

Wiesław Dębski
Piotr Walczykowski
Paweł Kamiński

MOŻLIWOŚCI INTERPRETACYJNE ZOBRAZOWAŃ POZYSKANYCH PRZY WYKORZYSTANIU TECHNIKI VIDEO W ZAKRESIE UV

Streszczenie. Zobrazowania pozyskane w zakresie UV niosą ze sobą bardzo dużą ilość informacji, niemożliwej, ze względu na fizyczne właściwości promieniowania, do rejestracji z pułapu satelitarne.

Do rejestracji tych zobrażeń autorzy wykorzystali technikę video. Pomimo, że nie są to zobrażenia kartometryczne, ich niewątpliwe walory interpretacyjne czynią je bardzo przydatnymi w procesie rozpoznawania obrazów.

Wstęp

Źródłem informacji o otaczającym nas środowisku są nasze zmysły. Każdy z nich ma swój zakres działania, poza którym nie mamy możliwości odbierania informacji o otoczeniu. Na szczególną uwagę w procesie poznawania otoczenia zasługuje zmysł wzroku. Oprócz tego bowiem, że jest on najbardziej predysponowany do zdalnego odbierania wrażeń bez potrzeby bezpośredniego kontaktu receptora z przedmiotem badań, jest ponadto najchłonniejszym z naszych zmysłów. Bodźce wzrokowe są odbierane za pomocą niemal 140 milionów receptorów oka ludzkiego, podczas gdy na przykład wrażenia słuchowe odbiera tylko 24000 receptorów ucha. Informacje odbierane za pomocą oka docierają do centralnego układu nerwowego znacznie szybciej niż informacje odbierane innymi zmysłami.

Od wielu lat człowiek stara się rozszerzyć zakres informacji o otaczającym go świecie poza informacje dostarczane za pomocą zmysłów. To rozszerzenie jest możliwe dzięki metodom pośrednim, przez budowę specjalnych urządzeń zdolnych do rejestrowania zjawisk zachodzących w sferze pozazmysłowej. W dążeniu do rozszerzenia zbieranych informacji o obiektach, zjawiskach i procesach zachodzących na powierzchni Ziemi człowiek wykorzystuje pozawidzialne zakresy promieniowania elektromagnetycznego

Konstruując odpowiednie urządzenia, człowiek jest w stanie rejestrować wszystkie wymienione zakresy promieniowania oraz badać na tej podstawie zarówno obiekty i zjawiska emitujące lub odbijające energię elektromagnetyczną, jak też

analizować reakcję różnych obiektów na określone zakresy spektrum. Promieniowanie elektromagnetyczne jest zjawiskiem, do którego rejestrowania nie jest konieczny bezpośredni kontakt z obiektem emitującym je lub odbijającym. Z tego też względu metody oparte na rejestracji promieniowania elektromagnetycznego zaczęto nazywać metodami bezkontaktowymi lub też zdalnymi, czyli metodami badań prowadzonych na odległość. W latach sześćdziesiątych bieżącego stulecia ten rodzaj badań zaczęto nazywać teledetekcją.

Wykorzystanie promieniowania ultrafioletowego.

Słońce jest nie tylko źródłem promieniowania widzialnego, ale także promieniuje w większym zakresie widma elektromagnetycznego. Promieniowanie ultrafioletowe jest pierwszym zakresem promieniowania krótkofalowego, którego część przylegająca do widma widzialnego, wykorzystując okno atmosferyczne, dociera do powierzchni Ziemi. Promieniowanie to, wchodzi w skład widma elektromagnetycznego i zajmuje obszar falowy w granicach 10-400 nm. Atmosfera ziemską pochłania całkowicie promieniowanie elektromagnetyczne o długościach fal krótszych od 280 nm, a więc tylko najdłuższe fale ultrafioletowe dochodzą do powierzchni Ziemi. W metodach teledetekcji wykorzystujących ultrafioletowy zakres widma elektromagnetycznego jest analizowane niemal wyłącznie promieniowanie odbite, którego źródłem jest Słońce oraz światło nieba.

Promieniowanie ultrafioletowe emitowane przez Słońce ulega w dużym stopniu absorpcji i rozproszeniu w atmosferze ziemskiej, podobnie jak promieniowanie fioletowe i niebieskie, co nadaje niebu błękitne zabarwienie. Tak, więc tylko znikoma część tego zakresu promieniowania dociera do powierzchni Ziemi, gdzie znowu jest w pewnym stopniu absorbowane przez znajdujące się tu obiekty, a w pewnym zaś odbijane przez nie. To odbite promieniowanie jest dopiero wykorzystywane w teledetekcji do zobrazowania powierzchni Ziemi w ultrafiolecie.

W Zakładzie Rozpoznania Obrazowego Wojskowej Akademii Technicznej powstał system pozyskiwania informacji obrazowej bazujący na technice video. Jego zadaniem jest dostarczenie danych obrazowych o obserwowanym obiekcie zebranych w różnych zdefiniowanych zakresach widmowych promieniowania z możliwością dalszego przetworzenia tych danych. Każdy kanał systemu związany jest z innym zakresem widmowym. Zakres widmowy kanału określony jest przez zastosowane filtry optyczne o określonych pasmach przepuszczania. Jeden z kanałów tego systemu pozwala na rejestrację zobrażeń w zakresie ultrafioletu (360 – 400 nm). Szerszy opis systemu zamieszczono w artykule „Wykorzystanie wielospektralnej techniki video w rozpoznaniu środowiska naturalnego”

Zdolność rozdzielcza

Z każdym systemem teledetekcyjnym związane jest pojęcie rozdzielczości. Można wyróżnić cztery główne jej rodzaje:

- przestrzenna – obszar terenu reprezentowany przez każdy piksel;
- radiometryczna – maksymalna liczba wartości pliku danych w każdym paśmie (określana przez liczbę bitów, pomiędzy które podzielona jest wartość zarejestrowanej energii);
- czasowa – określająca częstotliwość, z jaką dany sensor rejestruje zobrazowanie danego obszaru.
- spektralna – określająca zakresy przedziałów długości fal, które sensor może rozróżniać;

Rozdzielczość przestrzenna

Jest miarą najmniejszego obiektu, który może być rozróżniony przez sensor lub obszarem na powierzchni Ziemi reprezentowanym przez piksel. Im lepsza jest rozdzielczość tym mniejsza jest liczba ją określająca. Na przykład, rozdzielczość przestrzenna wynosząca 79m jest gorsza niż rozdzielczość wynosząca 10m.

Skala

Pojęcia duża i mała skala zobrazowania często odnoszą się do rozdzielczości przestrzennej. Skala jest stosunkiem odległości, w naszym przypadku, na obrazie do rzeczywistej odległości w terenie. Pojęcie duża skala w teledetekcji dotyczy zobrazowania, na którym każdy piksel reprezentuje mały obszar w terenie, tak jak jest to w przypadku danych z satelity SPOT o rozdzielczości 10m lub 20m. Pojęcie mała skala odnosi się do zobrazowań, na których jeden piksel reprezentuje duży obszar terenu, na przykład 1km. Terminologia ta odpowiada określeniu skali map. Zobrazowanie małoskalowe odpowiada dużemu mianownikowi skali i na odwrót.

IFOV

Rozdzielczość przestrzenna opisywana jest również jako chwilowe pole widzenia (instantaneous field of view - IFOV) sensora, chociaż nie zawsze IFOV oznacza to samo, co obszar reprezentowany przez piksel. IFOV określa obszar widziany przez pojedynczy detektor w danym momencie. Na przykład dane Landsat MS mają IFOV wynoszący 79x79 metrów, ale pomiędzy kolejnymi liniami rejestrowanymi przez skaner występuje pokrycie o szerokości 11,5m, tak więc obszar reprezentowany przez piksel wynosi 56,5x79 metrów (zaokrąglony zazwyczaj do wymiarów 57x79m).

Rozdzielczość radiometryczna

Określa tzw. dynamikę zakresu, tj. maksymalną liczbę wartości pliku danych w każdym paśmie. Określana jest liczbą bitów, na które podzielono zarejestrowaną energię. Na przykład, dla danych 8-bitowych wartości pliku danych dla każdego

piksela należą do przedziału 0-255, (dla danych 7-bitowych będzie to przedział 0-127).

Całkowita energia, którą sensor mierzy, począwszy od 0 do wartości maksymalnej, jest dzielona na 256 wartości jasności w przypadku danych 8-bitowych.

Rozdzielczość czasowa

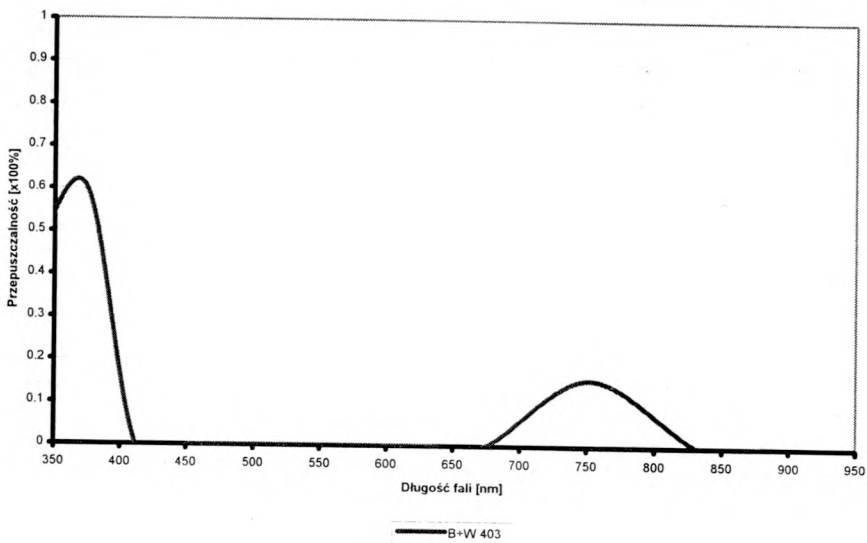
Określa częstotliwość, z jaką sensor rejestruje zobrazenie określonego obszaru. Na przykład, satelita Landsat może obserwować ten sam obszar co 16, SPOT natomiast co 3 dni.

Rozdzielczość spektralna

Rozdzielczość spektralna czyli przedział długości fali widma elektromagnetycznego, który sensor jest w stanie rozróżnić w zaproponowanym zestawie określona jest poprzez czułość kamer CCD oraz zastosowane filtry optyczne.

Czułość kamery określa ile promieniowania padającego na detektor zostanie przezeń zarejestrowana. Jest to wielkość charakteryzująca matrycę CCD.

W przypadku zastosowania filtra optycznego czułość układu ulegnie osłabieniu i będzie się wyrażała iloczynem czułości kamery i przepuszczalności filtra.

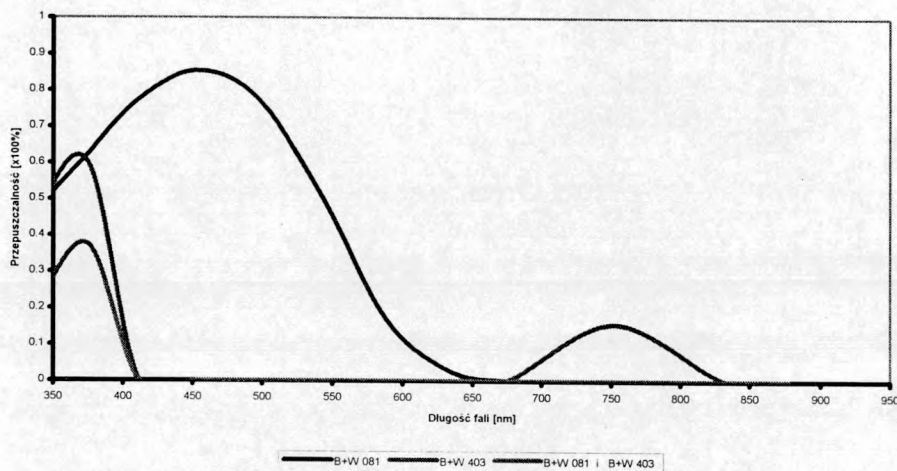


Wykres 1. Przepuszczalność filtra UV (B+W 403).

Zakres ultrafioletu w omawianym systemie rejestrowany jest dzięki zastosowaniu zestawu filtrów B+W403 i B+W081. Filtr B+W403 oprócz promieniowania ultrafioletowego przepuszcza również część promieniowania w zakresie bliskiej podczerwieni.

W celu eliminacji promieniowania z zakresu bliskiej podczerwieni koniecznym było dodanie drugiego filtra, który przepuszczałby promieniowanie ultrafioletowe, a odcinał podczerwone. W tym celu zastosowano filtr B+W 081, którego charakterystykę przepuszczalności przedstawiono kolorem niebieskim na poniższym wykresie.

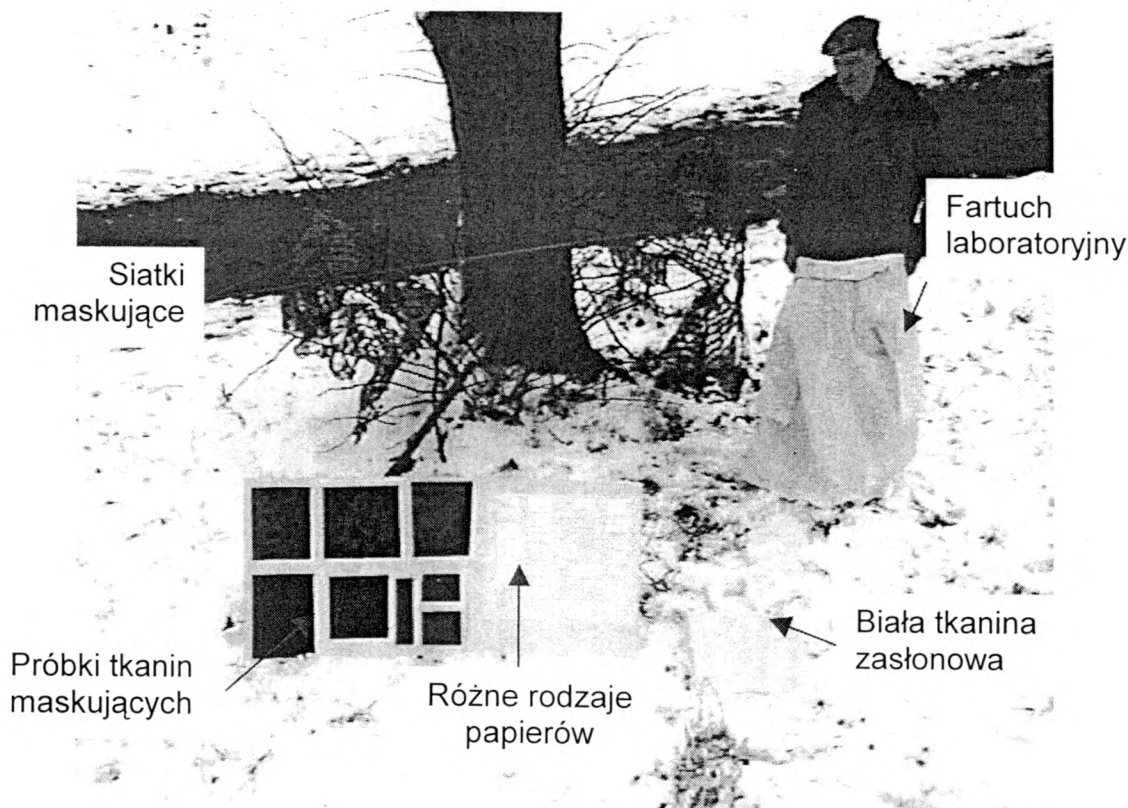
Jednakże, wykonanie układu filtrów powoduje osłabienie przepuszczalności dla całego zestawu, co przedstawiono poniżej na krzywej koloru czerwonego.



Wykres 2. Utrata przepuszczalności dla układu filtrów.

Pozyskiwanie informacji obrazowej w zakresie UV

Wykorzystując omawiany zestaw w marcu 2002 r. dokonano rejestracji obrazu wcześniej przygotowanej sceny w 5 kanałach spektralnych: ultrafioletowym, niebieskim, zielonym, czerwonym i podczerwonym. Na scenie ustawiono siatki maskujące, fartuch laboratoryjny, białą tkaninę zasłonową, zestaw próbek tkanin maskujących oraz zestaw próbek papierów.



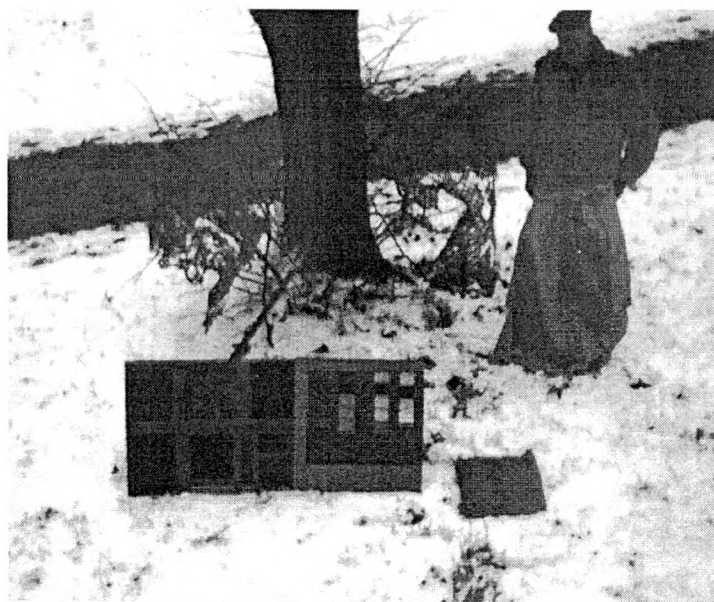
Rysunek 1. Zobrazowanie barwne wykonane w zakresie widzialnym.

Należy zwrócić uwagę na bardzo dobre właściwości maskujące w zakresie widzialnym w okresie zimowym takich elementów jak: fartuch laboratoryjny, biała tkanina zasłonowa, papiery. Warto również zauważyć, że nie widać zbyt wyraźnych różnic pomiędzy poszczególnymi gatunkami papierów. Pozostałe elementy sceny są na tle śniegu bardzo dobrze widoczne.

Na zobrazowaniu wykonanym w zakresie bliskiej podczerwieni nadal bardzo dobre właściwości maskujące wykazują fartuch laboratoryjny, biała tkanina zasłonowa i papiery, które są między sobą nierozróżnialne. Ponadto kurtka żołnierza, siatki maskujące i dwie tkaniny maskujące, które były dobrze widoczne w zakresie widzialnym, w zakresie bliskiej podczerwieni są słabo wyróżnialne z tła.



Rys. 2. Zobrazowanie wykonane w zakresie bliskiej podczerwieni.



Rys. 3. Zobrazowanie wykonane w zakresie ultrafioletu.

Zobrazowanie wykonane w zakresie ultrafioletu uwidacznia, że wszystkie badane próbki (z małym wyjątkiem niektórych papierów) nie przejawiają w tym zakresie właściwości maskujących i są dobrze wyróżnialne z tła. Ponadto warto zwrócić uwagę na papiery. W tym zakresie można rozróżnić poszczególne ich rodzaje.

Podsumowanie

Przy wykorzystaniu techniki video istnieje możliwość rejestracji zobrazowań w różnych zakresach spektralnych, w tym także i ultrafioletu. Najpoważniejszym ograniczeniem jest w tym wypadku uczulenie spektralne stosowanej kamery video, które zostanie osłabione poprzez zastosowane filtry optyczne.

Istnieje możliwość takiego doboru kanałów spektralnych, aby uzyskać zgodność z istniejącymi systemami satelitarnymi. Możliwość wykorzystania zakresu ultrafioletu (niewykorzystywanego w systemach satelitarnych ze względu na fizyczne właściwości promieniowania ultrafioletowego) może otwierać nowe możliwości wykorzystania danych obrazowych pochodzących z wielospektralnych systemów video.

Literatura

- Ciołkosz A., Kęsik A., „Teledetekcja satelitarna” PWN Warszawa 1989
- Ciołkosz A., „Interpretacja zdjęć lotniczych”. PWN Warszawa 1999
- ERDAS Field Guide – „Przewodnik geoinformatyczny” Geosystems Warszawa 1998
- Franek K., „Intermedium; cyfrowa przyszłość filmu i telewizji”. Warszawa 2000
- JENSEN J., "Remote sensing of the environment, an earth resource perspective", New Jersey 2000
- Obrazowania geograficzne w Polsce, Geosystems Polska, Warszawa 2000
- Ostrowski M., „Informacja obrazowa” – WNT Warszawa 1992;
- Pavlidis T., „Grafika i przetwarzanie obrazów” – WNT Warszawa 1987;
- Rusin M., „Wizyjne przetworniki optoelektroniczne” WKiŁ Warszawa 1990
- Urbański B., „Rejestracja sygnałów wizyjnych” Warszawa 1982.

Recenzował: prof. dr hab. Adam Linsenbarth