

Badania statutowe w 2003 r.

Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej

Temat: Cyfrowe systemy obrazowej rejestracji, przetwarzania i udostępniania informacji o środowisku

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

Finansowanie: działalność statutowa

Nr umowy: 11.11.150.459

Zadanie 1. Fotogrametria i teledetekcja bliskiego zasięgu w zastosowaniach inżynierskich. Kierownik zadania: prof. dr hab. inż. Jerzy Bernasik

W ramach Badań Statutowych powstała monografia naukowa p.t. „Fotogrametria inżynierska” autorstwa J. Bernasik, S. Mikrut., Praca ta jest dostępna w Internecie na stronie www.materiały.dydaktyka.agh.edu.pl. [1].

Prowadzone były również prace badawcze związane z wdrożeniem fotogrametrycznych metod cyfrowych w zastosowaniach inżynierskich.

W ramach tych prac, została opracowana metoda pomiaru przekroji wyrobisk podziemnych przy wykorzystaniu fotogrametrii cyfrowej. Zaprojektowano urządzenie prototypowe służące do rejestracji przekroji (autorstwo prof. dr hab. inż. J. Bernasik), a także (wraz z mgr inż. M. Ziajka) opracowano metodykę prezentacji wyników. System przetestowano w kopalni doświadczalnej AGH. Metodyka została z powodzeniem zastosowana przez dyplomantów w trakcie pomiaru tunelu drogowego. Technologia oraz wyniki badań opisane zostały w pracy oddanej do druku [2].

Problemy zastosowania współczesnej fotogrametrii inżynierskiej w budownictwie były przedmiotem osobnych analiz, a ich wyniki zostały przedstawione w osobnej publikacji [3].

Wyniki przedstawiono w publikacjach:

1. **Bernasik J., Mikrut S.:** „*Fotogrametria inżynierska*”. Podręcznik akademicki udostępniony na stronach internetowych Ośrodka Szkolenia Niestacjonarnego AGH: www.materiały.dydaktyka.agh.edu.pl, Str.1-105. Kraków 2003.
2. **Bernasik J., Ziajka M.:** „*Fotogrametryczne pomiary przekroji wyrobisk podziemnych metodami fotogrametrii cyfrowej*”. Zeszyty Naukowe AGH. Geodezja t.10, z. 1. – praca przekazana do druku
3. **Bernasik J.:** „*O zastosowaniach współczesnej fotogrametrii inżynierskiej w budownictwie*”. Inżynieria i budownictwo 11/2003. Warszawa 2003.
4. **Bernasik J.:** „*Elementy fotogrametrii i teledetekcji*”. Podręcznik akademicki. Wydanie II poszerzone i zaktualizowane. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne. AGH. Kraków 2003. Str. 1-108.

Zadanie 2. Fotogrametryczny system pozycjonowania ciała ludzkiego oraz rekonstrukcja odwachu na Rynku w Krakowie na podstawie zdjęć archiwalnych.

Kierownik zadania: : dr inż. Regina Tokarczyk

W 2003 roku kontynuowane były prace związane z optymalizacją fotogrametrycznego systemu bliskiego zasięgu do pozycjonowania ciała ludzkiego dla celów rehabilitacji

lecniczej. Koncentrowały się one głównie na znalezieniu relacji między położeniem wybranych punktów ciała – zależności, na podstawie których można diagnozować pacjenta. Uzyskane wyniki badań są aktualnie opracowywane i będą przedmiotem publikacji w roku 2004.

W ramach Badań Statutowych prowadzone były również prace związane z wykorzystaniem metod fotogrametrii analitycznej do rekonstrukcji zabytkowych obiektów na podstawie zdjęć archiwalnych. W badaniach wykorzystano metodykę pomiaru fotogrametrycznego zmierzającego do komputerowego modelowania 3D nieistniejącego obecnie budynku Odwachu na Rynku w Krakowie.

W ramach tych badań opracowano:

- metodykę pomiaru i obliczenia osnowy fotogrametrycznej z użyciem cyfrowych małoobrazkowych aparatów fotograficznych dla celów rekonstrukcji nieistniejącego obiektu zabytkowego (pomnika Rejtana) na podstawie zdjęć archiwalnych,
- metodykę rekonstrukcji obiektu zabytkowego na podstawie zdjęć archiwalnych z wykorzystaniem DLT(program Aerosys) i metody wiązki (program Orient).

Kontynuowano również badania związane z kalibracją kamer cyfrowych, z wykorzystaniem free-warowego oprogramowania Aerosys

Wyniki przedstawiono w publikacji:

Tokarczyk R., Brodzińska M. – „*Fotogrametryczna rekonstrukcja odwachu na Rynku w Krakowie na podstawie zdjęć archiwalnych*” – Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum Geoinformacji „Geoinformacja Zintegrowanym Narzędziem Badań Przestrzennych” Wrocław 2003 r.- Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji - w druku.

Zadanie 3. Analiza dokładności stereoskopowego opracowania termogramów. (kierownik zadania: : dr inż. Andrzej Wróbel)

W ramach badań statutowych opracowano metodę polegającą na interpretacji termogramów dzięki obserwacji stereoskopowej. Stereoskopowa obserwacja termogramów pozwoli obserwować rozkład temperatury „w przestrzeni”, a zatem ułatwi przyporządkowanie temperatury elementom obiektu.

Kamery termograficzne posiadają znacznie mniejszą rozdzielczość od fotograficznych aparatów cyfrowych, więc dają znacznie gorszy obraz. Powstało pytanie, czy odpowiednio wykonana para obrazów termograficznych da się obserwować stereoskopowo i jaka jest dokładność takiej obserwacji. Analizę taką przeprowadzono na termogramach wykonywanych w różnych warunkach i różnymi kamerami. Wyniki badań przedstawiono na Sympozjum oraz w materiałach konferencyjnych. Na ich podstawie opracowano następujące wnioski:

Stereotermogramy nie zastąpią stereopar zdjęć fotograficznych tam, gdzie chodzi o uzyskanie w miarę dokładnych informacji geometrycznych o obiekcie. Mogą natomiast stanowić źródło przybliżonych danych o geometrii zarejestrowanego obiektu, przydatnych nieraz przy wykonywaniu dokumentacji z pomiarów termograficznych.

Godnym podkreślenia jest fakt, że dwa odpowiednio wykonane termogramy da się obserwować stereoskopowo i że ta obserwacja jest pomocna w interpretacji rozkładu temperatury. Nawet termogramy obiektów o małym zróżnicowaniu temperatury na ich powierzchni dają się obserwować stereoskopowo, aczkolwiek dokładność tej obserwacji jest bardzo niska.

Wyniki przedstawiono w publikacji:

Wróbel Al., Wróbel A., Grońska J., Grzesik I.: „*Stereoskopia w interpretacji termogramów obiektów inżynierskich*”; Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum

Geoinformacji „Geoinformacja Zintegrowanym Narzędziem Badań Przestrzennych” Wrocław 2003 r.- Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji - publikacja przyjęta do druku.

Zadanie 4. Wykorzystanie GIS’u w kontroli teledetekcyjnej prowadzonej w ramach systemu dopłat bezpośrednich do rolnictwa - IACS (kierownik zadania: dr inż. Beata Hejmanowska

System dopłat bezpośrednich do rolnictwa – IACS przewiduje kontrolę wiarygodności deklaracji dokonywanych przez rolnika za pomocą nowoczesnych narzędzi: teledetekcji i GIS’u. Metody teledetekcyjne (zdjęcia lotnicze, zobrazowania satelitarne w różnych przedziałach spektralnych) pozwolą na określenie rzeczywistej powierzchni uprawy, deklarowanej przez rolnika, a także typu uprawy. Metody wykorzystywane i ciągle implementowane w Systemach Informacji o Terenie pozwalają z kolei na przeprowadzanie różnych analiz, w tym selekcję działek, o powierzchni rzeczywistej (zmierzonej), a odbiegającej, w stopniu większym niż dopuszczalna w UE, od powierzchni deklarowanej. Istnieją różne metody kontroli powierzchni deklarowanej przez rolnika działki. Zaproponowana w UE metoda polegająca na wstępnej selekcji działek metodą fotogrametryczną wydaje się nie być dostosowana do warunków polskich. Dlatego też w ramach prac statutowych pojęto próbę zaproponowania i spopularyzowania innej metody (dlatego artykuł zamieszczono w poczytnym w środowisku geodetów czasopiśmie). Zaproponowana metoda [Hejmanowska B., 2003] polega na selekcji działek, powierzchni których nie można z wystarczającą dokładnością określić ze zdjęć (ortofotomapy) w danej skali.

Wyniki przedstawiono w publikacji:

Hejmanowska B., 2003: „GIS-IACS, Działki do kontroli, Dokładność określania na ortofotomapie powierzchni działki rolnej”, Geodeta nr 12, 2003 r.

Zadanie 5. Udostępnianie danych GIS (kierownik zadania: dr inż. Beata Hejmanowska

Udostępnianie danych GIS jest przedmiotem badań od paru lat. W roku 2004 podjęto próbę udostępnienia danych rastrowych (w ubiegłych latach udostępniane były dane wektorowe). Celem prac była prezentacja i udostępnienie ortofotomap w sieci Internet. Udostępnienie ortofotomap wraz z bazą danych, zawierającą aktywne elementy wektorowe i rastrowe jest stosunkowo rzadko spotykanym rozwiązaniem. Jednym z istotnych powodów takiej sytuacji jest niewątpliwie posiadanie przez użytkowników niewystarczającego łącza internetowego, które praktycznie uniemożliwia korzystanie z takich serwisów. Drugą poważną przyczyną może być fakt, iż aby zapewnić poprawne działanie takiego serwisu, należałoby go umieścić na serwerze przeznaczonym tylko do tego celu.

Dane źródłowe stanowi pięćdziesiąt osiem ortofotomap z obszaru powiatu Stalowej Woli. Udostępniono je w Internecie dzięki uprzejmości Wojewódzkiego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjno – Kartograficznej w Rzeszowie. Każda ortofotomapa jest zapisana w formacie cyfrowym ‘tiff’ o rozdzielczości piksela w terenie 70 cm i zajmuje średnio od 70 do 130 Mb miejsca na dysku.

System GIS to oprogramowanie służące do obsługi map cyfrowych, która polega na wspomaganie tworzenia map, ich przechowywaniu oraz analizie danych znajdujących się na mapie.

Są trzy podstawowe typy obiektów graficznych występujących w systemie GIS: punkty, linie i powierzchnie. Każdy obiekt na mapie poza współrzędnymi i parametrami określającymi wygląd posiada indywidualny zestaw informacji opisowych przechowywanych w bazie

danych. System GIS pozwala opisać obiekt dowolną liczbą informacji różnego typu np.: danymi liczbowymi, tekstowymi, graficznymi, dźwiękowymi. Informacja związana z pojedynczym obiektem jest przechowywana w rekordach bazy danych. Cechą szczególną systemów GIS jest zdolność przetwarzania różnorodnych typów danych np. wektorowych, atrybutowych i rastrowych zawartych w bazach danych. Podsumowując można stwierdzić, że prace w ramach tego zadania dotyczyły upowszechniania możliwości jakie dają w dzisiejszych czasach systemy GIS.

Zadanie 6. Fotogrametria i teledetekcja w Społeczeństwie Informacyjnym XXI wieku (kierownik zadania: prof. dr hab. inż. J. Jachimski)

Pozyskiwanie obrazów lotniczych i zobrażeń satelitarnych oraz map przez Internet bywa zadaniem trudnym dla niewprawnego użytkownika. Problem ten nabiera istotnego znaczenia w dobie budowania Społeczeństwa Informacyjnego.

W ramach badań zaprojektowano system, który samodzielnie, wykorzystując odpowiednio zaprogramowanego agenta, dokonuje przeszukania wszystkich serwerów dostępnych dla tego systemu. Materiały piktograficzne zgromadzone w czasie takiej automatycznej kwerendy dostarczane są pod wskazany adres internetowy. Zamawiający nie bierze udziału w tej operacji. System działa całkowicie samodzielnie od momentu wskazania przez niego obszaru zainteresowania na mapie przeglądowej.

Istniejące fotomapy, pojedyncze zdjęcia lotnicze, a także stereogramy, obejmują swoim zasięgiem określone obszary, na ogół nie pokrywające się z obszarem zainteresowania użytkownika. System optymalizuje objętość kolekcjonowanego pakietu, wycinając tylko te części oryginalnych scen lub fotomap, które są zamówione. Zachowane przy tym zostają wierne informacje dotyczące skali i układu współrzędnych. W przypadku stereogramów zachowane zostają parametry umożliwiające oglądanie i pomiar przestrzeni wirtualnej. Zasada działania systemu opiera się na możliwości przesyłania uruchomionego procesu, czyli programu komputerowego poprzez sieć Internet. Taki proces trafiając do przyjaznego mu środowiska, czyli odpowiednio przygotowanego serwera, pozwala na automatyczna wykonanie dowolnej operacji na danych znajdujących się na tym serwerze.

W ten sposób, bez zbędnego wysiłku, a zwłaszcza przy minimalnym nakładzie czasu, potencjalny użytkownik obrazów geoprzestrzennych będzie mógł z nich korzystać w załatwianiu swoich zawodowych i prywatnych spraw. Specjalnie opracowana niedroga stereoskopowa przeglądarka umożliwi łatwe oglądanie modeli stereoskopowych, a nawet wykonywanie na nich prostych pomiarów.

Badania zostały zaprezentowane na Ogólnopolskim Sympozjum pt. „Sztuczna Inteligencja – organizacje wirtualne”.

Wyniki przedstawiono w publikacji:

Twardowski M., Jachimski J., *„Projekt wykorzystania systemu agendowego dla popularyzacji geoprzestrzennych informacji w postaci fotomap i stereogramów zdjęć lotniczych”*, Materiały XIII Ogólnopolskiego Konwersatorium Szl-18'2003, nr 22, Siedlce, 2003, str. 85-89.

Zadanie 7. Rola kompresji obrazów w internetowych publikacjach kartograficznych (kierownik zadania: dr inż. K. Pyka)

Działalność naukowa prowadzona w tym temacie w ramach badań statutowych skupiła się wokół analizy możliwości zastosowania transformacji falkowej w procesie przetwarzania zdjęć lotniczych dla celów poprawy jakości wizualnej ortoobrazów. Wyniki

przeprowadzonych badań zostały częściowo zamieszczone w publikacjach opracowanych w 2003 r. i są dalej kontynuowane.

Dzisiejsi użytkownicy Internetu oczekują, aby działające *on-line*, interaktywne publikacje kartograficzne prezentowały mapy o wysokiej jakości. Jedną z barier stosowania rastrowych map podkładowych w przeglądarkach GIS są ich duże rozmiary przy relatywnie małej prędkości transmisji. W badaniach analizowano przydatność kompresji obrazów dla hybrydowych publikacji kartograficznych. Porównano dotychczasowe metody kompresji z metodą falkową. Badano zalety i wady tej kompresji. Zaproponowano rozwiązanie łączące system piramid obrazowych z kompresją falkową.

Kompresja falkowa buduje subobrazy w ustalony i niezmienny sposób. W tym przypadku elastyczniejsza jest koncepcja piramid, w której każdy poziom skalowy może powstać niezależnie, co pozwala dobrać optymalnie metody filtracji i interpolacji towarzyszącej powtórnemu próbkowaniu. Ale wada jest równie łatwa do usunięcia na drodze fuzji ze strukturą piramid.

Wyniki badań zostały zaprezentowane w publikacji:

Pyka K.: „*Rola kompresji obrazów w internetowych publikacjach kartograficznych*”.

Materiały XIII Konferencji PTIP: Geoinformacja w Polsce - Roczniki Geomatyki, Tom 1, z.1, 2003, s. 103-108

Zadanie 8. Aerotriangulacja archiwalnego, nieregularnego bloku zdjęć zalesionych terenów górskich (kierownik zadania: : dr inż. A. Boroń)

Przedmiotem badań było opracowanie technologii zastosowanej do wykonania aerotriangulacji bardzo dużego i nietypowego bloku zdjęć lotniczych. 298 zdjęć spektrostrefowych w skali 1:10000, dotyczących obszaru Bieszczadzkiego Parku Narodowego, wykonano w 1994 roku w trzech różnych terminach. Blok zdjęć zawiera 14 szeregów o liczebności od 5 do 34 zdjęć. Z 14 szeregów 12 wykonanych jest równolegle (azymut osi szeregów ok.150^o) natomiast w dwóch skrajnych szeregach różne kierunki lotu związane były z kierunkiem granic: Słowackiej i Ukrainskiej. Pokrycie podłużne zdjęć, ze względu na górski charakter terenu wyniosło średnio ok.70% natomiast poprzeczne charakteryzowało się bardzo dużą zmiennością od 20% do ponad 50%.

Aerotriangulację wykonano na obrazach cyfrowych powstałych z zeskanowania z rozdzielczością 1000 dpi oryginalnych zdjęć lotniczych. Na podstawie analizy geometrii bloku wybrano 46 rejonów w których zaprojektowano fotopunkty, a następnie pomierzono je w terenie metodą GPS. Punkty wiążące oraz fotopunkty pomierzone zostały na wszystkich zdjęciach z wykorzystaniem fotogrametrycznej stacji cyfrowej VSD-AGH. Ze względu na duże trudności z identyfikacją punktów wiążących na koronach drzew (ok. 80% wszystkich punktów wiążących) wybór punktów w pasach pokrycia poprzecznego szeregów wykonywano na stereogramach o bazie poprzecznej.

Obliczenie aerotriangulacji wykonano metodą niezależnych wiązek z wykorzystaniem programu AEROSYS amerykańskiej firmy AeroSys Consulting.

Uzyskano bardzo dobre wyniki biorąc pod uwagę warunki wyboru i pomiaru większości punktów wiążących na koronach drzew.

Wyniki prac zostały zaprezentowane na Ogólnopolskim Sympozjum Geoinformacji w Polanicy Zdrój.

Wyniki przedstawiono w publikacji:

Boroń A., Borowiec M.: „*Aerotriangulacja archiwalnego, nieregularnego bloku zdjęć zalesionych terenów górskich*” – Zeszyty Naukowe AR – Wrocław (Archiwum Fotogrametrii i Kartografii vol.13A) – publikacja przyjęta do druku.

Zadanie 9. Najnowsze narzędzia w “PCI Geomatica” do ortorektyfikacji i fuzji (wyostrzania) wysokorozdzielczych zobrażeń satelitarnych (kierownik zadania: dr inż. S. Mikrut)

W roku 2003 Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej AGH został wyposażony w oprogramowanie PCI GEOMATICA, pozwalające na pracę na wysokorozdzielczych zobrażeniach satelitarnych. W ramach badań statutowych przeprowadzono analizę i możliwości wykorzystania tego oprogramowania.

W badaniach skupiono się głównie na możliwościach wykorzystania „Geomatica 9” do ortorektyfikacji wysokorozdzielczych zobrażeń satelitarnych. Bazując na dokładnych algorytmach wyznaczania parametrów orbit satelitów rozwiniętych przez Dr Thierry Toutin z Kanadyjskiego Centrum Teledetekcji, Geomatica pozwala na użycie danych z wszystkich komercyjnych wysokorozdzielczych sensorów. Dokładna znajomość parametrów pozwala na uzyskanie wysokiej dokładności dla ortorektyfikowanych zobrażeń. W artykule omówiono metodę ortorektyfikacji – RPC wykorzystywaną przez Geomatica, włączając jej ostatnie modyfikacje dokonane przez "Space Imaging" dla zobrażeń satelity IKONOS.

Dla zobrażeń satelitarnych „Geomatica” wykorzystuje wyrównanie metodą niezależnych wiązek, która pozwala zredukować liczbę niezbędnych fotopunktów potrzebnych do ortorektyfikacji bloku zdjęć. Ta sama koncepcja jest zastosowana w Geomatica w celu redukcji czasu i kosztów kartowania dużych obszarów opracowania.

Zobrazowania z QuickBird i IKONOS są dostępne zarówno jako panchromatyczne jak i wielospektralne (kolorowe). Metoda fuzji (wyostrzania) tych samych danych, jest w Geomatica wykonywana z zachowaniem oryginalnych kolorów i szczegółów zobrażeń wejściowych.

Podsumowanie prac oraz przykłady zastosowań algorytmów zostały zaprezentowane na Ogólnopolskim Sympozjum Geoinformacji w Polanicy Zdrój.

Wyniki przedstawiono w publikacji:

Mikrut S., Selby R.: *“Latest tools in pci geomatica for orthorectification and pan-sharpening of very high resolution satellite imagery”*, Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum Geoinformacji „Geoinformacja Zintegrowanym Narzędziem Badań Przestrzennych” Wrocław 2003 r.- Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji - publikacja przyjęta do druku.

Zadanie 10. Technologia opracowania fotogrametrycznej, cyfrowej dokumentacja ruin zamku oraz wzgórza zamkowego w Rabsztynie (kierownik zadania: dr inż. A. Boroń)

Technologia opracowania fotogrametrycznej, cyfrowej dokumentacja ruin zamku oraz wzgórza zamkowego w Rabsztynie wykonana została w Zakładzie Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej WGGiIS AGH w ramach badań statutowych.

Miała to być pierwsza tak kompleksowa i dokładna inwentaryzacja pozostałości trzech obiektów architektonicznych wraz z otoczeniem, z którym były mocno zintegrowane. Ruiny trzech zamków: górnego średniego i dolnego wraz ze skałami, w które były wtopione, oraz wzgórze ukształtowane w fosę, bastiony itp. stanowiły jedną całość urbanistyczną.

Opracowana technologia, która łączyła wykorzystanie zdjęć lotniczych i naziemnych, obrazów analogowych i cyfrowych z bezpośrednimi pomiarami geodezyjnymi przewidywała wykonanie:

- numerycznej mapy sytuacyjno-wysokościowej wzgórza w skali 1:200,
- numerycznego model wzgórza zamkowego wraz ze skałami,

- fotoplanów cyfrowych elewacji i murów zamku górnego, średniego i dolnego w skali 1:20, (piksel terenowy 2 mm) oraz w skali 1:50 (piksel terenowy 5 mm),
 - rzutów poziomych (na 5 wysokościach) w skali 1:50,
 - przekrojów pionowych (1 podłużny i 2 poprzeczne) w skali 1:50.
- Aktualnie przygotowywana jest publikacja z wyników opracowań w/w technologii.

Zadanie 11. Skanowanie powierzchni jako nowa metoda rejestracji i interpretacji szczegółów architektonicznych (kierownik zadania: dr inż. W. Mierzwa)

W ostatnich kilku latach pojawiły się nowe możliwości technologiczne, które mogą być z powodzeniem wykorzystane w architektonicznych pracach inwentaryzacyjnych. Wiąże się to z wprowadzeniem do seryjnej produkcji instrumentów, które automatycznie rejestrują geometrię obiektów i w wyniku podają ich kształt zapisany w postaci numerycznego modelu powierzchni.

Wynikiem badań jest artykuł przedstawiający metodę dokumentowania płaskorzeźb oraz kamieniarki o jednorodnej barwie. Obiekt taki nie wymaga tworzenia dokumentacji w postaci fotomapy lub ortofotomapy.

Metoda demonstrowana przez autorów jest metodą pośrednią pomiędzy znanymi metodami geodezji inżynierskiej, a metodami fotogrametrii bliskiego zasięgu. Bowiem wynikiem pracy tachimetru zmotoryzowanego, bądź skanera 3D jest numeryczny model powierzchni, który stanowi z jednej strony wynik pomiaru biegunowego, z drugiej zaś strony jest pewnym rodzajem zobrazowania. Wizualizacja tego wyniku prowadzi do powstania rastra, gdzie jasności pikseli mogą odpowiadać na przykład głębokości punktów (ich odległości od płaszczyzny głównej obiektu). Zatem dzięki pomiarowi geodezyjnemu otrzymujemy obraz cyfrowy płaskorzeźby w barwach umownych i co ważne, w rzucie ortogonalnym. Instrument pomiarowy w ten sposób zastosowany faktycznie jest systemem obrazującym.

W celu przetestowania tej metody wykonano pomiary dwóch pól testowych. W pracach testowych został wykorzystany instrument firmy Leica typu TCRA 1102.

Podsumowując można stwierdzić, że pomierzony bezpośrednio numeryczny model powierzchni (NMP) jest tworem z pogranicza geodezji i fotogrametrii. Kolejność pozyskiwania informacji jest odmienna, niż w przypadku fotogrametrii, gdzie na wstępie posiadamy zdjęcia, a potem, w rezultacie pomiaru, otrzymujemy model przestrzenny. Inaczej też jest w przypadku stosowania tradycyjnych metod geodezyjnych, które w swoim założeniu nie prowadzą do powstania zobrazowania, tylko mapy kreskowej. Natomiast wynik skanowania to zarazem model powierzchni jak i jej obraz. W pracach, w których nie istotna jest barwa obiektu (jak w powyższych przykładach), metoda stanowi poważną alternatywę dla technologii cyfrowej fotogrametrii bliskiego zasięgu. Dotychczasowe doświadczenia ujawniły jedną poważną wadę: skanowanie obiektu zabiera zbyt dużo czasu. Można jedynie liczyć, że w przyszłości tachimetrie będą efektywniejsze oraz upowszechni się stosowanie skanerów 3D. Wyniki przedstawiono w publikacji:

Mierzwa W., Rzonca A.: „Skanowanie powierzchni jako nowa metoda rejestracji i interpretacji szczegółów architektonicznych”, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, vol. 13a, Wrocław 2003 – publikacja przyjęta do druku.

Zadanie 12. Udział w projekcie UE HS 2002 PL 4 oraz współpraca pomiędzy AGH i technicznym Uniwersytetem w Claustal w Niemczech (kierownik zadania: dr inż. Beata Hejmanowska)

Prace w ramach tego zadania w 2003 roku koncentrowały się na przetwarzaniu danych zgromadzonych w ramach projektu UE, HPRI-CT-1999-00075: „Hysens – DAIS/ROSI Imaging Spectrometers at DLR”, podprojekt: HS2002-PL4, „Airborne spectrometry for abandoned mine site classification and environmental monitoring at the Machów sulphur mine district in Poland”. W ramach tego projektu 1.08-4.08.2002 przeprowadzona została przez niemiecką agencję lotniczą: DLR kampania lotnicza w celu wykonania rejestracji hiperspektralnej za pomocą wysokorozdzielczego spektrometru:DAIS. Ponadto pozyskano obrazy multispektralne z ASTER’a z lipca roku 2002 i 2003. Równocześnie z kampanią lotniczą przeprowadzono pomiary naziemne za pomocą spektrometrów: ASD (0.4-2 μm) z Clausthal i Desig&Prototypes (2-14 μm) - AGH. Ponadto pobrano próby do pomiarów laboratoryjnych. Dla celów porównawczych wykonano pomiar laboratoryjny, za pomocą w/w spektrometrów wzorców referencyjnych: mieszanek piasku i siarki.

Wykorzystanie obrazów hiperspektralnych jest w świecie w fazie badawczej, realizowane są różne projekty mające na celu zbadanie możliwości wykorzystania tego rodzaju obrazów w monitoringu środowiska.

Generalnie tematykę badań można pogrupować następująco:

- Badanie zależności odpowiedzi spektralnej gruntów od długości fali i stopnia zanieczyszczenia siarką [Hejmanowska B. 2003]
- Testowanie technik przetwarzania danych spektrometrycznych dla potrzeb detekcji zanieczyszczeń gruntów [Budzioch M. 2003]
- Badanie metod przetwarzania obrazów multi/hiperspektralnych na przykładzie obrazów ASTER [Gajewska E. 2003].

Przeprowadzone badania potwierdzają uzyskany kształt krzywych spektralnych z danymi dostępnymi w bibliotece ASTER’a w JPL w USA. Ponadto uzyskano ciekawe, niepublikowane do tej pory zależności pomiędzy odpowiedzią spektralną, długością fali i procentową zawartością siarki w mieszance: piasek kwarcowy/siarka.

Analiza danych hiperspektralnych jest trudna z uwagi na ogromną ilość danych pomiarowych (setki kanałów obrazów lotniczych czy satelitarnych i tysiące danych ze spektrometrów naziemnych). Problem bardziej się komplikuje jeśli chcemy dokonywać integracji takich danych. W związku z tym przeprowadzono testowanie metody „Partial Least Squares” [Budzioch M. , 2003]. Metoda ta wykorzystywana do tej pory w spektrometrycznych analizach chemicznych wydaje się być obiecująca dla zastosowań teledetekcyjnych.

W ramach trzeciej grupy badań testowano metody przetwarzania danych hiper/multispektralnych za pomocą oprogramowani temu dedykowanego: Environment for Visualizing Images (ENVI). Umożliwia ono wykonanie korekcji geometrycznej obrazu oraz posiada bardzo wygodne narzędzia do wizualizacji, analiz i przetwarzania radiometrycznego obrazów. Program pozwala na przetwarzanie poszczególnych kanałów oddzielnie lub na wspólną obróbkę wszystkich kanałów zapisanych w jednym pliku. Jedną z metod ekstrakcji informacji ilościowej z obrazu jest Spectral Angle Mapping (SAM). Wymaga ona wykorzystania tzw. danych wzorcowych dla obiektów lub zjawisk, które są przedmiotem analizy. W programie można wyznaczać krzywe spektralne na podstawie danych obrazowych lub wykorzystywać krzywe spektralne z bibliotek odpowiedzi spektralnych dostępnych z różnych źródeł zewnętrznych, także pozyskanych w oparciu o własne pomiary spektrometryczne.

Podsumowując można stwierdzić, że prace wykonane w ramach tego zadania stanowią fazę wstępną analizy danych uzyskanych w ramach eksperymentu pomiarowego. W roku 2004 planowane są dalsze prace w tym zakresie.

Wyniki przedstawiono w publikacjach:

1. **Hejmanowska B.:** *“Application of remote sensing imagery for environmental changes”*, 15-16.05.2003, Geokinematiches Tag, Freiberg, Niemcy

2. **Budzioch M.:** : „*Untersuchungen zur quantitativen Auswertung von Daten Abbildender Spektrometer – Am Beispiel von Partial Least Squares-Analysen*”- w ramach współpracy z Technicznym Uniwersytetem w Clausthal, Niemcy – niepublikowana praca magisterska 2003
3. **Gajewska E.:** „*Image processing for mine site classification at the Machów and Jeziórko abandoned sulphur mine district in Poland*”, w ramach współpracy z Technicznym Uniwersytetem w Clausthal, Niemcy - niepublikowana praca magisterska 2003