

EKSTRAKCCJA INFORMACJI Z ZOBRAZOWAŃ CYFROWYCH DLA CELÓW MILITARNEJ OCENY ŚRODOWISKA GEOGRAFICZNEGO

THE EXTRACTION OF INFORMATION FROM DIGITAL IMAGERY FOR EVALUATION OF GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT FOR MILITARY PURPOSES

Leszek Paszkowski

6 Samodzielny Oddział Geograficzny – JW 1440, Toruń

Słowa kluczowe: zobrazowanie cyfrowe, Landsat, SPOT, IKONOS, mapa oceny terenu
Keywords: digital imagery, Landsat, SPOT, IKONOS, terrain evaluation map

Wprowadzenie

Głównym zadaniem służby geograficznej WP jest tworzenie i utrzymywanie bazy danych o terenie. Baza danych o terenie zawiera dane, zgrupowane w postaci nakładek tematycznych, takie jak: roślinność, hydrografia, gleby, ukształtowanie powierzchni itd. Jednakże rozpatrując aspekty militarne można by niezbędne dane zgromadzić w postaci trzech produktów: NMT, mapy pokrycia terenu oraz mapy gruntów (klasyfikacji gleb). Warunkiem podstawowym takiego podejścia jest jednak to, by produkty te dawały kompleksową informację o możliwości prowadzenia działań wojskowych. Wśród tych trzech danych podstawowych najważniejszą jest mapa pokrycia terenu. Musi być ona jednak tak skomponowana by uwypuklać te elementy, które są ważne ze względów militarnych, a więc przede wszystkim, te które:

- ograniczają lub uniemożliwiają mobilność,
- ograniczają widoczność,
- stwarzają dogodne warunki do ukrycia i maskowania (Lach i inni 2000).

Tworzenie mapy pokrycia terenu na podstawie zobrazowań powierzchni Ziemi polega na klasyfikacji wielospektralnej treści obrazowej w celu przydzielenia pikseli do skończonej liczby indywidualnych klas na podstawie ich wartości w pliku danych (charakterystyki spektralnej). Klasami są w tym przypadku różne typy pokrycia terenu takie jak: zbiorniki wodne, obszary zabudowane, nieużytki itp.

Uwzględniając wymienione powyżej aspekty militarne pożądaną mapę pokrycia terenu należałoby rozwarstwić w następujący sposób:

- hydrografia (rzeki, jeziora, ewentualnie morza),
- obszary podmokłe,
- obszary zabudowane,

- odkryta gleba,
- komunikacja (drogi),
- roślinność
 - lasy, sady,
 - roślinność niska (trawy, zboża, rośliny uprawne), nie wpływająca na ograniczenie mobilności.

W celu określenia możliwości wykorzystania zobrazowań cyfrowych w procesie oceny terenu dla celów wojskowych poddano analizie różne dane obrazowe: monochromatyczne i wielospektralne sceny satelitarne LANDSAT, SPOT, IRS, IKONOS oraz zdjęcia lotnicze. W pierwszym etapie, analiza dotyczy określenia optymalnych kompozycji spektralnych w celu wydobycia z różnych danych obrazowych informacji istotnych ze względów wojskowych. W celu porównywania wyników analiz wszystkie zobrazowania sprowadzono do jednej projekcji: układ odniesienia WGS-84, odwzorowanie UTM, strefa 33. Dane obrazowe zapisane zostały w formacie IMG. Pliki img mają hierarchiczną architekturę (HFA – *Hierarchical File Architecture*). Pozwala to na zapisywanie w osobnych warstwach różnego typu informacji jak np. dane o odwzorowaniu. Dzięki temu dokonano kalibracji zobrazowań bez ich przepróbkowania, co jest szczególnie przydatne w klasyfikacji, gdyż nie zmienia charakterystyki spektralnej oryginalnego zobrazowania. Dane o odwzorowaniu są po prostu dynamicznie przypisywane do zobrazowania podczas wizualizacji obrazu na ekranie monitora.

W literaturze naukowej wiele publikacji poświęcono tematyce sporządzania map pokrycia terenu na podstawie zobrazowań satelitarnych (Ciołkosz A., Bielecka E., 2004; Bochenek Z., 2004; Baranowska T. i inni, 2002; Lewiński S., Poławski Z., 2002, Poławski Z., 2001.) Dotyczą one jednak doświadczeń i badań w zakresie cywilnych zastosowań tych produktów np. w gospodarce narodowej, przede wszystkim przy określaniu upraw, użytkowania ziemi. Niniejsze opracowanie natomiast analizuje te problemy pod kątem wykorzystania sklasyfikowanej treści obrazowej do oceny terenu dla celów wojskowych.

Badania polegały na wykonywaniu klasyfikacji danych obrazowych, a następnie jej ocenie. Z założenia operator nie posiadał żadnych dodatkowych danych interpretacyjnych w postaci mapy rastrowej czy wektorowej. Interpretacja odbywała się wyłącznie na podstawie danych obrazowych. Badania mają bowiem na celu określenie możliwości wykonania oceny terenu wyłącznie na podstawie cyfrowych zobrazowań powierzchni Ziemi. W celu oszacowania sygnatur zbadano ich rozłączność. Rozłączność jest statystyczną miarą odległości pomiędzy dwoma sygnaturami. Może być ona obliczana dla dowolnej kombinacji kanałów spektralnych użytych później do klasyfikacji. Pozwala to na ocenę przydatności ich pasm i wyeliminowanie tych kanałów, które nie są użyteczne z punktu widzenia wyników klasyfikacji. W celu oszacowania odległości euklidesowej, obliczana jest odległość spektralna między wektorami średnimi każdej pary sygnatur. Jeśli odległość spektralna między dwoma próbkami, dowolnej pary pasm nie jest znacząca wtedy możliwe jest, że nie są one na tyle różne, by zostać oddzielnie sklasyfikowane. Odległość spektralna jest również podstawą do klasyfikacji metodą minimum. Tak więc, obliczenie odległości między sygnaturami pomoże przewidzieć wyniki klasyfikacji minimum odległości (Smith C. i inni 1997).

Istnieją trzy sposoby obliczania rozłączności. Wszystkie one uwzględniają kowariancję sygnatur porównawczych pasm i średnie wektory sygnatur:

- dywergencja,
- transponowanie dywergencji,
- odległość Jeffries-Matusita (ERDAS, 1998).

Do oceny procesu klasyfikacji wykorzystano funkcję określania progu (*threshold*) na podstawie wygenerowanego pliku odległości (*distance*) modułu Classifier pakietu ERDAS Imagine. Plik odległości jest to jednopasmowa, ciągła warstwa rastrowa, w której każda wartość pliku danych reprezentuje wynik rozwiązania równania odległości spektralnej zależny od zastosowanej reguły decyzyjnej. Piksele, które najprawdopodobniej zostały błędnie sklasyfikowane, mają największe wartości pliku odległości i znajdują się na skraju histogramu. Punkt odcięcia histogramu jest progiem. W przypadku zastosowania klasyfikatora minimalnej odległości, próg jest po prostu pewną odległością spektralną. Jeśli natomiast zastosowano metodę Mahalanobisa lub maksymalnej wiarygodności, to do porównania prawdopodobieństw stosuje się test Chi-kwadrat (Swan P., Davis S., 1978).

Określenie optymalnych kompozycji spektralnych

LANDSAT

Formuły stosowane do obliczania rozłączności są związane z regułą decyzyjną maksymalnej wiarygodności. Tak więc, oszacowanie rozłączności sygnatur pomaga w przewidywaniu wyników klasyfikacji metodą maksymalnej wiarygodności. Obydwie wielkości transpoza dywergencji i odległość Jeffries Matusita mają górną i dolną granicę:

- TD leży w przedziale od 0 do 2000,
- JM leży w przedziale od 0 do 1414 (ERDAS, 1998).

Jeśli obliczona dywergencja równa jest granicy górnej, to w analizowanych pasmach sygnatury są całkowicie rozłączne. Wartość zerowa obliczonej dywergencji, oznacza, że sygnatura jest nierozłączna. Wykaz rozłączności jest to zestawienie wartości dywergencji policzonych dla klas i jednej kombinacji pasm. Wykaz ten zawiera wartość każdej dywergencji dla analizowanych pasm dla każdej możliwej kombinacji par sygnatur. Zawiera on również dywergencję średnią i dywergencję minimalną dla danego zestawu pasm. Liczby te mogą być ze sobą porównywane dla różnej kombinacji pasm, w celu określenia, który zestaw pasm jest najbardziej odpowiedni dla klasyfikacji. Z rozważań wyłączono kanał 6 – podczerwień termalną, gdyż ze względu na swoje właściwości nie jest on przydatny do tworzenia pożądaných kompozycji spektralnych.

Uzyskane wyniki zostały przedstawione w tabelach 1, 2, 3 i 4. Tabele 1 i 2 prezentują kombinacje kanałów TM dające najlepsze wyniki, natomiast 3 i 4 wartości liczbowe dla poszczególnych funkcji.

Tabela 1. Najlepsze minimum rozłączności (kombinacje kanałów TM dające najlepszy wynik)

Liczba pasm	1	2	3	4	5	6
Euclidan	4	45	457	2457	23457	123457
Divergence	7	47	247	1345	12345	123457
Transformated Divergence	7	47	247	1345	12345	123457
Jeffries-Matusita	7	47	247	2347	12347	123457

Tabela 2. Najlepsza średnia rozłączność (kombinacje kanałów TM dające najlepszy wynik)

Liczba pasm	1	2	3	4	5	6
Euclidan	5	45	457	3457	23457	123457
Divergence	7	35	347	1347	12347	123457
Transformated Divergence	7	47	247	1247	12345	123457
Jefferies-Matusita	7	47	345	3457	23457	123457

Statystyka

Analizując wyniki znajdujące się w tabelach warto zwrócić uwagę na statystyki. Częstość występowania pasm określanych jako najlepsze w różnych kombinacjach (poza kombinacją obejmującą wszystkie pasma) przedstawiała się następująco:

Dla najlepszego minimum:

- pasmo 4 znalazło się w 17 kombinacjach określonych jako najlepsze,
- pasmo 7 w 14,
- pasmo 2 w 9,
- pasmo 5 w 8,
- pasmo 3 w 7,
- pasmo 1 w 5.

Dla najlepszej średniej:

- pasma 4 i 7 znalazły się w 15 kombinacjach pasm dającym najlepsze wyniki,
- pasma 3 i 5 w 10,
- pasmo 2 w 6,
- pasmo 1 w 4.

Ponadto pasma 4 i 7 występowały łącznie w większości możliwych kombinacji, co świadczy, że są one najlepsze do klasyfikacji. Jako trzecie pasmo najczęściej występowały pasma 2, 3 lub 5. Tabele 3 i 4 pokazują wartości rozłączności. Wynika z nich, że najlepsze wyniki uzyskiwano dla kombinacji 3 pasm, zwiększanie ilości pasm poprawiało wyniki w nieznacznym stopniu lub je pogarszało.

Podobne tendencje zachowane są zarówno dla klasyfikacji nadzorowanej jak i nienadzorowanej. Wyniki te dodatkowo potwierdza ocena dokładności klasyfikacji z wykorzystaniem funkcji określenia progu (*threshold*). Tam gdzie rozłączność sygnatur była najwyższa, klasyfikacja przebiegła najdokładniej. Klasyfikację nienadzorowaną wykonywano stosując różne liczby klas wyjściowych. Zastosowany tu algorytm ISODATA nie dawał jednak satysfakcjonujących rezultatów. Nader często piksele błędnie były przypisywane do klas. Ponadto samo rozwarstwienie klas nie pokrywało się z żądanym rozwarstwieniem pokrycia terenu. Podobnie było z klasyfikacją nadzorowaną. Podział na klasy determinowała charakterystyka spektralna sceny. Dlatego też konieczne było generowanie większej liczby klas, a dopiero po sklasyfikowaniu treści obrazowej właściwe rozwarstwienie w celu uzyskania warstw wynikowych. Nieco lepsze rezultaty uzyskano wykonując analizę składowych głównych (PCA – *Principal Component Analysis*). Zgrupowanie nadmiaru danych w trzech pasmach spowodowało zmniejszenie ich wymiarowości. Jednocześnie uwidoczniły się lub stały bardziej wyraźne elementy, które trudno było dostrzec na oryginalnym zobrazowaniu. Ponadto cha-

Tabela 3. Najlepsze minimum rozłączności

Liczba pasm	1		2		3		4		5		6	
	śr	min	śr	min	śr	min	śr	min	śr	min	śr	min
Euclidan	32	1	55	16	65	22	67	22	71	22	71	22
Divergence	216	2	279	12	324	14	276	14	225	13	139	10
Transformated Divergence	1801	375	1963	1569	1976	1634	1974	1631	1967	1624	1915	1461
Jefferies-Matusita	1181	309	1345	1086	1352	1126	1355	1131	1356	1136	1365	1141

Tabela 4. Najlepsza średnia rozłączność

Liczba pasm	1		2		3		4		5		6	
	śr	min	śr	min	śr	min	śr	min	śr	min	śr	min
Euclidan	41	1	55	16	65	22	70	22	71	22	71	22
Divergence	216	2	279	6	340	12	344	11	268	11	139	10
Transformated Divergence	1801	375	1963	1569	1976	1634	1975	1618	1967	1624	1915	1461
Jefferies-Matusita	1181	309	1345	1086	1359	1065	1363	1125	1365	1136	1365	1141

rakterystyczne było ujednoczenie spektralne zbiorników wodnych, do tego stopnia, że do ich sklasyfikowania wystarczyła już tylko jedna sygnatura (w przypadku obrazowania oryginalnego niezależnie od kompozycji niezbędne było połączenie 2 a nawet 3 sygnatur).

Ze względu na swą jednolitość spektralną i jednoznaczność interpretacji obszary wodne dają się łatwo wyodrębnić z otoczenia. Dużo problemów przysparza jednak rozpoznanie obszarów podmokłych, zalewowych, wprawdzie w podczerwieni dają się one wyodrębnić jednak mają różne sygnatury, bo znajdują się na różnych obszarach (lasy, łąki, itd). Stosunkowo łatwo dają się też sklasyfikować lasy, które zwłaszcza w podczerwieni wyraźnie odróżniają się od innych elementów pokrycia terenu. Ponieważ na analizowanym obszarze tereny zabudowane nie były zbyt rozległe, bardzo trudno było uzyskać właściwą sygnaturę, która pozwalałaby na prawidłową klasyfikację terenów zurbanizowanych. Dlatego też należy stwierdzić, że obrazowania Landsat ze względu na swą rozdzielczość terenową nie są przydatne do właściwego wyodrębnienia niewielkich obszarów zurbanizowanych. Przyczyna jest prosta. Wartość pliku danych odzwierciedla element dominujący na powierzchni, którą odwzorowuje. W przypadku rzadkiej zabudowy, elementem dominującym w otoczeniu może być nie infrastruktura lecz roślinność, grunty. To powoduje, że elementy antropogeniczne zlewają się z otoczeniem i są trudne do wyodrębnienia metodami analizy spektralnej. Niezbędne są tu więc obrazowania o większej rozdzielczości terenowej. Podobnie sprawa ma się ze szlakami komunikacyjnymi. Większość dróg jest praktycznie niemożliwa do wyodrębnienia ze względu na swe niewielkie wymiary terenowe (szerokość). Należy podkreślić, że do rozpoznania większości klas niezbędne było wykorzystanie obrazowań o dużej rozdzielczości (IKONOS, zdjęcia lotnicze). Dopiero one dają operatorowi możliwość zinterpretowania typu pokrycia terenu. Oczywiście interpretacja ta nie zawsze jest jednoznaczna. Jednakże dla celów wojskowej oceny terenu w większości wydaje się wystarczająca. Nie interesuje

nas bowiem np. typ niskiej roślinności, lecz tylko to, że nie stanowi ona przeszkody terenowej.

Przeprowadzone badania pozwoliły na wyciągnięcie następujących wniosków ogólnych:

- najlepsze wyniki uzyskiwano dla kombinacji 3 pasm, zwiększanie liczby pasm poprawiało wyniki w nieznacznym stopniu lub je pogarszało;
- najczęściej występowały w kompozycjach spektralnych pasma 4 i 7, są one niezbędne do właściwego uwydatnienia kontrastu między glebą i roślinnością oraz łądem i wodą; pasmo 7 szczególnie przydatne jest przy określaniu obszarów podmokłych;
- najlepsza konfiguracja pasm to, w zależności od zastosowanej reguły rozłączności, 2,4,7 lub 3,4,7.

SPOT 4 (XS)

Wielospektralne dane SPOT 4 o rozdzielczości terenowej 20 m wykonywane są w 3 zakresach: czerwonym, zielonym i podczerwieni. Z perspektywy analiz zawartych powyżej jest to dość dobra konfiguracja pasm do klasyfikacji. Przede wszystkim jednak lepsza rozdzielczość ułatwia procesy interpretacyjne. Jednakże problem identyfikacji obiektów infrastruktury oraz szlaków komunikacyjnych jest podobny jak w przypadku satelity Landsat. Ponadto brak kanałów ze średnią i daleką podczerwienią sprawia, że procesy klasyfikacyjne dają wyraźnie gorsze wyniki.

IKONOS

Duża rozdzielczość terenowa (4 m) danych wielospektralnych, pozwala na identyfikację obiektów infrastruktury, rozróżnianie poszczególnych budynków, węzłów komunikacyjnych. Dlatego też te dane stanowią podstawę procesów interpretacyjnych przy klasyfikacji poprzednich zobrazowań. Podobnie jak wyżej, podstawowa kombinacja pasm do klasyfikacji zawiera pasmo bliskiej podczerwieni, czerwone i zielone. Pasma niebieskie jest również przydatne i w znacznie większym stopniu niż np. w Landsacie poprawia wyniki rozłączności sygnatur. Przede wszystkim jednak pozwala na przedstawianie terenu w barwach naturalnych.

Przejezdność terenu

Mapa przejezdności przedstawia parametry terenu, wpływające na ruchy wojsk, określone zgodnie ze stopniem, w jakim przeszkadzają one w ruchu.

W omawianym powyżej procesie klasyfikacji dało się wyodrębnić następujące typy pokrycia terenu:

- Woda – określona jako tereny nieprzejezdne obejmuje wszystkie obiekty wodne i obszary podmokłe, które nie są możliwe do pokonania w bród; warstwę tą należałoby uzupełnić o dane odnośnie przepraw, brodów istniejących lub możliwych do pokonania po przygotowaniu. Jeżeli brak takich danych np. z rekonesansu to całą klasę należy uważać za nieprzejezdną.
- Tereny glebowe, zarośla, trawa, zboża – obszary odkryte i pokryte niską roślinnością określa się jako przejezdne.

- Obszary zabudowane – o średnicy większej niż 500 m lub niemożliwe do obejścia z obu stron uważa się za nieprzejezdne.
- Drogi – muszą zostać sklasyfikowane do kategorii klasy drogi, można to wykonać stosując wysokorozdzielcze dane obrazowe.
- Lasy liściaste, mieszane, iglaste – konieczna jest ocena grubości pni i odstępów między drzewami, można do tego wykorzystać wysokorozdzielcze dane obrazowe.

Badanie tekstury w celu oceny przejezdności lasów

Tekstura terenów leśnych zależy przede wszystkim od typu, wielkości koron drzew i odległości między nimi. Dlatego też analizując teksturę możemy w przybliżeniu określić przejezdność lasów. Analizę tekstury należy ograniczyć do obszarów leśnych ograniczając działanie funkcji zasięgiem określonym na podstawie mapy pokrycia terenu. Następnie dla tak wyodrębnionych obszarów należy określić optymalne metody analizy. Badane metody analizy tekstury stanowią rodzaj filtrów statystycznych, korzystających z algorytmów wariancji i skośności. Przeprowadzone badania pozwoliły na wykazanie zależności pomiędzy gęstością lasu a wartościami pliku danych. Dobre efekty uzyskano stosując funkcję *focal analysis*. Funkcja ta nie używa zdefiniowanego jądra, lecz buduje je z określonego okna na podstawie wartości pikseli analizowanego obrazu, a następnie oblicza z nich funkcję, w tym przypadku odchylenie standardowe wartości spektralnej pikseli. W wyniku tego przetworzenia każdego piksela na analizowanym obszarze otrzymujemy nowe wartości w pliku danych. Są one ściśle powiązane z gęstością terenów leśnych. Właściwe oszacowanie zależności pomiędzy konkretnymi wartościami liczbowymi a gęstością lasów powinno pozwolić na ocenę przejezdności na podstawie analizy tekstury. Dalsze badania będą kontynuowane właśnie w celu oszacowania tych relacji dla różnych typów danych obrazowych.

Przetwarzanie warunkowe zgromadzonych danych

W wyniku klasyfikacji ciągłe warstwy rastrowe zostają zamienione w warstwy tematyczne. Dane tematyczne zawierają informacje jakościowe, określające kategorie pokrycia terenu. Stanowią doskonały materiał wejściowy dla różnych systemów mających na celu wspomaganie procesu podejmowania decyzji. Poza odniesieniem przestrzennym i informacją ilościową posiadają przede wszystkim informacje jakościowe, które można analizować i przetwarzać stosownie do potrzeb.

W celu kompletnej oceny terenu powinny zostać zgromadzone następujące dane:

- mapa pokrycia terenu (warstwa tematyczna),
- mapa klasyfikacji gruntów (warstwa tematyczna),
- NMT,
- opcjonalnie wysokorozdzielcze dane obrazowe do analizy tekstury.

Stosując zaawansowane procedury klasyfikacyjne możemy podzielić teren na żadaną liczbę klas, spełniających określone warunki. W zależności od posiadanych materiałów wejściowych określamy możliwą do uzyskania wynikową treść tematyczną. Następnie tworzymy tzw. hipotezy (*Hypotheses*) — czyli proponowane rozwiązania (klasy) np. teren płaski otwarty, następnie określamy reguły decyzyjne (*Rules*) operując zmiennymi (*Variables*) np.:

- teren jest płaski gdy spadek obliczony z $NMT \leq 5$,
- teren jest otwarty gdy pokrywa go:
 - trawa/zarośla,
 - łąki,
 - nagi grunt.

Zmiennymi mogą być obrazy, dane wektorowe oraz tzw. modele graficzne, pozwalające na projektowanie złożonych wieloetapowych procesów z wykorzystaniem wielu zobrazowań, poddawanych działaniu najróżniejszych funkcji i przekształceń (analitycznych, arytmetycznych, logicznych itd.). W ten sposób możemy tworzyć dowolną liczbę klas, stosując różne reguły decyzyjne. Liczba zastosowanych reguł zależy od umiejętności analitycznych operatora i jest ograniczona wyłącznie ilością i jakością przetwarzanych materiałów wejściowych.

Mapa oceny terenu jest wynikiem analizy posiadanych danych geograficznych pod kątem OCOKA (Lach i inni, 2000) czyli :

- warunków obserwacji i prowadzenia ognia (*observation and fields of fire*);
- ukrycia i maskowania (*cover and concealment*);
- przeszkód terenowych (*obstacles*);
- terenów kluczowych (*key terrain*);
- tras podejścia i korytarzy manewru (*avenues of approach and mobility corridors*).

Stanowi, zatem nieco inne ujęcie mapy przejezdności terenu, uzupełnionej o elementy z zakresu wiedzy taktycznej i wymaga od analizującego odpowiedniej interpretacji. Dla przykładu obszary zurbanizowane i lasy są trudno przejezdne, ale posiadają bardzo dobre warunki ukrycia i maskowania, natomiast wszystkie obszary nieprzejezdne ograniczają możliwość manewru. Mapa oceny terenu musi, zatem zostać tak rozwarstwiona by uwypuklać wszystkie te aspekty.

Podsumowanie

Opisane wyżej badania dotyczyły przede wszystkim mapy pokrycia terenu. Jest ona składnikiem niezbędnym przy wykonywaniu mapy oceny terenu, jednakże kompleksowa informacja musi uwzględniać ograniczenia mobilności wynikające z jego ukształtowania (na podstawie NMT) oraz rodzaj podłoża (klasyfikacja gruntów). Podstawę analizy przejezdności stanowi, zatem mapa pokrycia terenu, z której wyodrębnia się elementy ograniczające mobilność pojazdów. Do właściwego wyodrębnienia tej treści wyłącznie na podstawie zobrazowań powierzchni Ziemi niezbędne są dodatkowe metody przetworzenia obrazu. Opracowanie metod ekstrakcji z zobrazowań dodatkowych informacji istotnych ze względów wojskowych pozwoli na stworzenie w pełni autonomicznego systemu, pozwalającego na wiarygodną ocenę terenu bez dodatkowych źródeł informacji.

Literatura

- Bielecka E., Ciołkosz A., 2004: Metodyczne i realizacyjne aspekty aktualizacji bazy danych CORINE Land Cover. *Prace IGK t. L.*, nr 108.
- Bielecka E., Ciołkosz A., 2004: CORINE Land Cover Databases of Poland, Materials of ESDI State of Art 10th EC-GI&GIS Workshop, Warsaw, p. 171-172.

- Bielecka E., Ciołkosz A., 2004: Kartowanie pokrycia terenu w Polsce w ramach projektu CLC2000. Kartografia tematyczna w kształtowaniu środowiska geograficznego, materiały ogólnopolskich konferencji kartograficznych, t. 25, Poznań, s. 58-68.
- Bielecka E., Ciołkosz A., 2004: Land Cover Structure In Poland and its Changes in the Last Decade of 20 Century, *Annals of Geomatics* v. II No.1, Warsaw, p. 81-88.
- Bielecka E., Ciołkosz A., Mapa użytkowania ziemi w Polsce w skali 1:1 000 000 jako wynik wizualizacji bazy danych CLC2000. *PPK* t. 36 nr 4 s. 274-287.
- Bielecka E., Ciołkosz A., 2004: Practical application of the CORINE Land Cover database in Poland. Workshop document Umwelt Bundes Amt Texte 04/04, Berlin, p.70-76.
- Baranowska T., Gronet R., Poławski Z., 2002: Koncepcja treści mapy pokrycia i użytkowania terenu w skali 1:50 000 opracowanej przy wykorzystaniu barwnych zdjęć lotniczych, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, vol. 12a, s. 25-36.
- Bochenek Z., 2004: Zastosowanie różnych metod określania zmian pokrycia terenu na obszarach miejskich z wykorzystaniem zdjęć satelitarnych. Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum Naukowego – Fotogrametria, Teledetekcja i GIS w świetle XX Kongresu ISPRS, Białobrzegi k. Warszawy.
- ERDAS, 1998: ERDAS Field Guide – przewodnik geoinformatyczny, Warszawa.
- Lach, Łaszczuk, Nowak, 2000: Ocena terenu według NATO. AON, Warszawa.
- Lewiński St., Poławski Z., 2002: Interpretacja form pokrycia terenu użytkowania ziemi na podstawie zdjęć satelity IRSp1C, *Prace IGiK*, Vol. 12b, s.235-244.
- Poławski Z.F., 2001: Koncepcja i zakres tematyczny szczegółowej mapy użytkowania ziemi w skali 1 :50 000, *Prace IGiK*.
- Poławski Z.F., 2001: Od mapy użycia ziemi do mapy użytkowania ziemi czwartego poziomu szczegółowości (CORINE Land Cover), *Prace IGiK*.
- Smith C., Brown N., Margaret D., Strater S., 1997: ERDAS Field Guide, ERDAS Inc.
- Swan P., Davis S., 1978: Remote Sensing: The Quantitative approach. 1978, New York, McGraw Hill Book Company.

Summary

Maintaining the Terrain Analysis System (TERAS) is the principal task of military geographic service. The system's main component is Terrain Database. It is a huge set of raster, vector and attribute data. Military analysis of this input data should define:

- *cross-country mobility,*
- *cover and concealment,*
- *line of sight,*
- *intelligence reconnaissance elements.*

This paper describes our experiences in the analysis of image data for military purposes. The analyzed dataset contains panchromatic and multispectral satellite scene: LANDSAT, SPOT, IRS, IKONOS and aerial photos. Different terrain and spectral resolution enables to distinguish from the imagery different quantitative and qualitative features. So, it is also an attempt to show the correlation between resolution and extraction of different kind of information.

The basic military product is terrain evaluation map. It integrates information about military elements of geographic environment. Terrain database contains thematic layer data, for example: vegetation, hydrography, soils, relief etc. However; if we consider military aspects, this data could be grouped in three products: DEM, landcover map, soil map. Development of acquisition and processing techniques allows to create such maps from imagery. Is it possible to create terrain analysis subsystem only from digital imagery? This analysis tries to respond to this question. Such a subsystem would enable military terrain evaluation even if we have no others data. But first of all, we must gather the data and elaborate analysis and extraction algorithms.

The main tasks are:

- *optimal spectral composition analysis,*
- *texture analysis and other methods of processing,*

- *continuous-to-thematic raster layer processing,*
- *advanced classifying procedures,*
- *conditional processing of aggregated data,*
- *proper ungrouping and composing output thematic layer.*

Imagery acquisition systems, especially satellite ones are constantly developed, and spectral and terrain resolution is increased. Therefore, we can obtain more and more information and we should search for new processing methods. The imagery data is especially valuable for military use of environment, because it helps to achieve dominance on the battlefield.

por. mgr inż. Leszek Paszkowski
paszkowski_leszek@o2.pl
tel. (056) 690 27 31