



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA
W KRAKOWIE**

SINGLE-IMAGE HIGH-RESOLUTION SATELLITE DATA FOR 3D INFORMATION EXTRACTION

MOŻLIWOŚCI WYDOBYCIA INFORMACJI 3D Z POJEDYNCZYCH WYSOKOROZDZIELCZYCH OBRAZÓW SATELITARNYCH

J. Willneff, J. Poon, C. Fraser

Przygotował:
Adam Bednarczyk
IV rok GiFT
Rok akad. 2009/2010

Elementy prezentacji:

1. Wstęp
2. Modele geometryczne
 - a) Model RPC
 - b) Model afiniczny
3. Monoploting
 - a) Pomiary punktowe
 - b) Pomiary cech liniowych
 - c) Pomiary budynków
4. Eksport i wizualizacja danych
5. Uzyskiwane dokładności monoplotingu
 - a) IKONOS
 - b) QuickBird
6. Podsumowanie

1. Wstęp

Możliwości dzisiejszych wysokorozdzielczych zobrazowań satelitarnych (HRSI - High-Resolution Satellite Imagery) pozwalają na wydobycie dokładnych i użytecznych przestrzennych informacji mających zastosowanie w GIS oraz kartografii.

Aby uzyskać metryczne informacje z obrazów potrzebne jest użycie odpowiednich modeli geometrycznych do opisu zależności pomiędzy współrzędnymi płaskimi a współrzędnymi przestrzennymi.

Sposób, w jaki można wydobyć informacje 3D na podstawie pojedynczego zdjęcia zostanie przedstawiony na przykładzie monoplotingu w oprogramowaniu Barista.

2. Modele geometryczne

- Na dokładność wyników monoplotingu wpływ mają dwa czynniki – jakość NMT oraz dokładność wyznaczenia parametrów modelu geometrycznego.
- Parametry funkcji transformującej współrzędne obrazowe do współrzędnych terenowych muszą być określone z odpowiednią dokładnością.

a) Model RPC

W modelu RPC, dane przestrzenne są transformowane do danych obrazowych.

Wykazano, że pomimo tego, że parametry RPC są określane przez odbiorniki GPS, żyroskopy i czujniki gwiazd znajdujące się na satelicie, to nie są one pozbawione błędów. W celu maksymalnego wykorzystania potencjalnych możliwości zobrazowań HRSI musi być to wzięte pod uwagę. W celu wyeliminowania tych wpływów (czyli usunięcia nachylenia zdjęcia) koniecznym staje się wprowadzenie poprawek do modelu RPC. Do tego potrzebna jest znajomość współrzędnych geograficznych i obrazowych 1 do 4 punktów kontrolnych GCP.

b) Model afiniczny

Model afiniczny nie usuwa wpływu błędów wyznaczenia elementów orientacji zewnętrznej zdjęć.

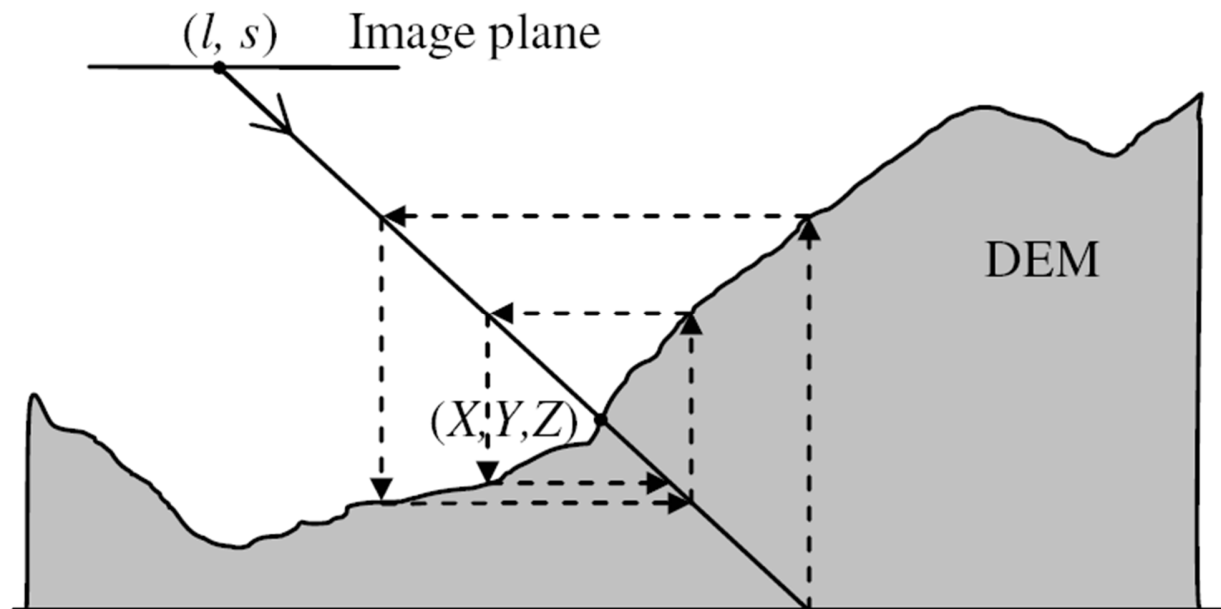
Użycie tego modelu bazującego na odwzorowaniu równoległym jest uzasadnione w przypadku bardzo wąskich pól widzenia, a mianowicie $0,98^\circ$ dla IKONOSa i $2,1^\circ$ dla QuicBirda. Dla tak małych pól, duża korelacja pomiędzy elementami orientacji zewnętrznej zdjęcia a wiązką promieni efektywnie przybliża odwzorowanie równoległe skośne. Zatem optymalnym odwzorowaniem w przypadku użycia modelu afinicznego przy założeniu równoległości płaszczyzny obrazowania jest odwzorowanie UTM. Model ten wymaga znajomości współrzędnych minimum 4 punktów kontrolnych i pomimo tego, że znacznie się różni od modelu RPC bazującego na przybliżeniu, daje zbliżony poziom dokładności geopozycjonowania.

3. Monoploting

- Monoploting jest procedurą fotogrametryczną pozwalającą na wydobycie informacji 3D obiektów z pojedynczych zdjęć jeśli tylko posiadamy numeryczny model terenu. Współrzędne płaskie są wyznaczane z użyciem metody najmniejszych kwadratów, a wysokość jest interpolowana z NMT.
- Monoploting w programie Barista uwzględnia punktowe, liniowe oraz wysokościowe determinowanie budowli.

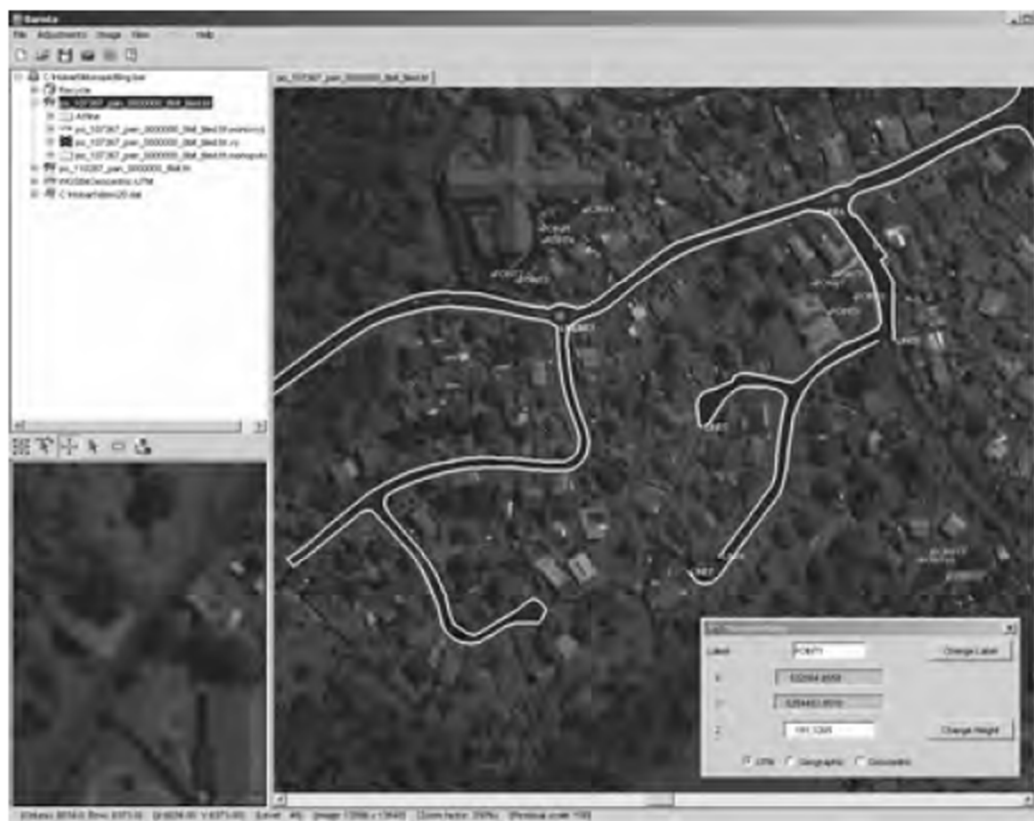
a) Pomiary punktowe

Do obliczenia pozycji 3D punktu potrzebna jest przybliżona wysokość (np. średnia z maksymalnej i minimalnej wysokości na NMT) w celu wyznaczenia przybliżonych współrzędnych płaskich. Z tej pozycji interpolowana jest wartość wysokości z NMT. Operacja ta jest powtarzana aż do momentu, gdy zmiany wyznaczonych współrzędnych w kolejnych iteracjach spadną poniżej określonego progu.



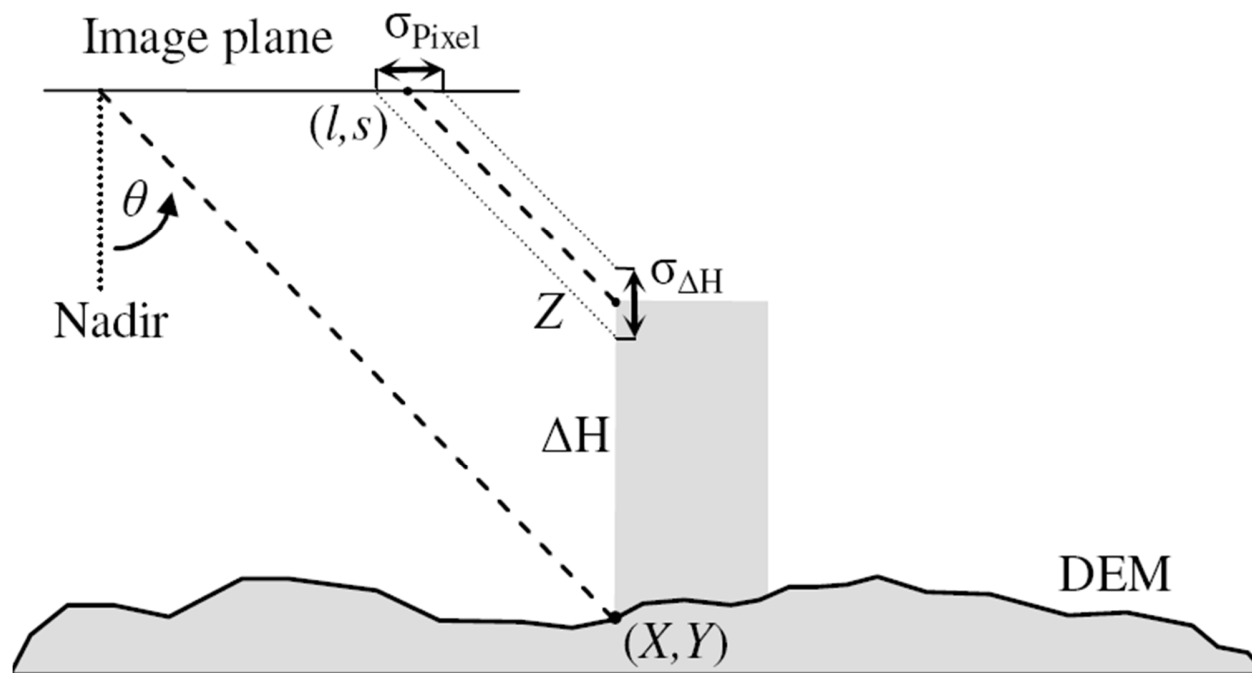
b) Pomiary cech liniowych

Pomiary liniowe są istotne dla kartografii. Dlatego w programie Barista wprowadzono możliwość monoplotowania liniowego, którego wyniki mogą być wykorzystane do tworzenia np. map dróg czy map granic. Linia składa się z szeregu punktów, które tworzą otwarty bądź zamknięty poligon.



c) Pomiary budynków

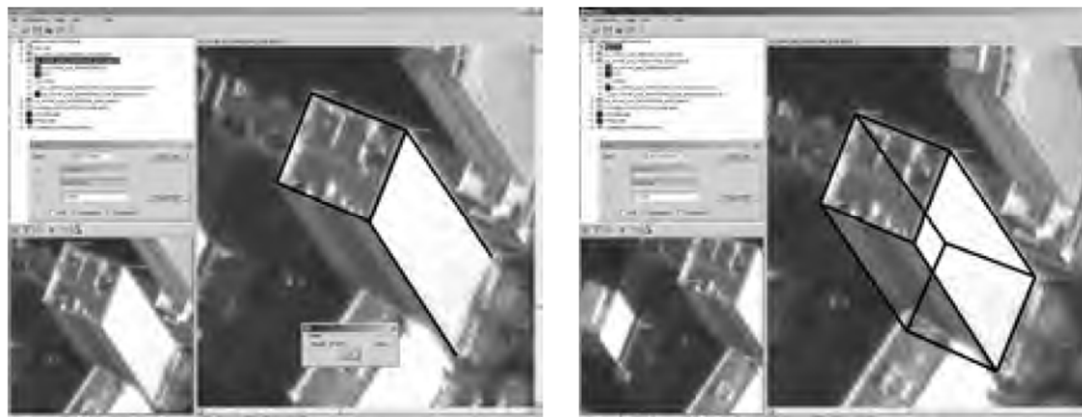
W szczególnych warunkach możliwe jest mierzenie różnic wysokości oraz wysokości budynków stosując monoploting. Funkcja wyznaczania różnic wysokości z wykorzystaniem pojedynczych zdjęć została zaimplementowana do programie Barista. Zakładając równość współrzędnych płaskich, możliwe jest uzyskanie wartości różnicy wysokości poprzez pomiar punktów na terenie (punktów inicjacyjnych) poprzez monoploting a następnie pomiar punktów, które znajdują się dokładnie nad punktami inicjacyjnymi.



Przykładowo, użytkownik może wyznaczyć pozycję bazową narożnika budynku, a następnie mierzy ten sam narożnik, lecz na dachu, wyznaczając w ten sposób współrzędne 3D narożnika dachu oraz co za tym idzie - wysokość budynku.

Pomiar budynków z pojedynczych obrazów HRSI jest możliwe pod warunkiem, że:

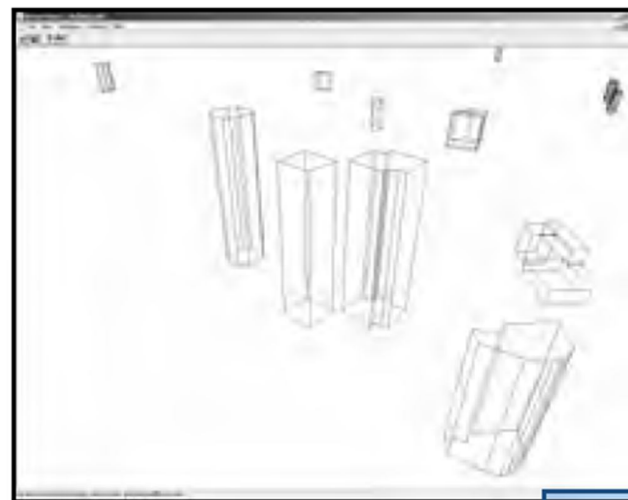
- jest widoczny co najmniej jeden punkt podstawy budynku i może być pomierzony poprzez monoploting,
- mogą być pomierzone współrzędne obrazowe odpowiadającego punktu na dachu budynku,
- założą się, że narożniki dachu znajdują się na tej samej wysokości, chociaż bardziej złożone budynki mogą być dostosowane,
- każdy punkt na dachu ma odpowiadający punkt u podstawy budynku automatycznie zdeterminowany przez przecięcie wiązki z NMT.



Program Barista umożliwia tworzenie siatek budynków.

4. Eksport i wizualizacja danych

Ważnym jest, aby informacje 3D mogły być łatwo transformowalne i były możliwe do dalszego przetwarzania z użyciem innego oprogramowania. W celu umożliwienia używania zgromadzonych danych 3D w dalszej obróbce i integracji z GISem, umożliwiono w programie Barista eksport danych do odpowiedniego formatu. Eksport danych używa formatu VRML. Zgromadzone dane mogą być odczytane przy pomocy dowolnej przeglądarki VRML.



5. Uzyskiwane dokładności monoplotingu

a) IKONOS

Sensor orientation model	No. of images	No. of CKPs	RMS discrepancy at CKPs (m)		
			Easting	Northing	Height
<i>RPCs</i>	<i>2, Stereo</i>	<i>80</i>	<i>0.15</i>	<i>0.34</i>	<i>0.46</i>
RPCs	1, backward	32	0.54	1.53	0.71
RPCs	1, foreward	33	0.46	2.33	0.73
<i>Affine</i>	<i>2, Stereo</i>	<i>80</i>	<i>6.22</i>	<i>2.24</i>	<i>5.65</i>
Affine	1, backward	32	11.60	2.87	0.83
Affine	1, foreward	33	3.81	3.11	0.79

b) QuickBird

Sensor orientation model	No. of images	No. of CKPs	RMS discrepancy at CKPs (m)		
			Easting	Northing	Height
<i>RPCs</i>	<i>3, Triplet</i>	<i>44</i>	<i>0.32</i>	<i>0.53</i>	<i>0.87</i>
RPCs	1, nadir	46	0.60	0.70	0.70
RPCs	1, backward	41	0.98	0.59	0.70
RPCs	1, foreward	40	0.79	0.85	0.59
<i>Affine</i>	<i>3, Triplet</i>	<i>44</i>	<i>0.38</i>	<i>0.36</i>	<i>0.92</i>
Affine	1, nadir	47	0.36	0.46	0.77
Affine	1, backward	41	0.79	0.52	0.65
Affine	1, foreward	41	0.49	0.59	0.63

6. Podsumowanie

- Pozyskanie informacji przestrzennej z HRSI poprzez monoploting potencjalnie może zostać wykorzystane w bardzo szerokim zakresie, np. przy planowaniu przestrzennym, telekomunikacji, sprawdzaniu aktualności i aktualizacji danych GIS, zarządzaniu środowiskiem, leśnictwie, obronie.
- W idealnych warunkach rejestrowania obrazów, możliwa do osiągnięcia precyzja pomiarów jest ograniczona jedynie przez rozmiar piksela. Uzyskiwane w ten sposób dokładności pomiarów są rzędu 1 metra, a nawet poniżej metra.
- Niedokładność w wyznaczeniu parametrów modelu może prowadzić jednak do rozbieżności pomiędzy śladem uzyskanym poprzez monoploting a faktycznym stanem.