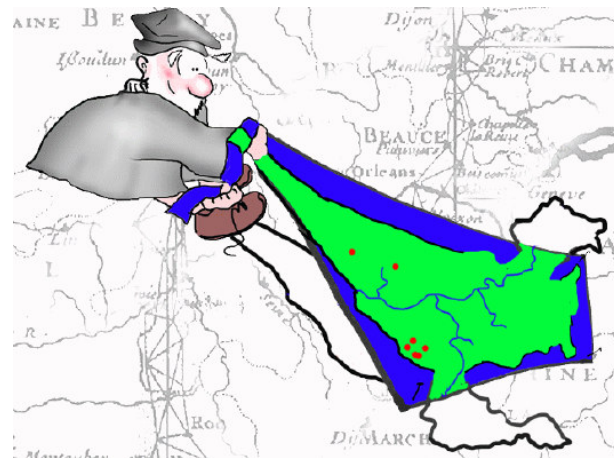


Przetwarzanie obrazów

Zajęcia 4

Przekształcenia geometryczne.

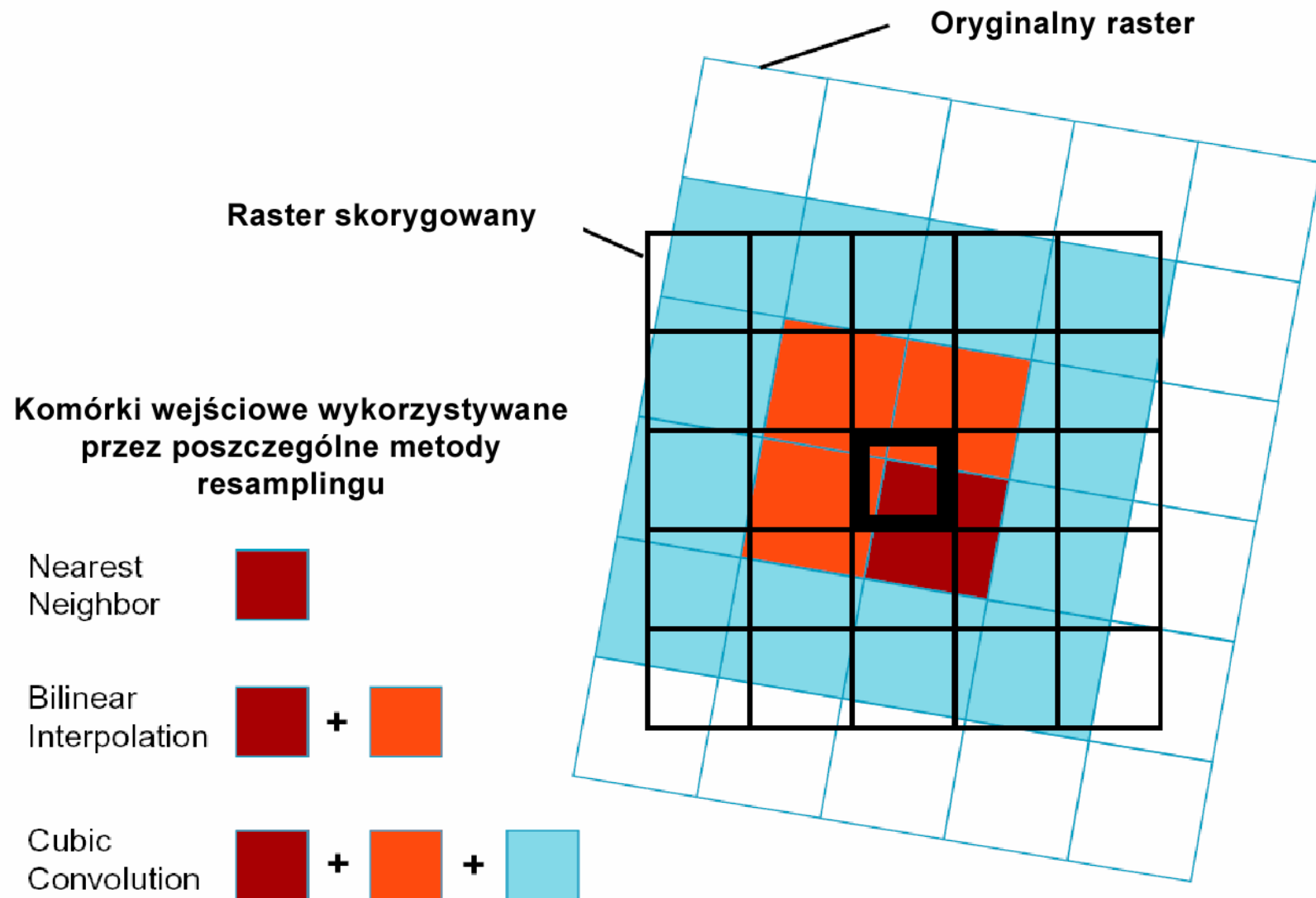
Relacja pomiędzy wewnętrznym a zewnętrznym układem współrzędnych. Resampling.



Uwagi o układach współrzędnych stosowanych do przekształceń geometrycznych rastrów

- Każda zmiana geometrii wewnętrznej, np. prosty obrót rastra o określony kąt, wymusza ponowne próbkowanie w celu obliczenia nowych jasności/barw pikseli w nowej geometrii (resampling)...
- Każda zmiana geometrii opartej o zewnętrzny układ współrzędnych wymusza zmianę układu wewnętrznego wierszy i kolumn, w konsekwencji ponowne próbkowanie.
- Istnieją tylko trzy przypadki, kiedy ponowne próbkowanie jest prostym przeadresowaniem pozycji pikseli: w przypadku obrotu o $\pm 90^\circ$ i 180° .
- Zadanie 1 poświęcone jest przeanalizowaniu zastosowań metod próbkowania w zależności od typu rastra (dziedzina wartości - jasności/barwy) oraz stosunku rozdzielczości do rozmiarów obiektów oraz skutki zastosowania niewłaściwej metody próbkowania.
- W zadaniu 1 zostaną wykorzystane dla czterech typów wartości komórek rastrowych: binarnych (obraz czarno-biały), indeksowanych oraz barw rzeczywistych, rastra z danymi teledetekcyjnymi (dane ciągłe) oraz dwóch rozdzielczości 125 x 125 pikseli oraz 2 razy większej - 250 x 250 pikseli.

Metody próbkowania (resamplingu) obrazu po zmianie geometrii



Praktyczna przydatność wybranych metod próbkowania (resamplingu)

Metoda	Najbliższego sąsiada	Dwuliniowa interpolacja	Splot Sześcienny
Wyświetlanie	Słaba	Dobra	Bardzo dobra
Analizy ilościowe	Słaba	Dobra	Dobra
Statystyczna klasyfikacja spektralna	Bardzo dobra	Bardzo dobra	Dobra
Radiometryczna klasyfikacja	Bardzo dobra	Dobra	Słaba
Wydajność obliczeniowa*	Bardzo dobra	Dobra	Słaba

* Obecnie, przy mocy obliczeniowej współczesnych komputerów klasy PC, nie ma to żadnego praktycznego znaczenia.

Modele przekształceń geometrycznych stosowane przy rektyfikacji obrazów teledetekcyjnych

W przypadku posługiwania się zewnętrznymi układami współrzędnych niezbędne jest zdefiniowanie powiązania pomiędzy układem wierszy i kolumn a współrzędnymi zewnętrznymi (kartograficznymi, geograficznymi, topograficznymi) na podstawie zbioru punktów dostosowania. Gdy taki zbiór istnieje, wówczas wartości współrzędnych zewnętrznych w dowolnym punkcie obrazu rastrowego są odtwarzane dzięki modelowi przekształcenia geometrycznego. Model taki tworzą odpowiednie równania, które przeliczają wartości wierszy na wartości współrzędnych geodezyjnych X , a kolumn na geodezyjne Y . Istnieje wiele modeli przekształceń geometrycznych, różniących się przeznaczeniem (modele wielomianowe, modele perspektywiczne, afiniczne, stożkowe itd.).

Najprostszym modelem jest transformacja afiniczna, pozwalająca na obrót i przeskalowanie na dwóch kierunkach (jednakowy współczynnik skali dla X i Y). Podobna do niej jest transformacja dwuliniowa – pozwalająca na różną zastosowanie różnych współczynników skalowania dla X i Y .

W fotogrametrii zastosowanie znalazły modele wielomianowe 2 i 3 rzędu, dobrze opisujące zniekształcenia powstałe na zdjęciach lotniczych i satelitarnych.

Transformacja afiniczna polega na przeliczeniu współrzędnych określonego zbioru danych na współrzędne innego systemu (Kraak i Ormeling, 1998) i oparta jest na wzorach ogólnych:

$$x' = Ax + By + C$$

$$y' = Dx + Ey + F$$

gdzie:

x i y – współrzędne w starym systemie,

x' i y' – współrzędne w nowym systemie,

A, B, C, D, E, F – współczynniki wyznaczone empirycznie

```

}
#print("koniec petli i");
# sprawdzenie współliniowości
array numeric prostD[m], prost[m];
array numeric a[m], w1[m], w2[m], w3[m], w4[m], w5[m], w6[m];
numeric s, prost0;
prost0=0;

for s=1 to m
{#petla s
#print(ap1[i],ap2[i],ap3[i]);
numeric n1, n2, n3;
n1=ap1[s]; n2=ap2[s]; n3=ap3[s];

#przypisanie współrzędnych topograficznych do zmiennych
numeric x1, x2, x3, y1, y2, y3;
numeric c1, c2, c3, l1, l2, l3;

x1=xD[n1]+0.001; x2=xD[n2]+0.002; x3=xD[n3]+0.003;#dodane stałe wartości po to
by
#uniknac wartosc nieokreslonej NULL
#print(x1," ",x2," ",x3)
y1=yD[n1]; y2=yD[n2]+0.002; y3=yD[n3]+0.003;
#print(y1," ",y2," ",y3);

c1=xS[n1]+0.002; c2=xS[n2]+0.001; c3=xS[n3]+0.003;
l1=yS[n1]+0.002; l2=yS[n2]+0.001; l3=yS[n3]+0.003;
#obliczenie warunku współliniowości, arc cos kąta między wektorami

#współrzędne wektora x2x1
numeric wx1, wy1, wd1;
wx1=(x2-x1)+1; wy1=(y2-y1)+1;wd1=sqrt(pow(wx1,2)+pow(wy1,2));
# współrzędne wektora x2x3
numeric wx2, wy2,wd2;
wx2=x2-x3; wy2=y2-y3;wd2=sqrt(pow(wx2,2)+pow(wy2,2));
# kąt między dwoma wektorami
prostD[s]=acosd((wx1*wx2+wy1*wy2)/(wd1*wd2));
#print("prostD",s," = ",prostD[s]);

# współczynniki transformacji afinicznej
if ((2<prostD[s]) and (prostD[s]<179)) then
{
a[s] = (x3-x1)/(x2-x1);
w2[s] = ((l3-l1)-a[s]*(l2-l1))/((y3-y1)-a[s]*(y2-y1));
w1[s] = ((l2-l1)-w2[s]*(y2-y1))/(x2-x1);
w3[s] = l1-w1[s]*x1-w2[s]*y1;
w5[s] = ((c3-c1)-a[s]*(c2-c1))/((y3-y1)-a[s]*(y2-y1));
w4[s] = ((c2-c1)- w5[s]*(y2-y1))/(x2-x1);
w6[s] = c1-w4[s]*x1-w5[s]*y1;

#print("a-",s," = ",a[s]);
#print("w1-",s," = ",w1[s]);
#print("w2-",s," = ",w2[s]);
#print("w3-",s," = ",w3[s]);
#print("w4-",s," = ",w4[s]);
#print("w5-",s," = ",w5[s]);
#print("w6-",s," = ",w6[s]);
}
}

```

Fragment kodu SML pokazujący implementację równań ogólnych transformacji afinicznej (Spatial Manipulation Language – skryptowy język programowania stanowiący integralną część TNTmips).

Współczynniki w1 do w6 odpowiadają A,B,...F w równaniach ogólnych.

Do współrzędnych rastrowych dodane są małe wartości (0,001) aby w przypadku zerowych współrzędnych uniknąć dzielenia przez zero.

Do obliczeń współczynników wykorzystywane są tylko punkty nie współliniowe.

Rozwiązanie równań ogólnych to wyrażenia pozwalające obliczyć współczynniki.

Transformacja dwuliniowa podobna jest do transformacji afinicznej; dodatkowo w równaniach wprowadzony jest jeden współczynnik; pozwala to usuwać zniekształcenia w kształcie trapezu.

$$x' = Ax + By + C + Dxy$$

$$y' = Ex + Fy + G + Hxy$$

gdzie:

x i y – współrzędne w starym systemie,

x' i y' – współrzędne w nowym systemie,

A, B, C, D, E, F, G, H – współczynniki wyznaczone

empirycznie na podstawie danych z punktów kontrolnych;

Modele przekształceń geometrycznych stosowane przy rektyfikacji obrazów teledetekcyjnych

Transformacja Plane Projective pozwala doprowadzić do pionu zdjęcia wykonane ukośnie.

Modele transformacji pozwalają szacować współrzędne punktów (przy znanych współrzędnych geodezyjnych można określić numer wiersza i kolumny na obrazie i odwrotnie, znając numer wiersza i kolumny można wyliczyć współrzędne zewnętrzne).

Dość ciekawym modelem transformacji geometrycznej jest model cząstkowo afiniczny. Jest to model złożony i polega on na podziale obrazu na trójkąty; w obrębie jednego trójkąta ma zastosowanie pojedynczy model afiniczny (ilustracja na następnym slajdzie) – cały zatem obraz jest przekształcany w oparciu o zestaw układów równań liniowych. W punktach dostosowania (wiążących współrzędne wewnętrzne i zewnętrzne) zniekształcenia równe są zero.

Model transformacji wielomianowej 2-go rzędu

Równania w ogólnej postaci:

$$x' = a_{00} + a_{01}y + a_{10}x + a_{11}xy + a_{02}y^2 + a_{20}x^2 + a_{12}xy^2 + a_{21}x^2y \cdot$$

$$y' = b_{00} + b_{01}y + b_{10}x + b_{11}xy + b_{02}y^2 + b_{20}x^2 + b_{12}xy^2 + b_{21}x^2y \cdot$$

- gdzie:
- x i y – współrzędne w „starym” systemie (np. geodezyjnym),
- x' i y' – współrzędne w „nowym” systemie (układ kolumn i wierszy),
- $a_0, \dots$ i $b_0, \dots$ – współczynniki wyznaczone empirycznie

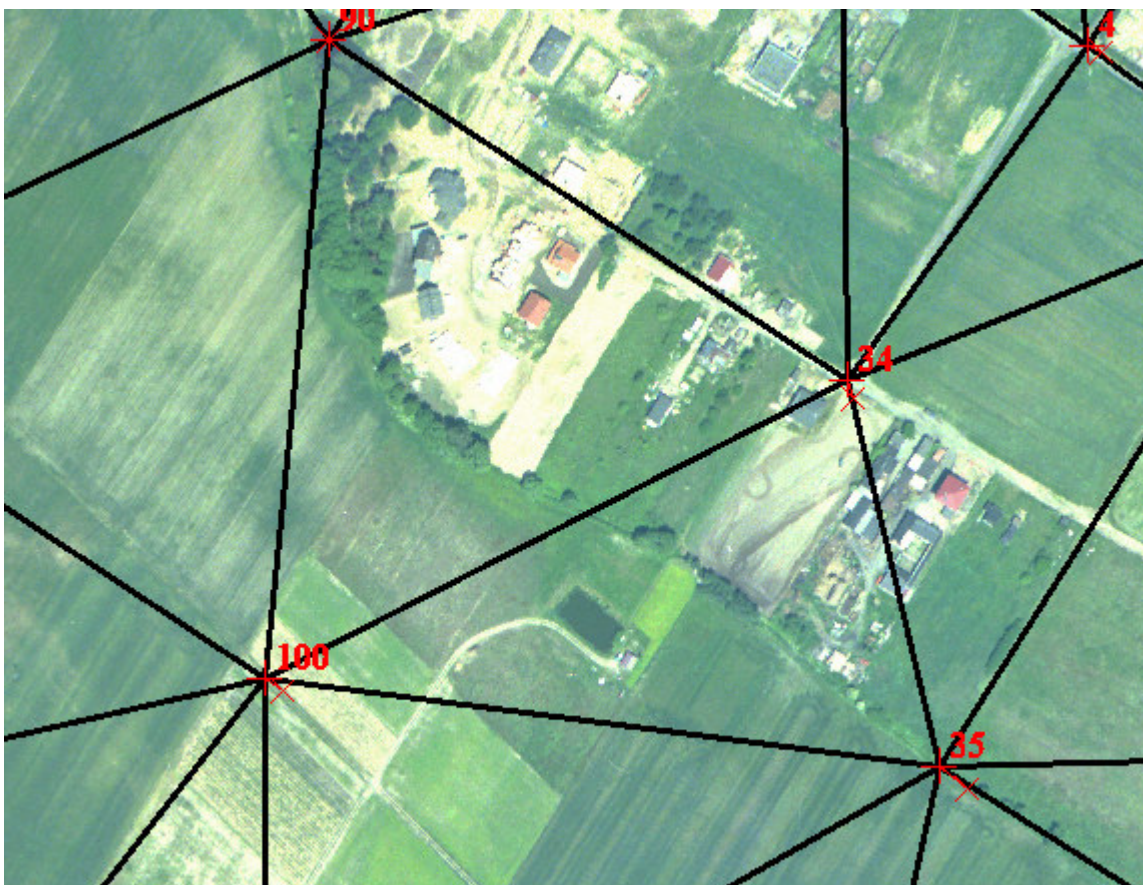
Model transformacji typu plane projective

Równania w ogólnej postaci:

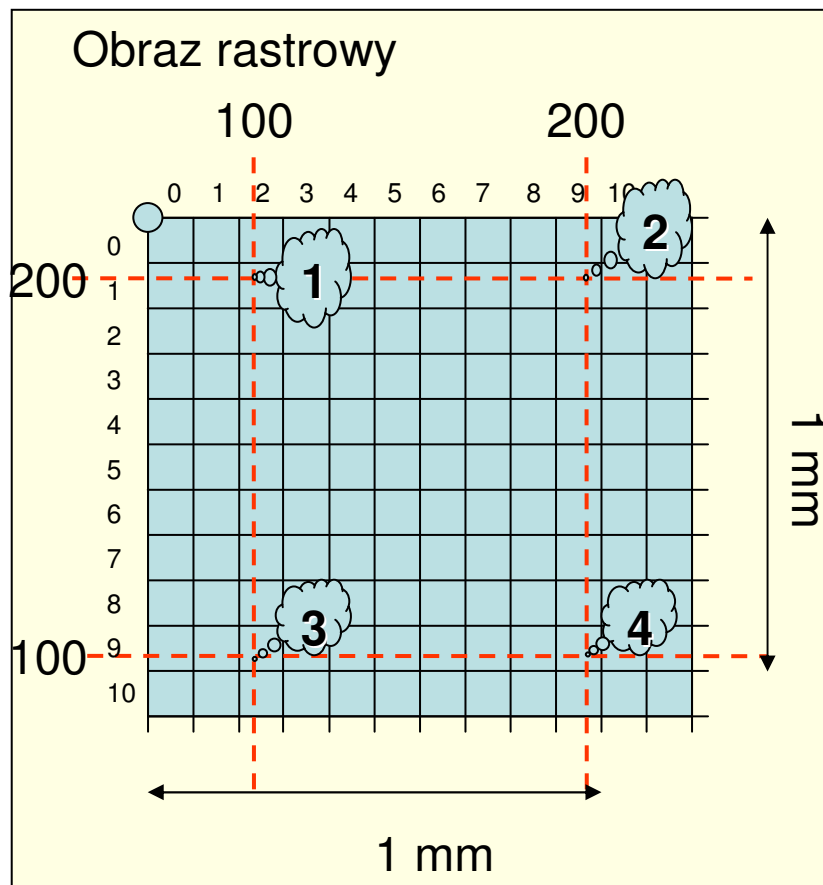
$$x = \frac{a_1 x' + a_2 y' + a_3}{c_1 x' + c_2 y' + 1} = f_x(x', y')$$

$$y = \frac{b_1 x' + b_2 y' + b_3}{c_1 x' + c_2 y' + 1} = f_y(x', y')$$

- gdzie:
- x i y – współrzędne w „starym” systemie (np. geodezyjnym),
- x' i y' – współrzędne w „nowym” systemie (układ kolumn i wierszy),
- $a_0, \dots, b_0, \dots, c_0$ – współczynniki wyznaczone empirycznie



Układ trójkątów (cząstek) w transformacji cząstkowo-afinicznej.



Nr Punktu	Nr linii	Nr kolumny	Współrzędna X [m]	Współrzędna Y [m]
1	1,33	2,33	200	100
2	1,33	9,67	200	200
3	9,67	2,33	100	100
4	9,67	9,67	100	200

kolumny: $7,33 \text{ p} = 100 \text{ m}$

wiersze: $8,33 \text{ p} = 100 \text{ m}$

Rozdzielczość rzeczywista/naziemna

Kolumna: $100/7,33 = 13,64 \text{ m/p}$

Wiersz: $100/8,33 = 12,00 \text{ m/p}$

Dokładność danych rastrowych/ skala

Kolumny: $1 \text{ mm} = 10 \text{ p}$, $1 \text{ p} = 13,64 \text{ m} \Rightarrow$ skala: $10 \text{ p} * 13,64 \text{ m} = 136,3 \text{ m}$, $1 : 1363$

Wiersze: $1 \text{ mm} = 10 \text{ p}$, $1 \text{ p} = 12,00 \text{ m} \Rightarrow$ skala: $10 \text{ p} * 12,00 \text{ m} = 120 \text{ m}$, $1 : 1200$

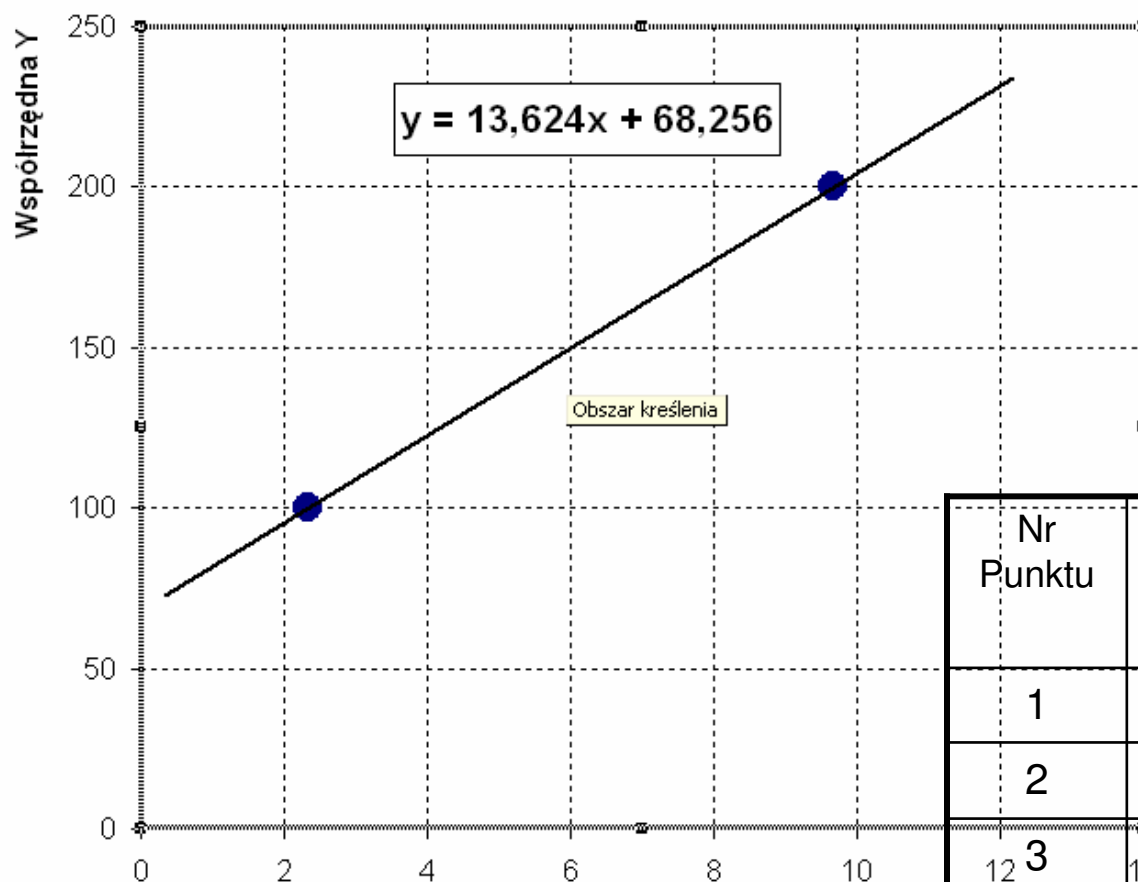
Jakość skanowania (ilość pikseli w jednym calu = dpi, *dot per inch*; $1 \text{ cal.} = 2.54 \text{ cm}$)

Kolumny: $1 \text{ mm} = 10 \text{ p}$; $25,4 \text{ mm} * 10 = 254 \text{ dpi}$

Wiersze: $1 \text{ mm} = 10 \text{ p}$; $25,4 \text{ mm} * 10 = 254 \text{ dpi}$

Jak obliczyć współrzędne dowolnego piksela?

Zależność liniowa pomiędzy kolumną i współrzędną Y



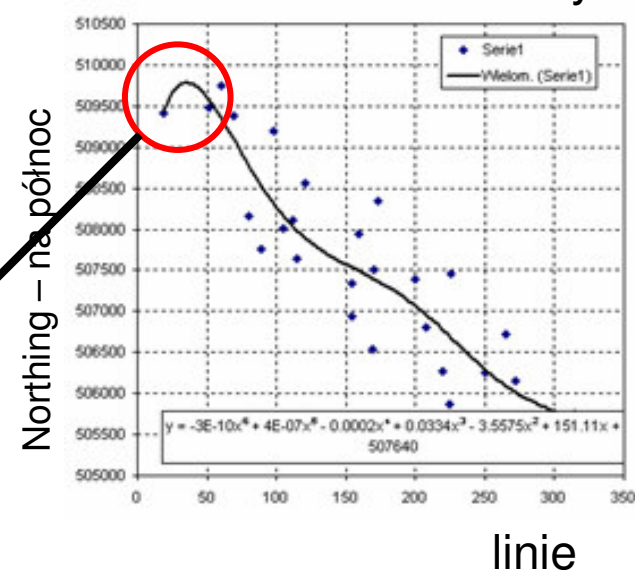
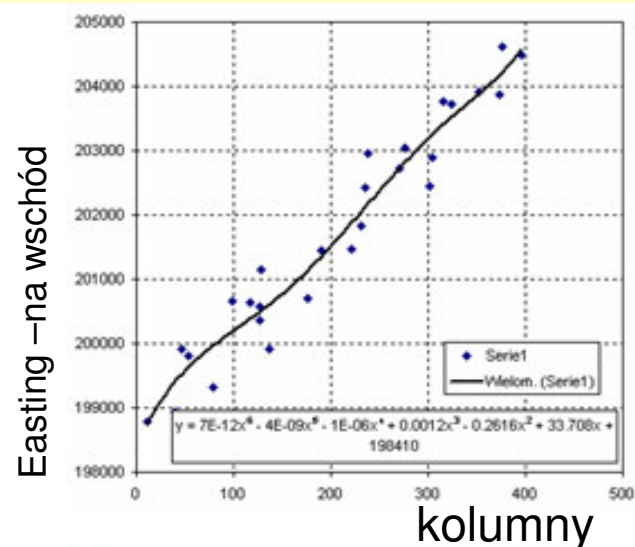
Zestaw dwóch równań dla kolumn i wierszy nosi nazwę modelu transformacji. Dla równań liniowych jest to transformacja afiniczna.

Nr Punktu	Nr linii	Nr kolumny	Współrzędna X [m]	Współrzędna Y [m]
1	1,33	2,33	200	100
2	1,33	9,67	200	200
3	9,67	2,33	100	100
4	9,67	9,67	100	200

Modele wielomianowe - przykłady

Na wykresach pokazano zastosowanie modeli wielomianowych 6-rzędu do określania współrzędnych topograficznych w każdym punkcie obrazu rastrowego na podstawie zbioru punktów (GCP).

##	Column	Line	Northing (m)	Easting (m)	X resid	Y resid	r
1	99.28	68.74	509377.462	200655.4615	-6.938	-7.111	
2	238.04	18.96	509410.8222	202947.5796	6.534	-11.547	
3	176.43	271.73	506147.634	200707.9394	5.707	4.777	
4	234.95	111.28	508109.4873	202430.2457	-8.626	10.23	
5	126.16	159.13	507948.3284	200564.6822	2.79	25.102	
6	126.31	199.84	507393.5592	200351.9607	3.082	8.424	
7	230.66	207.44	506812.6183	201826.7161	24.581	-20.432	
8	315.64	80.55	508162.1494	203774.2097	-2.38	-0.706	
9	275.75	104.66	508010.6513	203040.0056	17.248	5.247	
10	270.09	154.1	507336.1925	202722.9433	-9.739	13.697	
11	352.5	153.83	506946.2359	203924.1717	3.775	10.111	
12	304.84	219.83	506275.6535	202895.153	-17.072	-14.835	
13	395.83	169.02	506531.5463	204494.0111	-8.253	2.96	
14	375.88	88.72	507760.6503	204618.5989	-2.944	-4.22	
15	323.87	115.18	507633.2144	203721.19	-10.94	3.122	
16	190.38	170.32	507508.6071	201456.5979	-2.654	-1.685	
17	53.37	97.59	509189.1831	199815.7664	4.699	-1.901	
18	39.62	225.47	507452.3808	198941.7458	1.617	8.263	
19	127.8	51.23	509475.3613	201153.8212	7.015	3.061	
20	117.57	120.5	508562.0694	200644.9827	-0.121	-5.646	
21	10.68	172.84	508340.6997	198797.1101	-2.196	-2.639	
22	78.29	264.86	506721.4804	199316.865	-11.987	0.388	
23	137.21	314.66	505746.9005	199923.9151	-14.272	-7.366	
24	45.99	60.41	509750.2228	199912.017	-4.167	-6.059	
25	300.85	285.43	505350.3886	202452.4582	20.767	9.874	
26	221.16	250.49	506252.1773	201475.5053	8.815	-17.692	
27	373.17	224.69	505866.639	203862.8532	-4.34	-3.415	



Modele wielomianowe wyższych rzędów, przy braku punktów GCP na krawędziach zdjęć mogą powodować duże zakrzywienia obrazów (zniekształcenia).

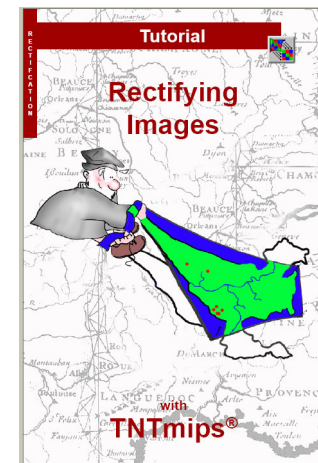
Literatura obowiązkowa – seria Getting Started

- <http://www.microimages.com/getstart/pdf/rectify.pdf>
- Rectifying images, strony 10-17.
- <http://www.microimages.com/getstart/pdf/georef.pdf>
- Georeferencing, strony 3-4, 7-8, 10, 13
- <http://www.microimages.com/getstart/pdf/editvect.pdf>
- Editing Vector Geodata, strony 3-5, 15
- <http://www.microimages.com/getstart/pdf/attmgt.pdf>
- Managing Geoattributes, strony 4-5, 34

Literatura dla zainteresowanych

http://www.cs.sunysb.edu/~mueller/papers/vis04_391.pdf

<http://www.acsm.net/NewMethodologies41.pdf>



Zasady wykonania ćwiczenia

- Obrazy wynikowe do zadań zapisujemy w pliku nazwiskonr.rvc (bieżące nr 2) a komentarze do wyników zapisujemy w pliku nazwiskonr.doc, według wskazówek schematów zawartych w opisie ćwiczenia
- **NIE UMIESZCZAĆ SPACJI I POLSKICH ZNAKÓW W NAZWACH PLIKÓW**
- Jeżeli ktoś jest nieobecny na ćwiczeniach to wykonuje ćwiczenie samodzielnie w domu. Opisy do ćwiczeń dostępne są w Internecie pod adresem <http://ztg.amu.edu.pl/cyfr.htm>
- Wykonane zadania proszę wysyłać pocztą (lotniczą ☺) slawomirkrolewicz@gmail.com
- **W temacie wiadomości podać przedmiot, rok, dzień tygodnia w którym odbywają się zajęcia i godzinę rozpoczęcia zajęć; np.: cpo-GI-III-sr-1300**

Zadanie 1

Ze strony: <http://ztg.amu.edu.pl/cyfr.htm> ściągamy plik resampling.rvc – dane do ćwiczenia 4. Plik zawiera 7 obiektów rastrowych:

Dat_04 – fragment czwartego kanału Landsata 5 TM, zapisany jako typ 8-bitowy bez znaku;

mkreska i **mkreska1** – w dwóch wersjach różniących się rozmiarem (125x125 250x250 pikseli), przedstawiające czarno-biały rysunek figur geometrycznych, zapisane jako obraz 1-bitowy;

mindexkolor i **mindexkolor1** – w dwóch wersjach różniących się rozmiarem (125x125 250x250 pikseli), przedstawiające kolorowy rysunek figur geometrycznych, zapisane jako obraz 4-bitowy, z przypisaną tabelą kolorów;

mpelenkolor i **mpelenkolor1** – w dwóch wersjach różniących się rozmiarem (125x125 250x250 pikseli), przedstawiające kolorowy rysunek figur geometrycznych, zapisane jako obraz 24-bitowy złożony;

Wykonać obrót wszystkich obiektów zawartych w projekcie resampling.rvc o 45°, stosując kolejno trzy metody resamplingu – nearest neighbour, bilinear interpolation, cubic convolution (łącznie powinno powstać 21 nowych obiektów rastrowych). Wykorzystać proces **Raster/Extract...**. Obiekt **Dat_04** obrócić w oddzielnej sesji (załadowany pojedynczy obiekt **Dat_04**). Wyniki zapisać w pliku **nazwisko4A.rvc**. W nazwach obiektów, przypisać literki n – dla metody najbliższego sąsiada, b – dla wyniku interpolacji dwuliniowej oraz c – dla wyniku splotu sześciennego.

Wybór obrazów rastrowych w procesie Raster/Extract ilustruje film cpo5A.

Zadanie 1- cd.

Powyższe czynności ilustruje film cpo16.avi (Dat_04n, Dat_04b i Dat_04c)

Przeanalizować dokładnie zmiany jakie zaszły po wykonaniu operacji obrotu i zastosowaniu omawianych trzech metod próbkowania w stosunku do rastrów źródłowych dla każdego z 21 rastrów, a w szczególności:

- - dokładność zachowania kształtów, w tym grubość krawędzi,
- - wierność kolorów krawędzi,
- - liczbę kolorów w obrazie w stosunku do obiektu wejściowego
- - odpowiedzieć czy stosowanie konkretnej próbkowania metody jest poprawne czy nie (obarczone błędami), wszelkie uwagi zapisać w pliku nazwisko4A.doc;

Dodatkowo w celu zinterpretowania wyników dla przekształceń danych teledetekcyjnych (Dat_04) wykonać następujące operacje algebraiczne:

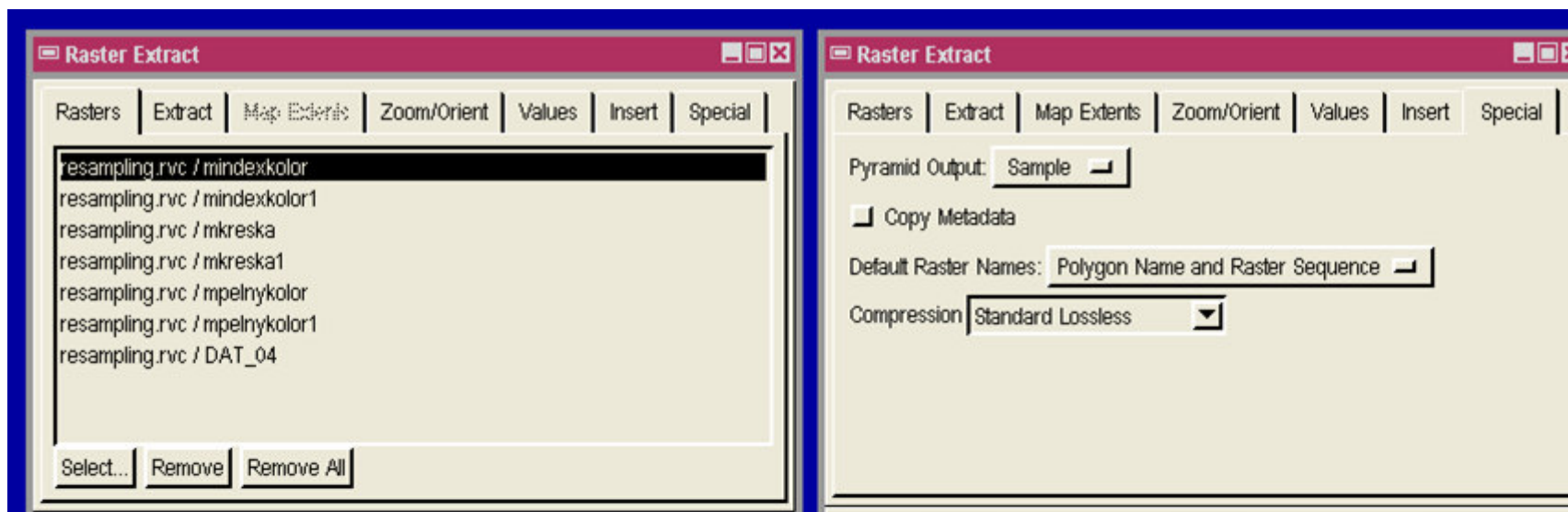
$$Da = Dat_04n - Dat_04b$$

$$Db = Dat_04n - Dat_04c$$

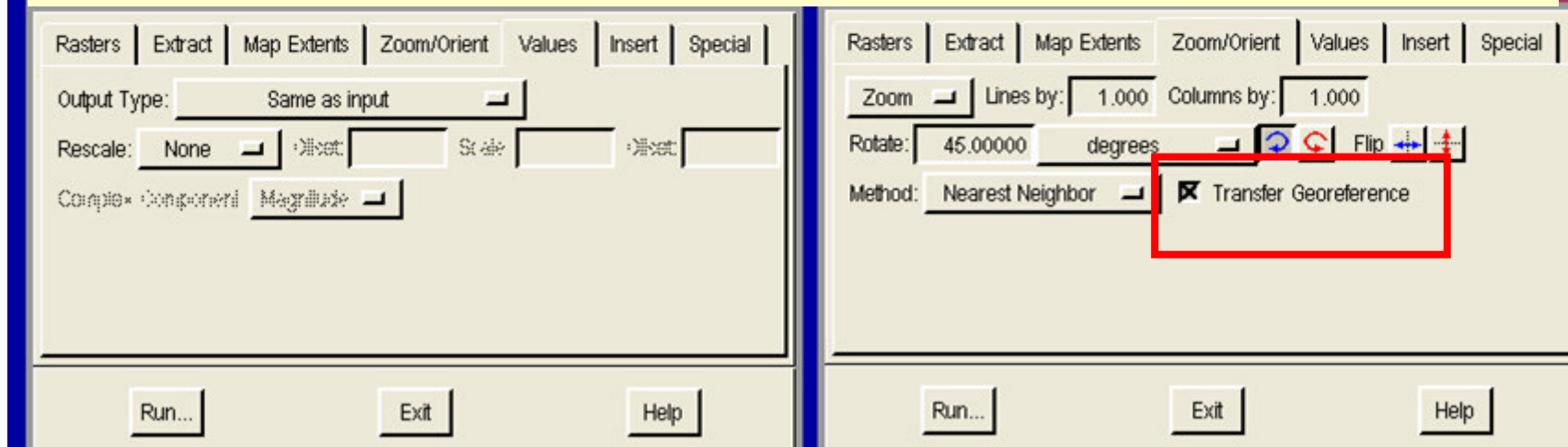
Raster/Combine/Predefined...

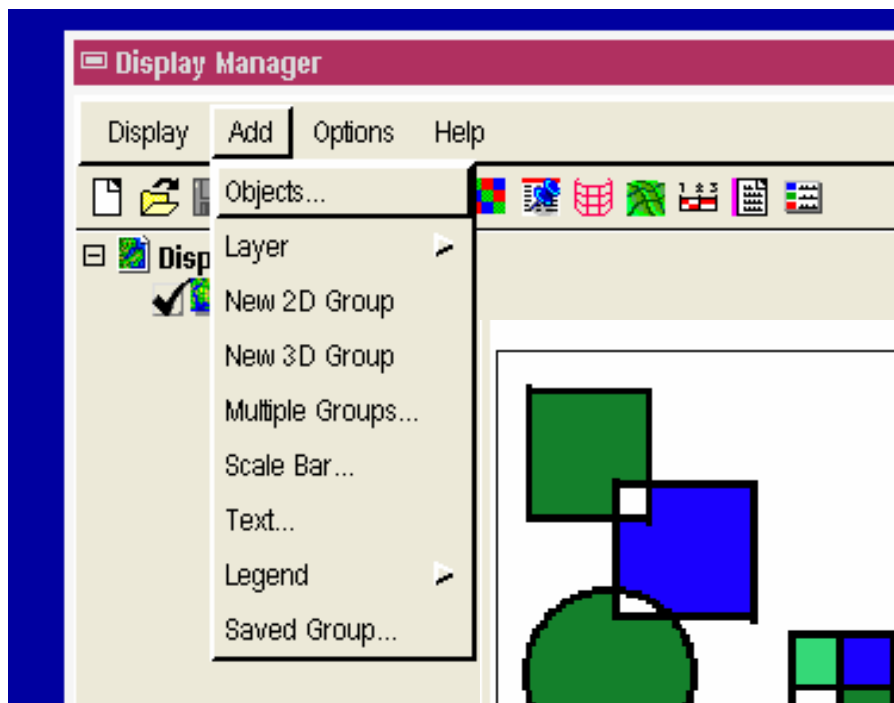
Obiekty Da i Db zapisać w pliku z wynikami – nazwisko4A.rvc. Wyniki zachować jako 8-bitowe ze znakiem. Obejrzeć histogramy tych rastrów. Odpowiedzieć na pytanie, jakie skutki ma zastosowanie każdej z metod próbkowania na obrazie teledetekcyjnym z punktu widzenia interpretacji jego treści. Wszystkie wnioski zapisać w pliku nazwisko4A.doc.

Szablon pliku nazwisko4A.doc dostępny jest na stronie internetowej.

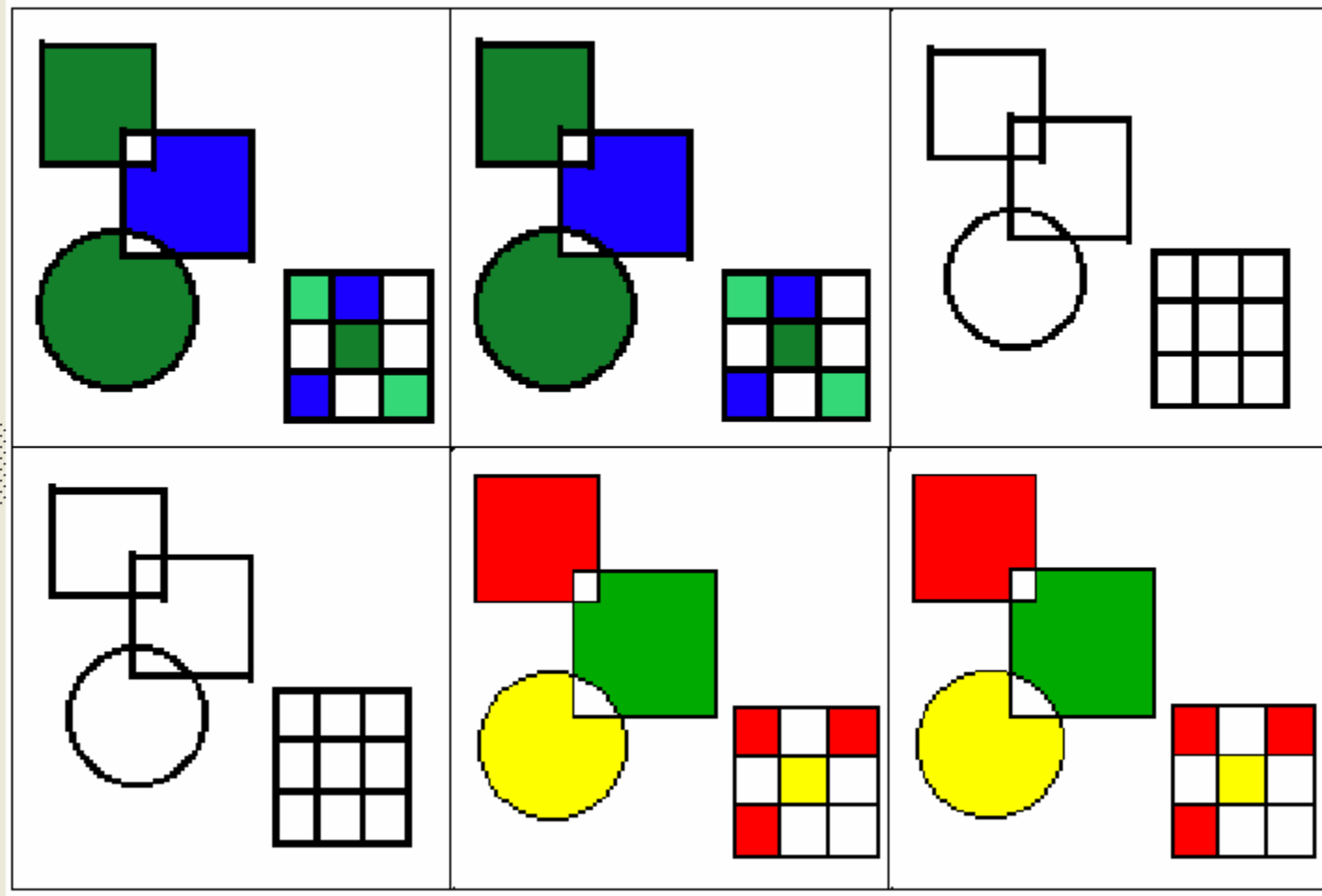


Dane zachowywać w takim samym typie jak na wejściu, dopuszczalna jest kompresja bezstratna; obrót o 45° i zmiana typu próbkowania na tej samej zakładce. Wyłączyć opcję kopiowania współrzędnych!!!





Wyświetlać rastry wynikowe można bardziej w sposób bardziej kompleksowy, tzn. wprowadzać w oddzielnych grupach, uzyskując na ekranie 4 lub 6 rastrow obok siebie. Wcześniej sugeruje zmienić wyświetlanie opisu warstwy na pełną nazwę i opis. Ilustruje to film cpo17.avi.



Zadanie 2

- Zadanie polega na przekształceniu zdjęcia w rzucie perspektywicznym do rzutu pionowego, z wykorzystaniem modelu transformacji geometrycznej - plane projective. Dane do tego zadania dostępne są w pliku jurkowo.rvc. Znajdują się w nim następujące obiekty:
- **Jurkowo_zdj** – obraz ukośny lotniczy, 24-bitowy,
- 9 kawałków mapy topograficznej układzie lokalnym, oznaczone od A do I;
jednorazowo TNTlite pozwala na wyświetleni 8 obrazów rastrowych

Postępowanie przy wykonaniu tego zadania jest następujące:

1) Nadać zdjęciu lotniczemu ukośnemu 4 punkty kontrolne wykorzystując do tego celu mapę topograficzną i zachowując współrzędne w modelu plane projective;

Proces **Main/Georeference...**

2) Wykonać resampling automatyczny (zdjęcia wykorzystując model transformacji plane projective);

Process **Raster/Resample and Reproject/Automatic...**, wynikowy obiekt jurkowo_res zapisać pliku nazwisko4B.rvc

3) Wykonać wizualizację nałożenia zdjęcia na mapę topograficzną i wykonać zrzut okna, który należy zapisać do pliku nazwisko4B.rvc

Proces **Main/Display...** single Group or Layout;

Zadanie 2 – cd.

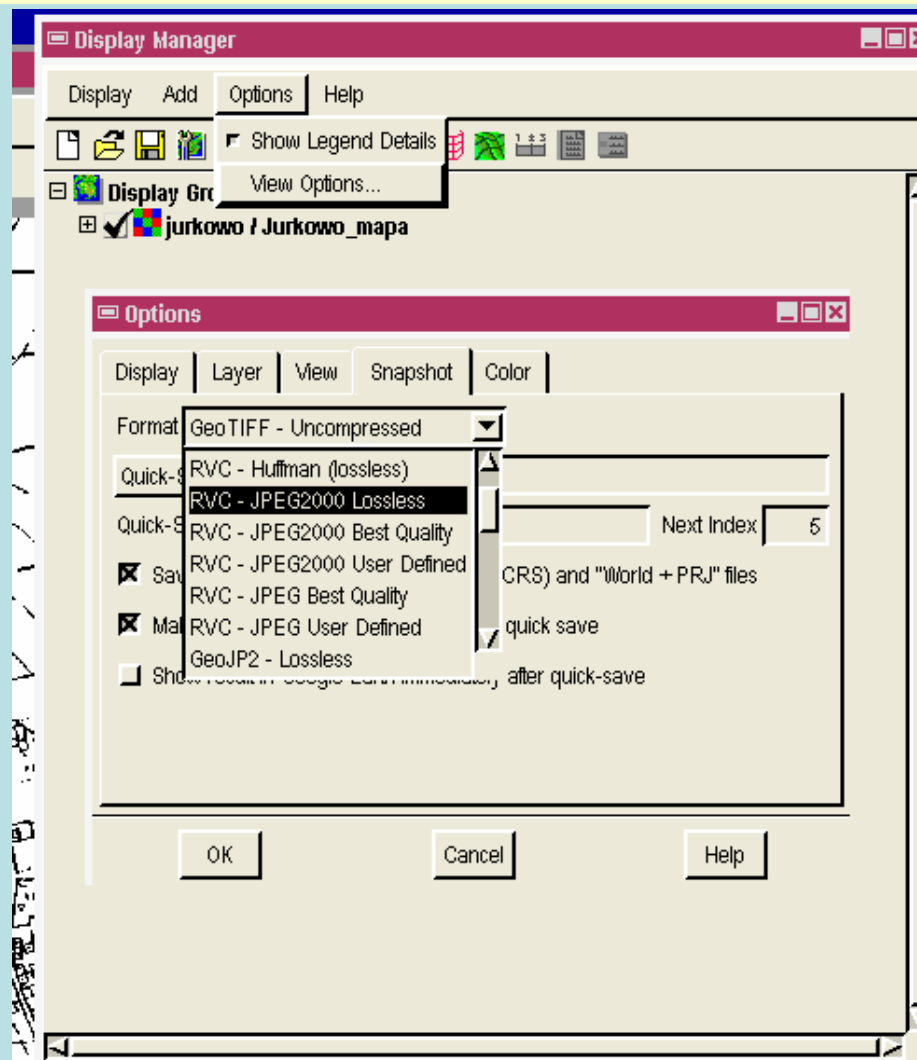
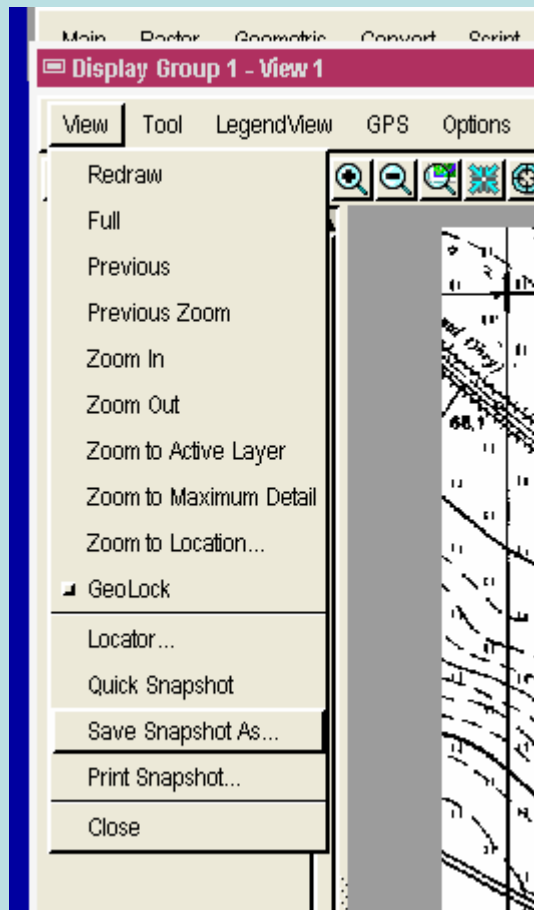
Po wybraniu procesu Main/Georeference:

- w pierwszej kolejności należy wprowadzić obiekt, któremu będą nadane współrzędne – czyli obiekt jurkowo_zdj;
- pojawi się okienko ustawień układów współrzędnych, należy przejść dalej, klikając ok.;
- w obrębie głównego okna procesu, z menu Option, wybrać pierwsze polecenie – Show 2D Raster View;
- korzystając z Georeference „Reference” Layer Manager (pierwsza ikona z prawej na oknie Object Georeferencing (reference object view)) wprowadzić 8 części mapy topograficznej (poza częścią A);
- w obrębie głównego okna procesu, z menu Model, wybrać plane projective;
- w obrębie okna Object Georeferencing (Input object view), z menu Option wybrać polecenie Warp to Model;

!!!!!!!!!!!!!!!!!!WPROWADZAJĄC PIERWSZE TRZY PUNKTY, NALEŻY PAMIĘTAĆ ABY NIE BYŁY ONE WSPÓŁLINIOWE!!!!!!!!!!!!!!!!!!PAMIĘTAĆ RÓWNIEŻ NALEŻY O TRZECH TRYBACH PRACY Z PUNKTAMI KONTROLNYMI – TRYB DODAWANIA add, TRYB EDYCJI EDIT I PRZEGLĄDANIA view!!!!!!!!!!!!!!

Zrzut okna z mapą i zdjęciem przekształconym do rzutu pionowego wykonać za pomocą polecenia View/Save Snapshot As...

Wcześniej należy ustawić opcje zachowywania zrzutów tak jak jest to widoczne poniżej i wyłączyć zapis współrzędnych (google KLM, ARCWorld itp.) ze zrzutem.



Zadanie 3

Celem tego zadania jest przetestowanie skuteczności usuwania zniekształceń powstających na obrazach rastrowych rejestrowanych za pomocą sensorów o stożkowym polu widzenia i stanowiących zapis innych elementów niż płaszczyzna (np. powierzchnia Ziemi na zdjęciach lotniczych).

W pliku `georef_model.rvc` znajduje się 4 takie same obiekty rastrowe – jednakże o różnych nazwach. Każda nazwa odpowiada modelowi transformacji, który dla danego rastra należy zastosować. Na tych obrazach zaznaczono krzyżykami punkty w dwóch kolorach: czarnym i zielonym. Czarne krzyżyki oznaczają punkty, które w rzeczywistości tworzą regularną siatkę kwadratów 100 x 100 m, natomiast zielone krzyżyki znajdują się dokładnie w środku tych kwadratów. Na obrazach umiejscowienie punktów czarnych i zielonych jest zaburzone przez zniekształcenia.

Czarne punkty posłużą do nadania współrzędnych i następnie rektyfikacji (czyli usunięcia zniekształceń w oparciu o odpowiedni model transformacji). Zielone punkty posłużą do odczytu współrzędnych po rektyfikacji i ocenie, który model transformacji najlepiej zminimalizował zniekształcenia geometryczne.

Tok postępowania przy tym zadaniu jest następujący (następnych slajd):

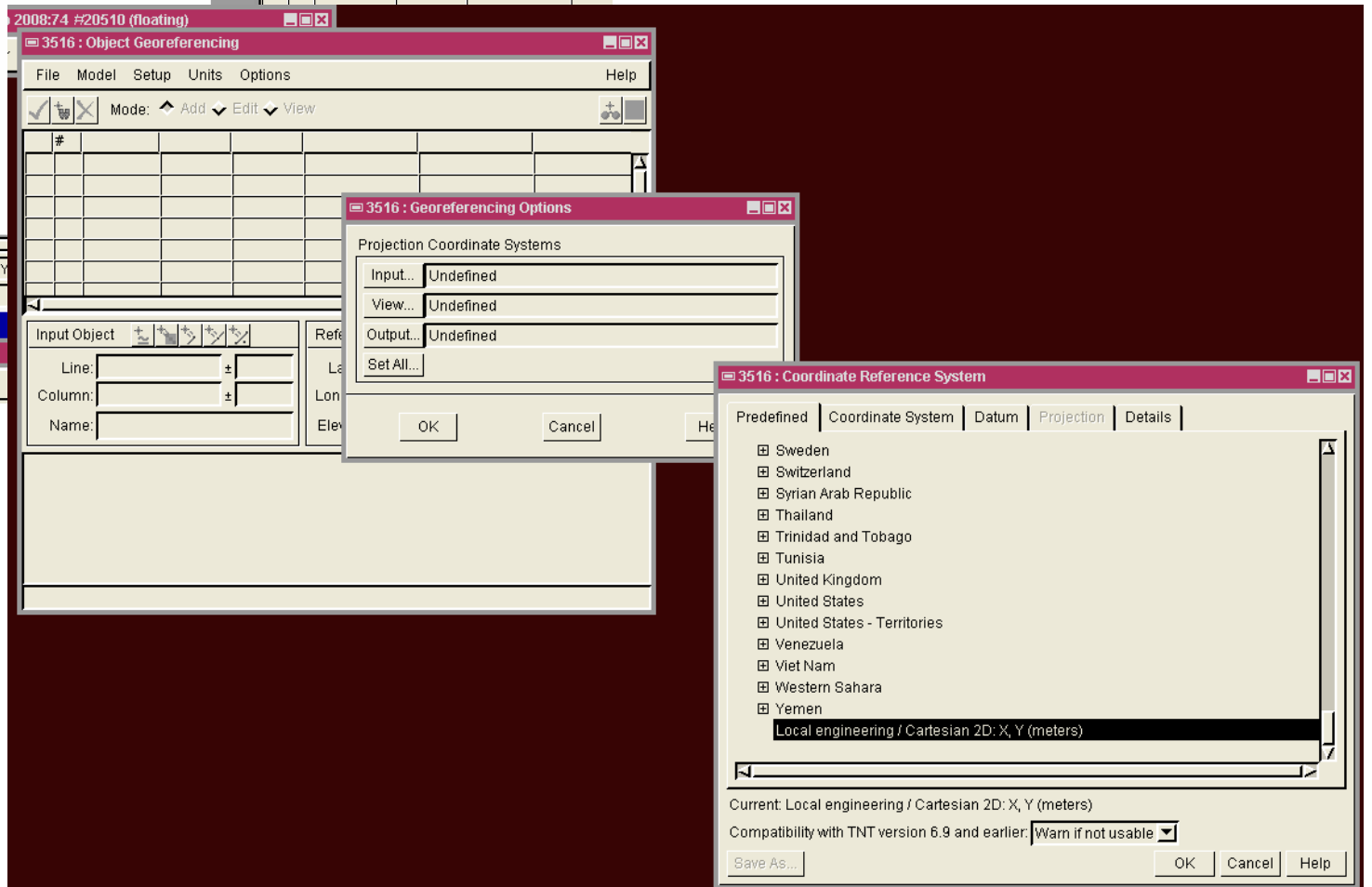
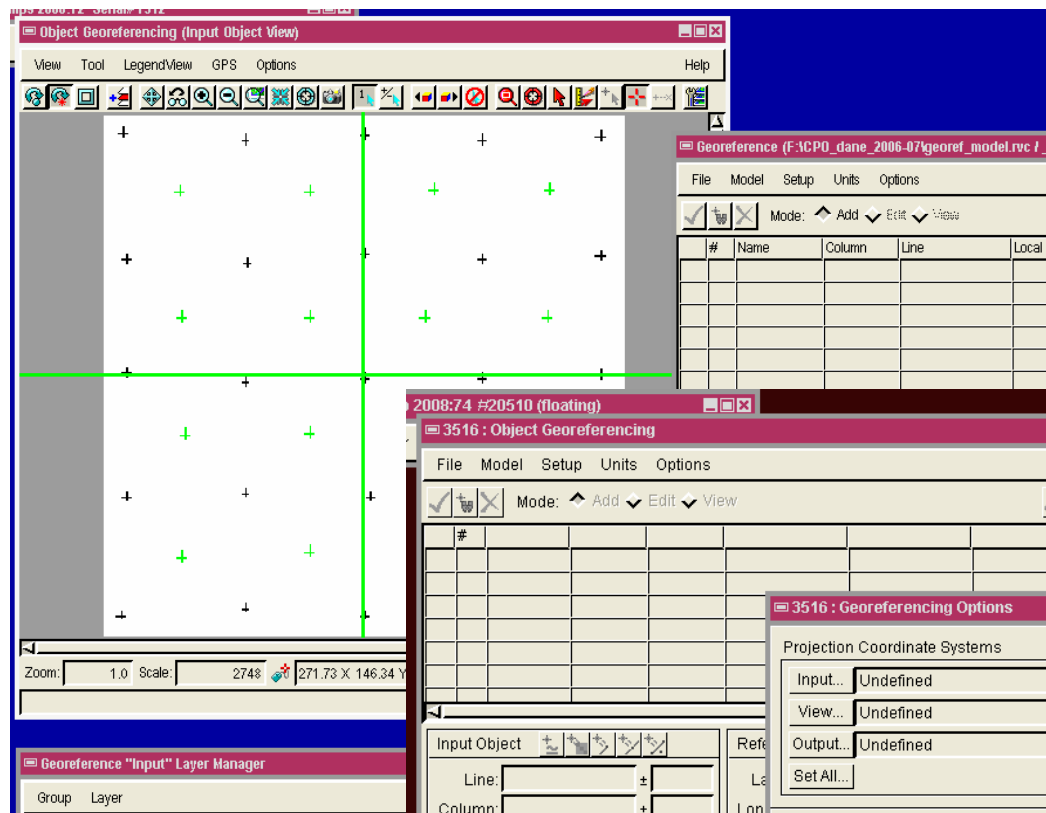
Zadanie 3 cd.

1) W module Main/Georeference nadać współrzędne w układzie lokalnym inżynierskim, w siatce 100 x 100 m (czarne krzyżyki); krzyżyk w lewym dolnym narożniku obrazu ma współrzędne geodezyjne (X=1000, Y=1000);

2) Współrzędne nadajemy od razu wszystkim czterem obrazom (wszystkie są takie same) w modelu afinicznym – wybieramy jednocześnie wszystkie cztery do nadania współrzędnych; **należy ustawić lokalny system odniesienia (patrz ilustracja na następnym slajdzie)**; należy pamiętać o zachowaniu obiektu współrzędnych po zakończeniu wprowadzania punktów;

3) Następnie należy wykonać za pomocą procesu Raster/Reproject and Resampling/Automatic... rektyfikację czterech rastrów, w odpowiednich modelach transformacji geometrycznej; wyniki zapisać, zachowując nazwy obiektów źródłowych w pliku nazwisko4C.rvc;

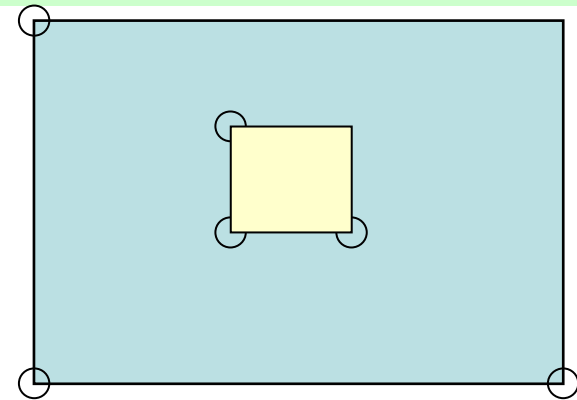
4) Dokonać odczytu współrzędnych dla zielonych punktów na każdym z czterech rektyfikowanych rastrów i porównać z rzeczywistą lokalizacją w przyjętym układzie współrzędnych lokalnych; stworzyć odpowiednią tabelę w Wordzie w dokumencie nazwisko4C.doc; współrzędne tych punktów można odczytać ręcznie z ekranu pod kursorem lub stworzyć cztery punktowe obiekty wektorowe (zachować je pliku nazwisko4C.rvc przypisując im te same nazwy co odpowiadającym im obiektom rastrowym); tabele wewnętrzne ze współrzędnymi tych punktów można wyeksportować do Excela przez ODBC, lub np. dbf.



Zadanie 4

- Obraz rastrowy ma 8860 kolumn i 7450 wierszy; współrzędne wybranych punktów narożnikowych w układzie geodezyjnym PUWG-92 są następujące:

Oryginalny raster	Fragment
Lewy górny	lewy górny
692209.798 Northing	640407.99 Northing
369355.851 Easting	429118.11 Easting
lewy dolny	lewy dolny
518552.341 Northing	610145.77 Northing
324573.774 Easting	421315.90 Easting
prawy dolny	prawy dolny
468687.520 Northing	600494.93 Northing
517637.131 Easting	458737.99 Easting



Należy obliczyć odpowiednio współrzędne rastrowe dla wskazanych narożników fragmentu obrazu rastrowego; inaczej mówiąc dokonać powiązania współrzędnych wewnętrznych i zewnętrznych. Obliczenia szczegółowo opisać w pliku tekstowym nazwisko4D.doc.

W obliczeniach można wykorzystać poznane modele transformacji geometrycznych (afiniczny, dwuliniowy czy wielomianowy).