

DANE WYSOKOROZDZIELCZE

Dane hiperspektralne

- Wysoka rozdzielczość spektralna
- Wąskie kanały spektralne
- Dużo kanałów
- Uzyskiwana krzywa odbicia spektralnego jest spektralnie ciągła
- Wysoka rozdzielczość radiometryczna
- Wąskie kanały spektralne -> mało rejestrowanej energii -> duża ilość szumów i zakłóceń -> inny sposób przetwarzania danych -> trudności w przetwarzaniu obrazów hiperspektralnych

Początki technik hiperspektralnych

- A.F.H. Goetz w roku 1985 na łamach Science określił, czym są dane hiperspektralne – dane teledetekcyjne obejmujące ponad 40 kanałów spektralnie ciągłych o szerokości połówkowej od 10 do 20 nm.

SENSORY HIPERSPEKTRALNE

AIS-1, AIS-2 Airborne Imaging Spectrometer

- Powstały w NASA.
- Pierwsze skanery obrazujące
- Pierwsza połowa lat 80.
- AIS-1
 - Rozdzielczość spektralna – 128 kanałów o szerokościach połówkowych 9,3 nm
 - 1,2-2,4 μm .
- AIS-2
 - Rozdzielczość spektralna 128 kanałów, szerokość filtrów 10,6 nm
 - 1200-2500 nm

AVIRIS

Airborne Visual and Infra-Red Imaging Spectrometer

- Pierwszy sensor hiperspektralny, używany od 1988
- Whiskbroom
- 677 pikseli
- Zakres spektralny 380-2500 nm
- 224 kanały spektralne, rozdzielczość spektralna 10 nm, kalibracja z dokładnością do 1 nm
- Rozdzielczość radiometryczna – 12 bitów

DAIS 7915

- Początek misji 1995
- 512 pikseli w linii
- Zakres 400-12000 nm
- Rozdzielczość spektralna 20-2000 nm
- 79 kanałów:
 - 450 - 1050 nm: 32 kanałów,
 - 1500 - 1800 nm: 8 kanałów,
 - 1900 - 2450 nm: 32 kanałów,
 - 3000 - 5000 nm: 1 kanał,
 - 8700 - 12300 nm: 6 kanałów,
- Rozdzielczość terenowa: 3 m
- rozdzielczość radiometryczna: 15 bit
- Whiskbroom



APEX

Airborne Prism Experiment

- Wyprodukowane przez firmę VITO i Uniwersytet w Zurichu oraz ESA
- Pushbroom
- Zakres spektralny 400-2500 nm
- 300 kanałów
- Rozdzielczość przestrzenna 2-5 m
- Działa operacyjnie od lata 2011 roku

AISA

- Sensory firmy Specim
- EAGLE:
 - Pushbroom
 - Rozdzielczość 3,3 nm
 - Do 488 kanałów
 - 1024 piksele w linii

AisaFENIX	VNIR & SWIR Full hyperspectral data in 380 - 2500 nm
AisaOWL	IWIR Full hyperspectral data in 7.6 - 12.5 μ m
AisaIBIS	VNIR hyperspectral data in 670 - 780 nm
AisaEAGLE	VNIR full hyperspectral data in 400 - 970 nm
AisaKESTREL10	VNIR Full hyperspectral data in 400 - 1000 nm
AisaKESTREL16	eNIR Full hyperspectral data in 600 - 1600 nm

http://www.specim.fi/files/pdf/aisa/datasheets/AISA_Products_ver2-2014.pdf

Hyperion

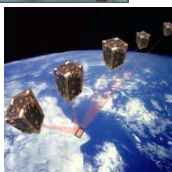
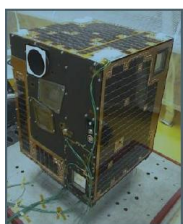
- Na satelicie EO-1
- Zapotrzebowanie na prąd 51W (średnia na orbicie), 126 W w szczytowym zapotrzebowaniu,
- Waga detektora 49 kg,
- Wysokość 705 km,
- Wielkość sceny 7.5 x 100 km,
- rozdzielczość radiometryczna 12 bitów
- absolutna dokładność radiometryczna 6%,
- 220 kanałów w zakresie od 400-2500 nm, szerokość polówkowa 10 nm
- Rozdzielczość przestrzenna 30 m
- Szerokość ścieżki obrazowania 7,5 km
- Rozdzielczość czasowa 16 dni

http://et.gsfc.nasa.gov/Intro/Pref2_24.html

CHRIS

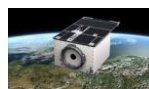


- Na satelicie Proba-1
- Wystrzelony w 2001
- Jedna scena 13 km²
- Rozdzielczość przestrzenna 17-36 m
- Zakres 415-1050 nm
- 150 kanałów
- Rozdzielczość przestrzenna: 18 i 36m
- Szerokość ścieżki: 14 km, 18
- Różny kąt pozyskiwania
- Waga satelity 94 kg, 25 kg instrumentów pozyskujących informację o powierzchni Ziemi, CHRIS – 14 kg



Environmental Mapping and Analysis Program (EnMAP)

- Niemiecka misja
- Wystrzelenie w 2018

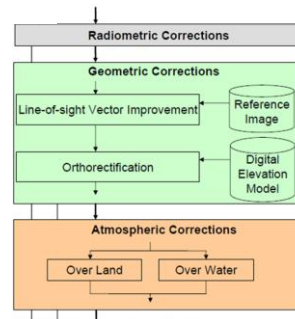


Orbit characteristics		
Orbit / Inclination	sun-synchronous / 97.96°	
Target revisit time	27 days (VZA = 5°) / 4 days (VZA = 30°)	
Equator crossing time	11:00 h & 18 min (local time)	
Instrument characteristics		
	VNIR	SWIR
Spectral range	410 - 1000 nm	900 - 2450 nm
Number of bands	89	155
Spectral sampling interval	6.5 nm	10 nm
Spectral bandwidth (FWHM)	8.1 ± 1.0 nm	12.5 ± 1.5 nm
Signal-to-noise ratio (SNR)	> 400:1	> 150:1
Spectral calibration accuracy	0.5 nm	1 nm
Ground sampling distance	30 m (at nadir; sea level)	
Swath width	30 km (field-of-view = 2.63° across track)	
Swath length	1000 km/orbit - 5000 km/day	

http://www.enmap.org/sites/default/files/public/EnMAP_komplett_web_eng.pdf

KOREKCJE OBRAZÓW WYSOKOROZDZIELCZYCH – WPŁYW NA KLASYFIKACJĘ

Korekcje obrazów



Zakłócenia obrazów hiperspektralnych

- Czynniki związane z sensorem:
 - Zakłócenia sensora (więcej zakłóceń mają urządzenia typu pushbroom)
 - Zakłócenia elektroniczne (szum i saturacja)
 - Parametry systemu (rozdzielczość spektralna, przestrzenna i radiometryczna)
- Czynniki środowiskowe
 - Efekt sąsiedztwa
 - Wibracje
 - Zewnętrzne czynniki jak wiatr, turbulencja,
 - Warunki oświetlenia,
- Czynniki związane z przetwarzaniem danych
 - Korekcje (atmosferyczna, geometryczna)
 - Kalibracja (do luminancji i współczynnika odbicia)
 - Redukcja rozmiarów obrazu
 - Algorytmy przetwarzania
- Każde przetworzenie danych jest związane ze wzrostem możliwości wystąpienia błędów.

KOREKCJA RADIOMETRYCZNA

Korekcja radiometryczna

- Wykrywanie błędnych pikseli
- Korekcja przestrzennego i spektralnego ułożenia pikseli
- Usunięcie zbyt ciemnego odbicia
- Usunięcie niejednorodnego odbicia
- Korekcja smile

KOREKCJA GEOMETRYCZNA

Korekcja geometryczna danych hiperspektralnych

- Każda linia obrazu jest rejestrowana niezależnie, więc geometria takiego obrazu jest zupełnie inna niż w przypadku zdjęć lotniczych
- Pozycja i orientacja skanera może się zmieniać wielokrotnie w obrębie jednego obrazu.
- Konieczne jest zastosowanie odpowiedniej korekcji do każdego piksela indywidualnie.
- Korekcja parametryczna, gdzie parametrami są elementy określające położenie i orientację skanera w trakcie rejestracji danej linii, a także wysokość terenu obrazowanego przez dany piksel.
- Konieczne użycie DEM

Dokładność korekcji geometrycznej

- Dokładność DEM – konieczne zastosowanie wysokorozdzielczych danych ze skaningu laserowego lub DEM fotogrametrycznych
- Dodatkowe dane:
 - Dane GPS pobierane w trakcie lotu
 - Roll and pitch – informacje o niestabilnościach lotu
 - Kierunek lotu – błędne określenie pn
 - Synchronizacja czasu danych dodatkowych z wykonaniem lotu
 - Charakterystyka sensora

KOREKCJA ATMOSFERYCZNA

Sposoby przeprowadzania korekcji metody bezwzględne

- Metody bazujące na stanie atmosfery w momencie wykonywania zobrazowania. Korekcja wykonywana jest na podstawie standardowych modeli rodzajów atmosfery lub pomiarów wykonanych w czasie wykonywania zobrazowania
- Do modelowania wykorzystywane są modele transferu promieniowania (RTM), które opisują na podstawie praw fizycznych, co dzieje się z promieniowaniem w atmosferze.
- Dla uogólnienia tworzone są modele opisujące ogólną cyrkulację atmosfery – tzw. kody radiacyjne.
- W korekcji atmosferycznej stosowane są kody np. MODTRAN oraz 6S.
 - MODTRAN oblicza transmitancję i radiancję atmosferyczną dla wysokiej rozdzielczości spektralnej.
 - Kod 6S oblicza transmitancję i radiancję atmosferyczną uwzględniając wiele czynników, np. rozproszenie Rayleigh'a

<http://www.modtran.org/>

Modelowanie wpływu atmosfery

Modelowanie wpływu atmosfery jest procesem złożonym rachunkowo oraz wymaga wprowadzenia danych wejściowych takich jak:

- profil atmosferyczny
- rodzaj aerozolu
- wysokość
- kąt zenitalny słońca
- kąt widzenia sensora

Sposoby przeprowadzania korekcji metody względne

- Możliwe, ale nie dają tak dobrych rezultatów, jak bezwzględne
- Empirical Line

ANALIZA JAKOŚCI DANYCH

HySpex VNIR-1800 i SWIR-384

Zakres spektralny	400-1000 nm	930-2500 nm
Liczba pikseli w linii	1800	384
Liczba kanałów spektralnych	182	288
Szerokość próbkowania	3,26 nm	5,45 nm
FOV	17°-34°	16°-32°
IFOV	0,16/0,32 mrad	0,73/0,73 mrad
Rozdzielczość radiometryczna	16 bit	16 bit
Zakres dynamiczny	20000	7500
Maksymalny stosunek sygnału do szumu	>255	>1100
Wymiary	39/9,9/15 cm	38/12/17,5 cm
Waga	5 kg	5,7 kg

Data Cube

- Metoda wizualizacji danych
- Analiza kanałów spektralnych

