

METODYKA PROWADZENIA ANALIZY WIZUALNEJ ZOBRAZOWAŃ CYFROWYCH W CELU WYZNACZANIA DOPUSZCZALNEJ WYSOKOŚCI LOTU DLA MISJI OPEN SKIES

Agata Orych

Wojskowa Akademia Techniczna
Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji
Zakład Teledetekcji i Fotogrametrii



Open Skies



- Wprowadzony w życie 1 stycznia 2002r.
- Możliwość wykonywania nieuzbrojonych lotów obserwacyjnych nad terytorium Państw-Stron.
- Zwiększenie otwartości i przejrzystości działań podejmowanych przez Państwa Strony
 - Ułatwienie nadzoru nad przestrzeganiem postanowień rozbrojeniowych
 - Stworzenie dodatkowych możliwości zapobiegania konfliktom i opanowywania kryzysów
 - Obowiązek przyjmowania określonej liczby lotów nad własnym terytorium (kwota pasywna) oraz możliwość wykonywania własnych lotów (kwota aktywna)
 - Obowiązek udostępniania pozyskanych danych



Open Skies



Rodzaj aparatury, która może zostać użyta podczas wykonywanego lotu. Są to:

- Aparaty fotograficzne, panoramiczne i kadrowe
 - o rozdzielczości 30cm
- Kamery telewizyjne obrazujące w czasie rzeczywistym
 - o rozdzielczości 30 cm
- Termalne skanery liniowe
 - o rozdzielczości 50 cm
- Radar obserwacji bocznej z syntetyczną aperturą
 - o rozdzielczości 3 m



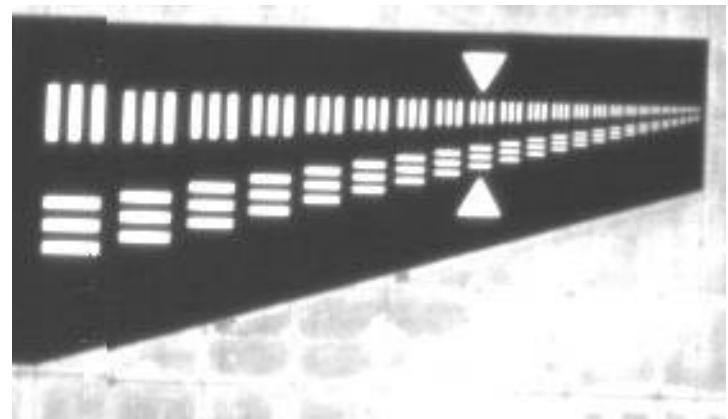
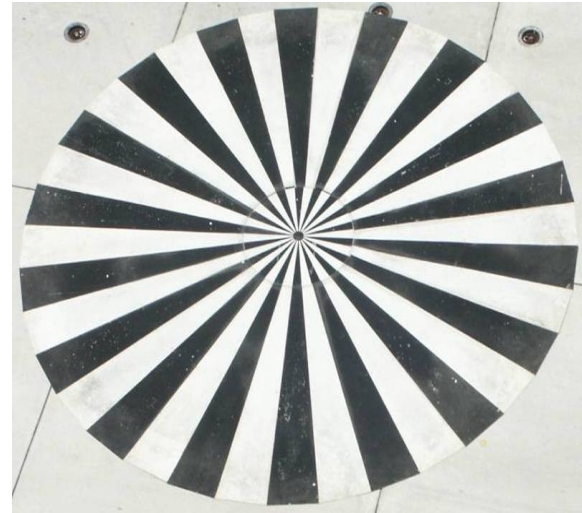
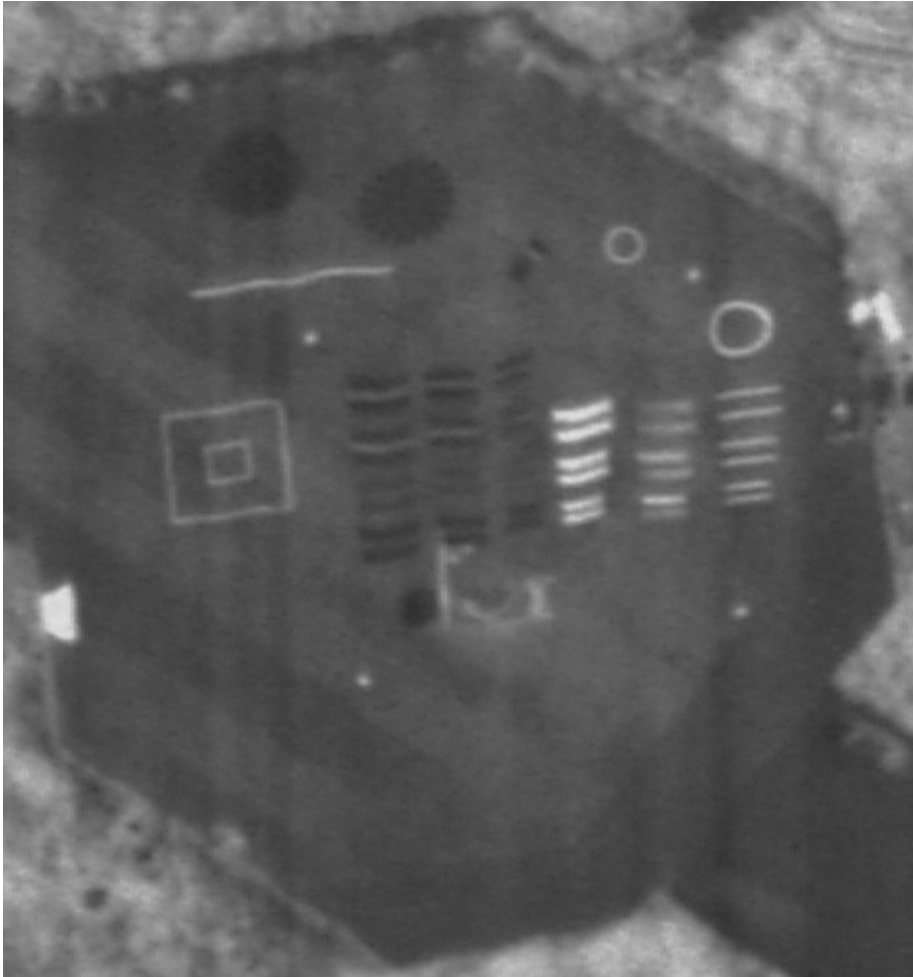
Certyfikacja sensorów



- Konfiguracja kamery, czyli każde połączenie aparatu, obiektywu, filtru oraz ustalenie kąta odchylenia od pionu, rejestratora wideo, typu taśmy magnetycznej, typu i formatu zapisu, musi zostać certyfikowana przed wykonaniem lotu w ramach misji Open Skies.

*„Wysokość lotu samolotu obserwacyjnego nad powierzchnią Ziemi nie pozwala Stronie obserwującej na przekroczenie ograniczeń rozdzielczości terenowej aparatury obserwacyjnej zgodnie z postanowieniami artykułu IV ustęp 2” , czyli
„w przypadku optycznych kamer panoramicznych i kadrowych, rozdzielczość terenowa nie może przekraczać **30 centymetrów** przy najmniejszej wysokości nad poziomem terenu”*

Certyfikacja sensorów



Sensory cyfrowe w Open Skies



Obecnie Traktat Open Skies zezwala jedynie na pozyskiwanie obrazów za pomocą sensorów analogowych, rejestrujących obraz na materiale światłoczułym.



Prowadzone są rozmowy nad umożliwieniem wykorzystania sensorów cyfrowych podczas misji obserwacyjnych

IWGS

Informal WorkingGroup on Sensors



Najnowsze badania prowadzone przez IWGS:

- rozmieszczenie grup celów
- orientacja grup celów
- umiejscowienie celu w kadrze
- parametry komputera, na którym wykonywana jest analiza
- Algorytmy demozaimowania („deBayering” algorithms)
- Algorytmy przepróbkowania („zooming” algorithms)

Nowe problemy

Badania wykonane przez zespół WAT



Analiza 1

Rodzaj monitora

Karta graficzna

Rozdzielczość monitora

Analiza 2

Algorytm przepróbkowania



Dane wejściowe

- Cel Wright Patterson AFB
 - Wysokość lotu
 - 2704m 3004m 3005m 3504m
 - 5 przelotów na każdej wysokości
 - Orientacja celów
 - 0° 90° 45°
 - Lokalizacja celu względem położenia nadirowego
 - 0° 7,5° 15°
 - Zakresy spektralne/kompozycje
 - PAN RGB CIR



Wykorzystane sensory



Wielkoformatowa
kamera kadrowa
DMC-2001



Skaner liniowy
ADS-40



Średnioformatowa
kamera kadrowa z filtrem Bayer'a
RCD105

Analiza 1

Parametry komputerów



- Oprogramowanie
 - Image J
- Monitory
 - LCD
 - CRT
- Karty graficzne
 - ATI
 - Intel
 - NVIDIA
- Rozdzielczość monitora
 - 800 x 600
 - 1024 x 786
 - 1024 x 800
 - 1152 x 864
 - 1280 x 800
 - 1280 x 1024
 - 1440 x 900
 - 1680 x 1050

Analiza 1 – wyniki

Badanie rozdzielczości



- 175 obserwacji
1440 x 900 Px

	L(i)	Hmin	% Hmincalc
Śr.	30.90	3097.43	103%
Max.	43.46	3582.09	119%
Min.	23.29	2418.78	81%
Max-Min	20.17	1163.31	39%
σ	4.14	239.66	0.08

- 57 obserwacji
1280 x 800 Px

	L(i)	Hmin	% Hmincalc
Śr.	30.21	3082.28	103%
Max.	43.57	3483.04	116%
Min.	23.29	2412.45	80%
Max-Min	20.28	1070.59	36%
σ	4.24	236.13	0.08

- 10 obserwacji
1024 x 768 Px

	L(i)	Hmin	% Hmincalc
Śr.	28.45	3118.67	104%
Max.	35.32	3406.97	114%
Min.	23.81	2551.67	85%
Max-Min	11.51	855.30	29%
σ	3.63	280.70	0.09

**BRAK
WPŁYWU**

Analiza 1 – wyniki

Typ monitora



- 11 obserwacji na monitorach CRT

	L(i)	Hmin	% Hmincalc
Śr.	29.82	3043.08	101%
Max.	36.24	3325.41	111%
Min.	24.39	2728.76	91%
Max-Min	11.85	596.65	20%
σ	3.46	159.05	0.05

BRAK WPŁYWU

- 261 obserwacji na monitorach LCD

	L(i)	Hmin	% Hmincalc
Śr.	30.61	3090.22	103%
Max.	43.57	3582.09	119%
Min.	22.77	2412.45	80%
Max-Min	20.80	1169.64	39%
σ	4.18	243.59	0.08

Analiza 1 – wyniki

Karta graficzna



- 200 obserwacji na kartach graficznych ATI

	L(i)	Hmin	% Hmincalc
Śr.	30.91	3081.43	103%
Max.	43.46	3582.09	119%
Min.	23.29	2418.78	81%
Max-Min	20.17	1163.31	39%
σ	4.15	243.49	0.08

- 25 obserwacji na kartach graficznych INTEL

	L(i)	Hmin	% Hmincalc
Śr.	29.48	3094.46	103%
Max.	36.24	3562.58	119%
Min.	22.77	2663.22	89%
Max-Min	13.47	899.36	30%
σ	3.81	228.12	0.08

**BRAK
WPŁYWU**

- 47 obserwacji na kartach graficznych NVIDIA

	L(i)	Hmin	% Hmincalc
Śr.	29.76	3114.36	104%
Max.	43.57	3429.22	114%
Min.	23.81	2412.45	80%
Max-Min	19.76	1016.78	34%
σ	4.18	238.37	0.08

Analiza 2

Analizowane algorytmy – sensor DMC2001



- Nearest Neighbour



- Bilinear Smooth



- Bilinear



- Bicubic



- Bicubic Sharp



Analiza 2

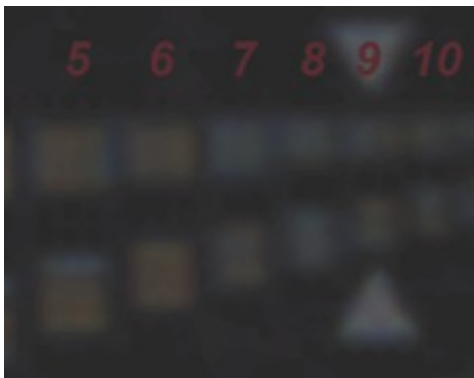
Analizowane algorytmy – sensor RCD105



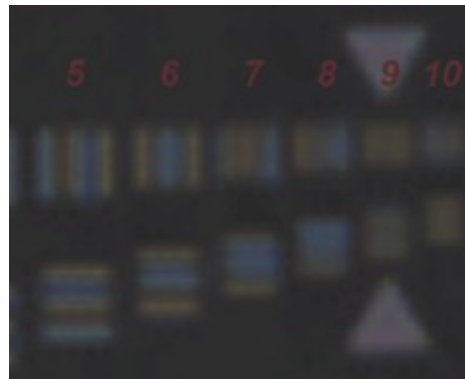
- Nearest Neighbour



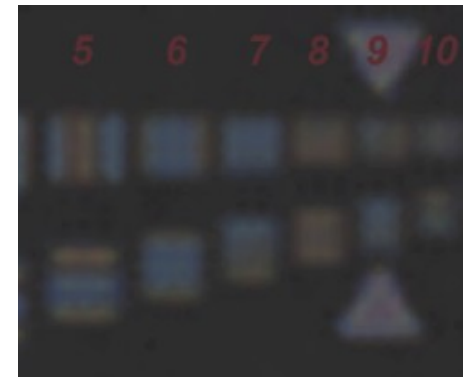
- Bicubic Smooth



- Bilinear



- Bicubic



- Bicubic Sharp



Analiza 2

Pozyskane dane



- 5291 obserwacji wykonanych przez 160 obserwatorów
- Wszystkie analizy wykonane na tych samych komputerach
- Wykorzystano oprogramowanie Image J
- Obrazy wyświetlano na 100% wielkości aby uniknąć kolejnego przepróbkowania
- Wszystkie dane mieściły się w przedziale $\pm 20\%$ od $H_{\text{min-teoretycznego}}$

Analiza 2 - wyniki



Leica RCD105 (Hmincalc = 2013m)			
Metoda	Hmin / H mincalc - 1		
Bicubic	0%	do	6%
Bicubic sharpened	-1%		6%
Bicubic smoothed	1%		5%
All bicubic	0%		6%
Bilinear	-4%		3%
Nearest neighbor	-6%		-4%

Z/I DMC-2001 (Hmincalc = 3000m)			
Metoda	Hmin / H mincalc - 1		
Bicubic	3%	do	8%
Bicubic sharpened	6%		11%
Bicubic smoothed	0%		9%
All bicubic	3%		9%
Bilinear	-3%		5%
Nearest neighbor	-3%		1%

Wyniki dla obu sensorów			
Metoda	Hmin / H mincalc - 1		
Bicubic	0%	do	8%
Bicubic sharpened	-1%		11%
Bicubic smoothed	0%		9%
All bicubic	-1%		9%
Bilinear	-4%		5%
Nearest neighbor	-6%		1%

Wnioski



- Wojskowa Akademia Techniczna dysponuje potencjałem badawczym oraz zapleczem laboratoryjnym niezbędnym do prowadzenia tego typu badań w ramach pracy IWGS.
- Parametry komputera – nie mają wpływu na wyznaczanie minimalnej wysokości lotu
- Algorytm przepróbkowania – wpływ pomijalny przy założeniach Traktatu (lot można wykonać na wysokości $\pm 15\%$ od H_{\min})
- Wyniki badań uwzględnione przy tworzeniu nowej wersji Decyzji 14 dotyczącej aparatury obserwacyjnej w zakresie widzialnym i bliskiej podczerwieni



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ