego, które jednak też posiadały ograniczenia w zastosowaniu do prawie płaskich powierzchni. Technika ortofotografii oparta na przetwarzaniu różniczkowym rozszerzyła możliwości opracowania dokumentacji malowideł usytuowanych na bardziej złożonych powierzchniach. Przetwarzanie cyfrowe w praktyce nie posiada żadnych ograniczeń. Najmniejszą przetwarzaną jednostką może być pojedynczy piksel obrazu cyfrowego. Wynikiem opracowania dla malowideł usytuowanych

na płaskich i rozwijalnych powierzchniach jest rozwinięcie a w przypadku powierzchni nierozwijalnych mapa (plan) sporządzona w przyjętym odwzorowaniu.

Opracowaną w Zakładzie metodę sporządzania rozwinięć malowideł usytuowanych na niepłaskich powierzchniach zastosowano do opracowania dokumentacji malowideł usytuowanych na sklepieniu biblioteki Opactwa Cystersów w Lubiążu oraz na sklepieniach Kościoła O.O.Pijarów w Krakowie i w Kaplicy Świętokrzyskiej na Wawelu. Stanowiły one materiał dla dalszych prac konserwatorów zabytków.

W podtemacie 1 przeprowadzono także termograficzne badanie budynków mieszkalnych i obiektów przemysłowych [2].

Od wielu już lat produkuje się sprzęt termograficzny cechujący się wysoką dokładnością pomiaru temperatury (0.1 – 0.2°C). Najnowsze kamery cechują się stosunkowo wysoką rozdzielczością obrazu. Wszystko to umożliwia wykonywanie opracowań termograficznych o wysokiej jakości.

Jakość opracowań nie zależy jednak wyłącznie od sprzętu z którego się korzysta. Zarejestrowany nawet bardzo dokładnie obraz rozkładu temperatury nie zawsze dobrze opisuje badane zjawisko.

Należy jeszcze uwzględnić wpływ czynników zewnętrznych np. promieniowania otoczenia, promieniowania słonecznego, ruchu powietrza (przeciąg, wiatr), kształt obiektu. Wszystko to wpływa zarówno na temperaturę obserwowanej powierzchni jak też może zniekształcać strumień promieniowania podczerwonego docierający do kamery.

Aby na podstawie pomiarów termograficznych dobrze ocenić przebieg analizowanego zjawiska, należy poznać jego opis fizyczny. Nieznajomość przebiegu procesu, może bowiem, doprowadzić do wyciągania błędnych wniosków. Podsumowując można stwierdzić, że aby osiągnąć wysoką jakość opracowania, należy: dokładnie zapoznać się z fizyczną stroną badanego zjawiska, starannie i w odpowiednich warunkach wykonać obserwacje termograficzne i starannie (z uwzględnieniem możliwych zniekształceń rejestrowanego przez kamerę sygnału) dokonać interpretacji wyników pomiarów terenowych. Na jakość opracowania ma również wpływ dopracowanie jego strony wizualnej (np. łączenie wielu termogramów w jeden obraz, nakładanie na obraz termograficzny rysunku kreskowego ułatwiającego interpretację itp.).

Załączniki:

1. Józef Jachimski, Władysław Mierzwa, „Warping Methods for Producing a Development of Historical Frescos”, XIX Kongres ISPRS, Amsterdam 2000.
2. Andrzej Wróbel, Alina Wróbel, „Termograficzne badanie budynków mieszkalnych i obiektów przemysłowych”, Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol.10, str. 65-1, Kraków 2000.

Podtemat nr 2

Modele numeryczne i ortofotomapa

Wykonawcy: Dr inż. Stanisław Mularz, dr inż. Beata Hejmanowska, mgr inż. Wojciech Drzewiecki, mgr inż. Tomasz Pirowski, mgr Urszula Babiarz

W roku 2000 w ramach podtematu 2 dokonano szerokiego przeglądu literatury na temat przedmiotowych badań [3, 4] oraz przeprowadzono prace w następujących kierunkach:

- Badanie możliwości wykorzystania wysokorozdzielczych spektralnie danych teledetekcyjnych [7],
- Analiza wpływu błędności Cyfrowego Modelu Rzeźny Terenu (CMRT) na błąd nachyleń i azymutów' [6]
- Modelowanie przestrzennych interakcji zachowań konsumentów z wykorzystaniem GIS [5]
- Analiza dokładności numerycznego modelu powierzchni topograficznej generowanego z wykorzystaniem fotogrametrycznych stacji cyfrowych [8]

Teledetekcja rozwija się w kierunku zwiększania możliwości zdalnego rozpoznawania obiektów i procesów. W obecnych czasach dotyczy to zwiększania rozdzielczości obrazów satelitarnych do pojedynczych metrów, a także znacznego zwiększania ich rozdzielczości radiometrycznej. Duże znaczenie ma zwiększanie czasu rewizyt satelity nad danym obszarem, a także tendencja obniżania ceny zobrazowań. Zdalne rozpoznanie obiektów jest możliwe w oparciu o znajomość jego właściwości spektralnych. Wykorzystanie różnych przedziałów spektralnych znacznie zwiększa możliwość wydzielenia obiektów. Pełne wykorzystanie informacji zawartej w satelitarnych danych teledetekcyjnych jest możliwe przy znajomości właściwości spektralnych badanych obiektów w przedziałach spektralnych, w których dokonywana jest rejestracja satelitarna.

Badania odpowiedzi spektralnej obiektów w przedziale widzialnym i bliskiej podczerwieni są prowadzone już od szeregu lat. Właśnie dzięki nim pojawiła się możliwość

wydzielania różnych obiektów na obrazach teledetekcyjnych. O ile stosunkowo dobrze poznano ten zakres długości fal o tyle właściwości spektralne obiektów w przedziale podczerwieni termalnej i w zakresie fal dłuższych są w niewielkim stopniu zbadane. W roku 2000 w ramach badań statutowych rozpoczęto badania właściwości spektralnych wybranych obiektów. Z uwagi na pilotażowy charakter prac oraz dobre wsparcie laboratoryjne na wydziale zdecydowano się na pomiar gleb „wzorcowych”. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w literaturze i są zachęcające dlatego też zaplanowano w dalszych latach intensywne badania w tej dziedzinie w połączeniu z badaniem adekwatnych danych satelitarnych. Podjęto wstępne działania zmierzające do włączenia się w międzynarodowy program (ASTER).

Drugi kierunek badań prowadzonych w tym podtemacie był kontynuacją badań prowadzonych w roku 1999 i dotyczył wpływu błędu CMRT na wartości spadków i nachyleń. Cyfrowy Model Rzeźby Terenu (CMRT) wykorzystywany jest powszechnie w Systemach Informacji Geograficznej, między innymi w celu obliczenia spadków i ekspozycji terenu. Mogą one być dalej wykorzystywane do analiz typu np.: wybór optymalnej lokalizacji obiektu lub określenie najkrótszej drogi. CMRT może być także bezpośrednio wykorzystywany do analiz np. zagrożeń powodziowych. Od poprawności, wiarygodności modelu zależy wynik przeprowadzonej analizy, co wykazały badania prowadzone w ramach badań statutowych w roku 1999. W roku 2000 został przetestowany wpływ niedokładności modelu na błąd nachyleń i azymutów, a nie wpływu różnych algorytmów na poprawność określenia spadków i azymutów. Zostały przeanalizowane wzory obliczeniowe, na podstawie których obliczane są wartości nachyleń i azymutów. Wyniki przeprowadzonej analizy pozwalają na wyciągnięcie ciekawych wniosków, między innymi:

- błąd nachyleń i azymutów zależy oczywiście głównie od błędu CMRT, oczka siatki i kąta nachylenia powierzchni. Ciekawy natomiast jest fakt, że dla terenów niegórzystych, o kącie nachylenia $< 10^0$ błąd nachyleń jest prawie stały
- błędność CMRT w większym stopniu wpływa na błąd azymutu niż na błąd nachylenia (szczególnie w terenach o niewielkich deniwelacjach, gdzie możliwa jest diametralna zmiana ekspozycji, jest to niebezpieczne podczas analiz przestrzennych, w których uwzględnia się tylko specyficzne azymuty).

Innym kierunkiem badań były analizy dotyczące wykorzystania GIS-u dla wspierania działalności komercyjnej. Uwzględnienie zależności przestrzennych otwiera duże możliwości

pozyskiwania dodatkowej informacji o rynku oraz modelowania zachowań konsumentów, co wykorzystane może zostać np. w celu oszacowania rentowności planowanej inwestycji bądź oceny działalności już istniejącej (osiąganej efektywności, skuteczności reklamy, itp.).

Uzyskiwane wyniki mogą być również przydatne dla planistów i decydentów, wspierając np. proces oceny lokalizacji dużych obiektów handlowych.

Do przeprowadzenia pełnej symulacji konieczne jest posiadanie, pozwalającej na dokonanie dywersyfikacji rynku, informacji o rozmieszczeniu konsumentów, ich preferencjach, zamożności, strukturze wiekowej, itp.. Tego rodzaju dane - dotychczas dostępne jedynie w postaci opisowej bazy danych (np. GUS) - coraz częściej przetwarzane są przez komercyjne firmy i sprzedawane w postaci baz danych przestrzennych. Jest to wynikiem dynamicznie rozwijającego się rynku informacji mikromarketingowej, w której systemy GIS zaczynają odgrywać coraz większą rolę.

Należy oczekiwać, że wzrost dostępnej informacji przekładać się będzie na zwiększone zainteresowanie zaawansowanymi analizami przestrzennymi prowadzonymi przez podmioty gospodarcze nie używające dotąd w swej działalności systemów informacji geograficznej, dla których systemy te staną się z czasem niezbędnym narzędziem. Wydaje się, że cennych danych (np. o rozmieszczeniu ludności, natężeniu ruchu i in.) mogłyby dostarczyć im również fotogrametria i teledetekcja. Ich wykorzystanie limitowane jest poprzez koszt ich pozyskania. Należy jednak pamiętać, że decydująca o ich cenie wysoka dokładność, niezbędna w innych zastosowaniach, dla tego rodzaju analiz często nie jest konieczna.

W ramach czwartego kierunku badań przeprowadzono studium dokładności numerycznych modeli powierzchni topograficznej, uzyskanych przy wykorzystaniu fotogrametrycznych stacji cyfrowych. Dokładność i wiarygodność końcowej estymacji dokładności Numerycznego Modelu Powierzchni Terenu (NMPT) zależy od rozmiaru próbki punktów kontrolnych użytych w doświadczeniu. Rozmiar próbki punktów kontrolnych został zoptymalizowany z wykorzystaniem teorii statystycznej. Ocena dokładności NMPT została przeprowadzona przez porównanie wartości wysokości punktów kontrolnych z wysokościami punktów wyinterpolowanych w siatce 10 m. W wyniku analizy stwierdzono, że stacje ImageStation i VSD cechuje zbliżona precyzja pomiaru. Dokładność numerycznego modelu terenu jest uzależniona od ukształtowania powierzchni topograficznej. Dla fragmentu terenu o większym spadku uzyskano prawie dwukrotnie większe błędy.

Dane pomiarowe wyznaczone automatycznie przez korelację obrazów nie są tak wiarygodne jak pomiar manualny. Z drugiej strony różnice są nieznaczne. Powinny być prowadzone dalsze badania w celu poprawy jakości NMPT wytwarzanego automatycznie.

Załączniki:

3. Stanisław C.Mularz „Teledetekcja i Systemy Informacji Geograficznej (GIS) w badaniach geologicznych, hydrologicznych oraz monitorowaniu zjawisk i procesów geodynamicznych” „Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji Vol. 10, 2000, str 23-1; 23-8
4. Beata Hejmanowska „Komisja VII – GIS, mapa użytkowania terenu, metody klasyfikacji obrazów, wysokorozdzielcze obrazy satelitarne”, „Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji Vol. 10, 2000, str 22-1; 22-6
5. Tomasz Pirowski, Wojciech Drzewiecki „Wybrane problemy modelowania przestrzennych interakcji zachowań konsumentów z wykorzystaniem GIS”, „Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji Vol. 10, 2000, str 61-1; 61-8
6. Beata Hejmanowska „Wpływ niedokładności Cyfrowego Modelu Rzeźby Terenu na błąd nachyleń i azymutów”- „Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji Vol. 10, 2000, str 41-1;41-14
7. Beata Hejmanowska „Połowy spektrometr pracujący w podczerwieni termalnej – wstępne wyniki pomiarów” – IV Konferencja Krajowa: Termografia i Termometria w podczerwieni, Łódź, 16-18 listopada 2000
8. Urszula Babiarczyk „Analiza dokładności numerycznego modelu powierzchni topograficznej generowanego z wykorzystaniem fotogrametrycznych stacji cyfrowych”- artykuł w druku, Półrocznik „Geodezja”

Podtemat 3.

Fotogrametria w Społeczeństwie Informacyjnym XXI wieku

Wykonawcy: Prof. Dr hab. Józef Jachimski, dr inż. Władysław Mierzwa

Materiały fotogrametryczne i teledetekcyjne – obrazy lotnicze i wielospektralne z obrazowania satelitarne są już stosowane w codziennej praktyce gospodarczej i administracyjnej w krajach rozwiniętych na świecie. Stosują te materiały osoby nie będące specjalistami w dziedzinie fotogrametrii, teledetekcji lub GIS. Materiały te również w Polsce zjednują sobie użytkowników. Dzieje się to jednak z oporami typu administracyjnego, a także

spowalniając jest słabą informacją na temat korzyści jakie można osiągać wykorzystując zobrażenia lotnicze i satelitarne.

Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji wystąpiło już przed dwoma laty z inicjatywą wzmożenia, w dobie budowy społeczeństwa informacyjnego, działań popularyzujących w całym społeczeństwie możliwości fotogrametrii i teledetekcji, aby poprzez oddolne zwiększenie zapotrzebowania wymusić przyspieszenie odpowiednich prac legislacyjnych i organizacyjnych na wysokich szczeblach.

Dotychczasowe doświadczenia dotyczące kształcenia pracowników administracji w zakresie wykorzystywania obrazów w ich pracy pozwoliły nam uzmysłwić sobie trudności z jakimi należy się liczyć przy kształceniu ludzi dorosłych (w latach 1997-98 prowadziliśmy kursy z obrazowej geoinformatyki w ramach europejskiego programu PHARE). Dlatego zdecydowaliśmy się rozpocząć działalność w środowisku najłatwiej przyjmującym nowinki techniczne, a mianowicie w środowisku młodzieży szkolnej.

Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH podjął w roku 2000 prace nad zorganizowaniem doświadczalnych kursów szkoleniowych w jednym z krakowskich gimnazjów, celem przebadania uwarunkowań percepcji treści obrazów lotniczych i satelitarnych przez uczniów, oraz celem określenia najbardziej efektywnych metod kształcenia na tym poziomie. Spodziewamy się zweryfikować w czasie kilku lat założenie, że przekazywanie podstawowej wiedzy o wykorzystaniu obrazów lotniczych i satelitarnych na poziomie szkolnym jest skuteczniejsze niż prowadzenie kursów dla dorosłych. Czyli, że z punktu widzenia społecznych kosztów, korzystnie jest prowadzić edukację w zakresie biernego użytkowania informatyki obrazowej już dla młodzieży szkolnej.

Z zadowoleniem stwierdzamy, że w nasze ślady poszedł Instytut Fotogrametrii i Kartografii Politechniki Warszawskiej, który przygotowuje się właśnie do rozpoczęcia analogicznych kursów w jednym z warszawskich gimnazjów.

Badania nad optymalnym systemem wdrażania społeczeństwa do stosowania „na co dzień” informacji zawartych w obrazach lotniczych i satelitarnych wspierane są finansowo przez polonijną fundację Alfreda Jurzykowskiego z USA. Tak więc finansowanie tych badań odbywa się zarówno w AGH, jak i w Politechnice Warszawskiej, częściowo z funduszy Fundacji, a częściowo w ramach prac statutowych tych jednostek.

Równolegle z badaniami nad kształceniem młodzieży przygotowaliśmy szereg publikacji i przygotowujemy następne opracowania podsumowujące dorobek fotogrametrii,

teledetekcji i GIS w Polsce, oraz pokazujące możliwości i korzyści wynikające ze stosowania tych metod w działaniach gospodarczych i administracyjnych.

Przygotowaliśmy m.in. obszernie omówienie materiałów przedstawionych na kongresie Międzynarodowego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji (International Society for Photogrammetry – ISPRS). Kongres miał miejsce w Amsterdamie w lipcu 2000r, a już we wrześniu opublikowane zostały przez pracowników naszego Zakładu omówienia najistotniejszych opracowań przedstawionych w czasie Kongresu. W różnych krajach świata zwraca się uwagę na konieczność przyspieszenia wdrażania metod geoinformatycznych do codziennej praktyki w społeczeństwie. Przykładem mogą być referaty prezentowane na forum Komisji IV ISPRS.

Zdajemy sobie sprawę z tego, że prace badawcze nad optymalizacją metod wdrażania nowoczesnej geoinformatyki obrazowej do praktyki budowanego właśnie społeczeństwa informacyjnego muszą być zaplanowane co najmniej na kilka lat. Podejmując ten temat wierzymy, że nasze wysiłki nie pójdą na marne. Dodatkowo mobilizuje nas fakt, że Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji silnie popiera nasze działania, a także fakt, że również w Politechnice Warszawskiej realizowane są podobne zamierzenia.

Załączniki

9. Mierzwa W., Jachimski J. „Komisja IV na XIX Kongresie ISPRS w Amsterdamie: opracowanie map i systemy informacji geograficznej GIS”, Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol.10, Kraków 2000, str 18.1- 18.12.
10. Jachimski J. „Zadania i cele Polskiego Towarzystwa Fotogrametrii i Teledetekcji”, Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji”, vol.10, Kraków 2000, str 13.1-13.3
11. Jachimski J. „Współczesne programy nauczania fotogrametrii i teledetekcji w uczelniach wyższych w Polsce”, Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol.10, Kraków 2000, str.10.1-10.11.
12. Jachimski J., Mierzwa W., „Możliwości rozpowszechniania metod fotogrametrycznych, teledetekcyjnych i GIS poprzez szkolenie modzieży” materiał przygotowany do publikacji w Zeszytach Naukowych AGH.
13. Bernasik J. „, Realia i perspektywy pomiaru odkształceń” - manuskrypt