

Sprawozdanie z badań własnych w roku 2002

Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej

Temat nr 10.10.150.535

Analityczne i cyfrowe techniki w geoinformatyce

1. Modelowanie reprezentacji powierzchni topograficznej

Zespół: Prof.dr hab.inż. Józef Jachimski, Mgr inż. Urszula Marmol

2. Analiza metod realizacji zadań geoinformatycznych z wykorzystaniem sieci komputerowych w dobie budowania społeczeństwa informacyjnego

Zespół: Prof. Józef Jachimski, Mgr Inż. Mariusz Twardowski

3. Fotogrametryczna inwentaryzacja zabytków

Zespół: Prof. Józef Jachimski, Mgr Inż. Marta Borowiec, Inż. Anna Gawin

4. Analiza celowości stosowania obiektowych baz danych w geoinformatyce

Zespół: Prof. Józef Jachimski, Dr Beata Hejmanowska, Mgr .Inż. Magda Pietroń,
Mgr Inż. Ewa Głowienka

1. Modelowanie reprezentacji powierzchni topograficznej

(Cyfrowa filtracja danych wysokościowych, pochodzących ze skanera laserowego w celu uzyskania Numerycznego Modelu Powierzchni Topograficznej)

Zespół: Prof.dr hab.inż. Józef Jachimski, Mgr inż. Urszula Marmol

1. Wprowadzenie

Zagadnienie filtracji danych w fotogrametrii i teledetekcji cyfrowej.

W ostatnich latach nastąpiła automatyzacja procesu pozyskiwania Numerycznego Modelu Terenu (NMT) poprzez pomiar fotogrametryczny, bazujący na korelacji zdjęć lotniczych. Wzrosło także zainteresowanie pozyskiwaniem NMT z wykorzystaniem lotniczego skanera laserowego (LIDAR – *Light Detection and Ranging*). Problemem w obydwu technologiach jest konieczność usunięcia, ze zbioru punktów pomierzonych, wszystkich punktów reprezentujących pokrycie terenu (zabudowa, roślinność). W niniejszych badaniach skupiono się na opracowaniu optymalnego algorytmu automatycznego oddzielenia Numerycznego Modelu Powierzchni Topograficznej (NMPT) od NMT.

2. Przegląd istniejących metod filtracyjnych w literaturze światowej.

3. Dane testowe.

Dane testowe obejmowały powierzchnię 1660×1820 m i pochodziły z pomiaru laserowego o gęstości próbkowania 3m. Teren objęty pomiarem charakteryzował się średnimi deniwelacjami i dużym zalesieniem, przez co stanowił ciekawy materiał dla testowanego algorytmu filtracyjnego. W celu przeprowadzenia weryfikacji uzyskanych wyników wykorzystano NMPT dla tego obszaru, pochodzący z niezależnej filtracji, połączonej z kontrolą manualną przeprowadzoną przez operatora.

4. Algorytm filtracji danych wysokościowych pochodzących z lotniczego skanera laserowego.

Metoda filtracji wywodzi się z teorii sygnałów elektrycznych. Powierzchnia terenu stanowi sumę składników o różnym rozmiarze i konfiguracji przestrzennej. Obiekty pokrycia terenu mogą być utożsamiane z szumem pojawiającym się podczas transmisji sygnału. W badaniach zastosowano technikę filtracji, bazująca na analizie powierzchni topograficznej, przetransformowanej do dziedziny częstotliwości. W pierwszym etapie skoncentrowano się na projektowaniu filtrów cyfrowych o skończonej (*FIR - Finite Impulse Response*) i nieskończonej odpowiedzi impulsowej (*IIR - Infinite Impulse Response*). Zastosowano filtry dolnoprzepustowe, które przepuszczają składniki o niskich częstotliwościach, tłumią natomiast elementy o większych częstotliwościach w badanej powierzchni. Progiem wyznaczającym pasmo przepustowe i zaporowe stanowi wyznaczona z analizy periodogramu częstotliwość odcięcia. W badaniach zastosowano następujące filtry FIR: Bartletta, Hanninga, Hamminga, Blackmana, Czebyszewa, Kaisera oraz filtry IIR: Butterwortha, Czebyszewa i Cauera. Filtry o skończonej odpowiedzi impulsowej mimo dużej złożoności obliczeniowej, znajdują szerokie zastosowanie z powodu istotnych zalet: bezwzględnej stabilności, niewielkiego szumu wynikającego z zaokrągleń i istnienia efektywnych metod projektowania. W badaniach dla zaprojektowania filtrów posłużono się metodą „okienkową”.

Filtry o nieskończonej odpowiedzi impulsowej wymagają mniejszej liczby współczynników filtru, ale bardziej wyszukanych metod projektowania w celu zapewnienia stabilności i dokładności. W procesie projektowania wykorzystano prototyp analogowy i dopasowano do niego metodą transformacji biliniowej strukturę cyfrową.

Opracowane filtry posłużyły w kolejnym etapie do właściwej filtracji danych wysokościowych.

5. Analiza dokładności.

Analiza uzyskanych wyników została przeprowadzona na podstawie NMPT, pochodzącego z niezależnej filtracji, połączonej z kontrolą manualną, dokonaną przez operatora. Dane kontrolne były traktowane jako dane bezbłędne. Dla obydwóch przypadków wygenerowano siatkę regularną o odstępach 1 m, a następnie wyznaczono odchyłki na odpowiadających sobie punktach. Uzyskano następujące wyniki: średnia arytmetyczna $\mu = 0.05$ m, średni błąd kwadratowy $RMSE = 0.35$ m.

6. Wnioski

Uzyskane wyniki wydają się być zachęcające i wymagają dalszej wnikliwej analizy. W najbliższym czasie opracowany algorytm zostanie zweryfikowany bardziej szczegółowo, w oparciu o inne pola testowe, z uwzględnieniem różnych form ukształtowania powierzchni i różnych obiektów pokrycia terenu. Interesującym aspektem byłoby włączenie do procesu analizy innych metod filtracyjnych, wykorzystujących zarówno dane spektralne jak i teksturalne.

Publikacja:

Urszula Marmol, „Analiza częstotliwościowa jako metoda filtrowania profili powierzchni topograficznej”, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol.12b, s.257-268, Warszawa, 2002r.

2. Analiza metod realizacji zadań geoinformatycznych z wykorzystaniem sieci komputerowych w dobie budowania społeczeństwa informacyjnego

Zespół: Prof. Józef Jachimski, Mgr Inż. Mariusz Twardowski

Jednym z rodzajów informacji, która stać się powinna informacją standardowo dostępną dla obywateli jest informacja o sposobie użytkowania ziemi, stanie środowiska i istniejących zagrożeniach. Informacja taka gromadzona jest w bankach danych zwanych systemami informacji przestrzennej. Znajduje się między innymi na zdjęciach lotniczych i na obrazowaniach satelitarnych. Materiały te są nośnikiem bardzo bogatej informacji, której część może być wykorzystywana przez odbiorców korzystających z materiałów surowych, a część staje się łatwa do wykorzystania przez obywateli dopiero na obrazach odpowiednio przygotowanych przez specjalistów.

W roku sprawozdawczym wykonano doświadczenia dotyczące budowy i wykorzystania „systemu agentowego” do automatycznego wyszukiwania obrazów w banku obrazów, a także do sporządzania wycinków obrazów (mono lub stereoskopowych) i dostarczania ich do serwera wskazanego przez użytkownika tego systemu. Agentowa przesyłka komputerowa wysłana zostaje przez użytkownika ze wskazaniem serwerów, na których należy wyszukać interesujące go obrazy, oraz dokonać odpowiednich wycięć. Wycinki obrazów wyposażone w metryki dostarczane są automatycznie do serwera wskazanego przez użytkownika, gdzie na niego czekają i są udostępniane do wykorzystania. System jest tak pomyślany, że małe pakiety zawierające zlecenie agentowe mogą być łatwo wysłane nawet przez telefon komórkowy. Odpowiedź i materiały dostarczane są regularnymi łączami sieci Internet. Przyspieszyć to może znacznie otrzymanie odpowiednich materiałów, bo zapotrzebowanie na informację piktograficzną często może powstawać w czasie wizyty w terenie, gdzie brak regularnych łączy internetowych.

W oddanym do druku artykule przedstawiono ideę systemu do pozyskiwania i selekcji danych i praktyczne rozwiązanie wykorzystania obrazów cyfrowych znajdujących się na serwerach zdalnych, wraz z potencjalną możliwością wykorzystania pozyskanych tą drogą danych do np. wykonania opracowania stereofotogrametrycznego. Wykorzystane zostały różne techniki programowania i pracy w sieci zastosowane w systemie operacyjnym Linux Slackware 8.1. Do głównych można zaliczyć: system agentowy D'Agents w wersji 2.1, serwer plików Samba dla stacji roboczych działających w systemie Microsoft Windows, oraz własne programy i skrypty napisane w językach C, C++, TCL, Bourne Shell służące do przeprowadzenia i automatyzowania eksperymentów.

Publikacja:

Mariusz Twardowski, Józef Jachimski: „Możliwość wykorzystania systemu agentowego do zdalnego pobierania wycinków stereoskopowych obrazów lotniczych”, Zeszyty Naukowe AGH, w druku .

3. Fotogrametryczna inwentaryzacja zabytków

Zespół: Prof. Józef Jachimski, Mgr Inż. Marta Borowiec, Inż. Anna Gawin

Przeprowadzono doświadczalną wizualizację ulicy w postaci dynamicznego filmu animowanego typu „flay shtrough” uzupełnionego panoramami. Dzięki połączeniu tych dwóch sposobów prezentacji uzyskano możliwość udostępnienia szczegółowych obrazów widoku ulicy z wybranych stanowisk obserwatora bez konieczności stosowania sprzętu o podwyższonych parametrach.

Jednym z ważnych etapów dokumentowania obiektów zabytkowych jest multimedialna prezentacja informacji o obiekcie, w tym głównie informacji obrazowej.

Na przykładzie odcinka ulicy Kanoniczej w Krakowie testowano możliwość i celowość równoległego zastosowania dwóch technik wizualizacji informacji o obiektach zabytkowych: techniki panoram wirtualnych i techniki prezentacji w postaci filmu wygenerowanego w oparciu o numeryczne modele ulicy, na które nałożono (rendering) odpowiednio przetworzony obraz fotograficzny.

Model numeryczny ulicy powstał głównie w oparciu o pomiar zdjęć lotniczych. Na jego podstawie zbudowano krawędziowy model. Na model krawędziowy nałożono tekstury w postaci odpowiednio przetworzonych obrazów fotograficznych wykonanych z poziomu ulicy lub z okien budynków naprzeciwległych. Fasady o większych wymiarach, oraz fasady na wąskim odcinku ulicy były fotografowane na kilku klatkach, a następnie obraz był skalany w procesie przetwarzania geometrycznego. Punkty dostosowania mierzono w terenie metodą biegunową tachimetrem elektronicznym. Ostateczny cyfrowy zapis modelu pierzei ulicy powstał w programie MicroStation.

Film stwarzający wrażenie oglądania ulicy w trakcie przechadzki uzyskano w ten sposób, że wyliczono (wygenerowano) szereg obrazów rzucie środowym na podstawie wcześniej opracowanego modelu cyfrowego ulicy. Obrazy te ułożone we właściwej kolejności i podawane z „filmową” częstotliwością stwarzają realistyczne wrażenie ruchomego filmu.

Niedogodność takiej prezentacji polega na tym, że w celu zmniejszenia czasochłonnych obliczeń oraz ograniczenia zapotrzebowania na pamięć – ogranicza się rozdzielczość obrazów. Utrudnia to swobodną zmianę skali obrazów w czasie wyświetlania filmu, a wręcz uniemożliwia oglądania detali.

Niedogodność ta może być znacznie zmniejszona przez wykorzystanie metody panoram. Polega ona na tym, że z wybranych punktów „trasy przechadzki” wykonuje się w terenie zestaw zdjęć obejmujących **pełny kąt bryłowy**. Zdjęcia takie połączone w jeden ciągły obraz, tak są informatycznie zorganizowane, że umożliwiają obserwatorowi „patrzenie” w dowolnym kierunku przestrzeni. Zdjęcia nawet panoramy sferycznej mogą charakteryzować się dużą rozdzielczością, bo jest ich stosunkowo niewiele (w porównaniu z liczbą kadrów „filmu”).

Rozpoczyna się oglądanie panoramy od obrazów o zredukowanej rozdzielczości, ale obejmujących znaczny wycinek przestrzeni. Można jednak na tych obrazach wybrać interesujący szczegół i oglądać go szczegółowo na obrazie o wysokiej rozdzielczości. Do tworzenia panoram można wykorzystywać zdjęcia wykonane aparatem fotograficznym, lub aparatem cyfrowym.

Dla obiektu testowego, którym jest wycinek ulicy Kanoniczej, opracowano film wygenerowany w oparciu o numeryczne modele pierzei ulicy, a te wizualizacje uzupełniono panoramami sferycznymi umieszczonymi na początku i na końcu testowego wycinka ulicy.

Załącznik:

W ramach tego zadania badawczego wykonana została magisterska praca dyplomowa pt. "Dynamiczna wizualizacja ulicy Kanoniczej w Krakowie w oparciu o zdjęcia lotnicze i naziemne" (dyplomantka Inż. Anna Gawin, promotor Prof. Jozef Jachimski). W przygotowaniu jest odpowiednia publikacja.

4. Analiza celowości stosowania obiektowych baz danych w geoinformatyce

Zespół: Prof. Józef Jachimski, Dr Beata Hejmanowska, Mgr .Inż. Magda Pietroń,
Mgr Inż. Ewa Głowienka

Badania są w fazie wstępnej. Zespół zapoznaje się z dostępnym oprogramowaniem umożliwiającym prace doświadczalne związane z obiektywnością baz danych w odniesieniu do potrzeb systemów informacji przestrzennej.