

KALIBRACJA MAP O POSTACI RASTROWEJ

ETAPY pozyskiwania danych do SIT z map analogowych

Skanowanie

Kalibracja

Przepróbkowanie (resampling)

Wektoryzacja

WM,UC,KP - SIT

materiały pomocnicze do wykładów

1

Wpływ rozdzielczości na czytelność (rastra) mapy



rys. 7a . Rozdzielczość 100dpi

WM,UC,KP - SIT

materiały pomocnicze do wykładów

3

Wpływ rozdzielczości na czytelność (rastra) mapy



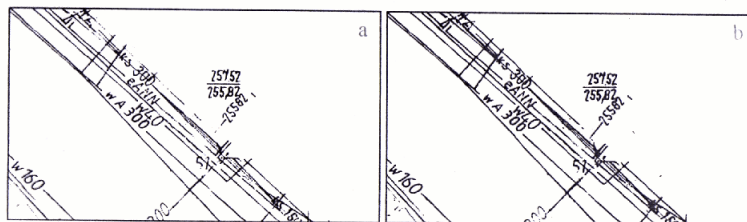
rys. 7c . Rozdzielczość 400dpi

WM,UC,KP - SIT

materiały pomocnicze do wykładów

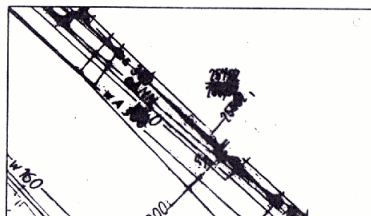
5

Transformacja obrazu w trybie odcienie szarości (grey) , na obraz 0-1 (czarno-biały) – progowanie (*thresholding*)



Za wysoka wartość T

Optymalna wartość T



Za niska wartość T

WM,UC,KP - SIT

materiały pomocnicze do wykładów

6

W SIT/GIS każdy raster musi być wpasowany w geodezyjny układ współrzędnych (tzw. georeferencja).

Informacja ta może być przechowywana zarówno w pliku z obrazem rastrowym lub w oddzielnym lecz o takiej samej nazwie ale innym rozszerzeniu.

Kalibracja mapy rastrowej to proces nadania mapie georeferencji z jednoczesnym usunięciem zniekształceń geometrycznych rastra

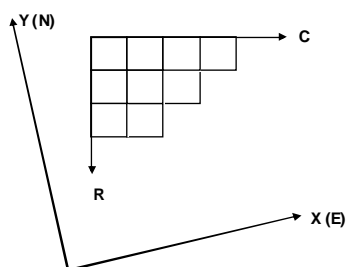
Mapa skalibrowana:

- osie układu pikselowego są równoległe do osi układu współrzędnych prostokątnych płaskich
- na podstawie współrzędnych pikselowych potrafimy określić współrzędne terenowe

Transformacja: układ pikselowy – układ wsp. p. płaskich

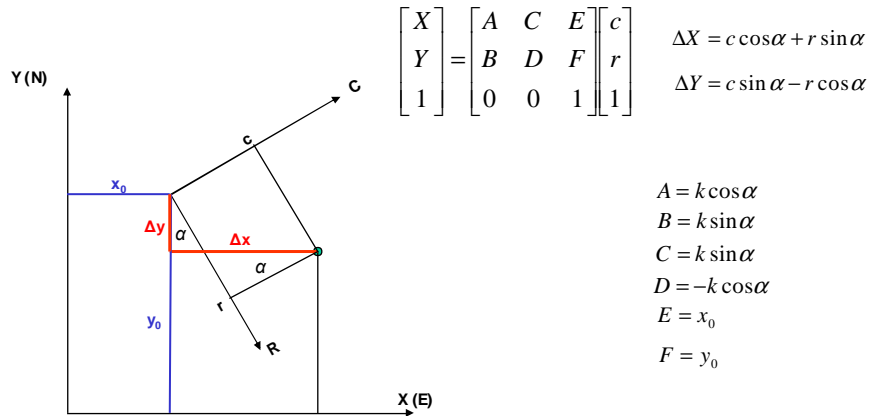
$$(c, r) \rightarrow (x, y)_{PI}$$

Mapa rastrowa posiada swój układ pikselowy (CR), wynikający z organizacji zapisu w wiersze (r) i kolumny (c);



$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & C & E \\ B & D & F \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c \\ r \\ 1 \end{bmatrix}$$

Transformacja: układ pikselowy – układ wsp. p. płaskich

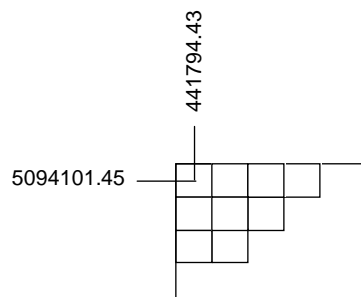


Określenie współczynników transformacji następuje na podstawie punktów dostosowania

„World File” jako realizacja transformacji (c,r) → (x,y)

jest to plik ASCII, zawiera 6 wierszy, w każdym jedna liczba (współczynnik transformacji):

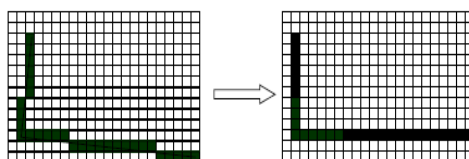
np.
 A 2.50
 B 0.00
 C 0.00
 D -2.50
 E 441794.43
 F 5094101.45



$$X = Ac + Cr + E$$

$$Y = Bc + Dr + F$$

Transformacja izometryczna nie usuwa zniekształceń jakie zwykle posiada skanowana mapa analogowa (skurcz papieru, deformacje nieregularne). Proces skanowania wprowadza dodatkowe błędy (zarówno przypadkowe i grube). Dlatego do kalibracji stosuje się zwykle bardziej złożone transformacje (modele matematyczne).



Zależnie od wybranego modelu transformacji możemy eliminować w mniejszym lub większym stopniu błędy rastra. Wybierając nieodpowiedni model możemy też zadziałać w drugą stronę czyli zdegradować jakość oryginału.

Kalibracja

Skuteczność eliminacji błędów zależy w znacznej mierze od zastosowanego modelu transformacji oraz od tego czy model zastosujemy bezpośrednio dla całego rastra czy będziemy go stosowali do fragmentów rastra, które po transformacji zostaną ze sobą połączone.

Do wyznaczenia parametrów transformacji wykorzystujemy punkty dostosowania, które mają określone:

- współrzędne w obowiązującym układzie współrzędnych,
- współrzędne na mapie cyfrowej (raster) w układzie pikselowym (x - kolumna, y - wiersz) pozyskane za pomocą digitalizacji ekranowej (wektoryzacja)

Minimalna liczba punktów dostosowania zależy od przyjętego modelu transformacji. Zazwyczaj parametry transformacji wyznacza się metodą najmniejszych kwadratów na podstawie większej liczby punktów niż minimalna wynikająca z modelu, co pozwala na oszacowanie dokładności uzyskanej transformacji.

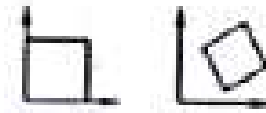
Rodzaje transformacji

Transformacja Helmerta (liniowa transformacja konforemna) :

- ✓ Najprostszy model pozwala na przesunięcie, obrót i zmianę skali.
- ✓ Transformacja wiernokątna.
- ✓ Nie zmienia kształtu i nie deformuje.
- ✓ Eliminuje błędy i wpływ skurczu mapy w minimalnym stopniu.
- ✓ Obliczone odchyłki na punktach dostosowania mogą służyć do szybkiego znalezienia błędów grubych.
- ✓ Minimalna liczba punktów – 2 (otrzymujemy wtedy zerowe błędy).

$$X = a_0 + a_1x + a_2y$$

$$Y = b_0 - a_2x + a_1y$$



WM,UC,KP - SIT

materiały pomocnicze do wykładów

18

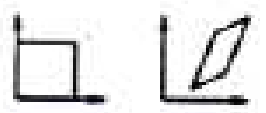
Rodzaje transformacji

Transformacja afiniczna:

- ✓ Pozwala na przesunięcie, obrót i zmianę skali (różna dla x i y),
- ✓ W większym stopniu eliminuje błędy skurczu mapy i błędy przypadkowe.
- ✓ Zmienia kształt rastra, jeśli punkty są skupione w jednym miejscu arkusza możemy w znaczny sposób zdeformować raster.
- ✓ Minimalna liczba punktów – 3.
- ✓ Transformacja zachowuje równoległość linii i środki odcinków, zmienia natomiast długości odcinków i wartości kątów.

$$X = a_0 + a_1x + a_2y$$

$$Y = b_0 + b_1x + b_2y$$



WM,UC,KP - SIT

materiały pomocnicze do wykładów

19

Rodzaje transformacji

Transformacje wielomianowe:

- ✓ Trzy opisane wcześniej są szczególnymi przypadkami transformacji wielomianowych, niektóre programy pozwalają na wybór transformacji wielomianowej i dowolnym wybór stopnia wielomianu.

Wielomian II-go stopnia (min. 6 pkt.):

$$X = a_0 + a_1x + a_2y + a_3xy + a_4x^2 + a_5y^2$$

$$Y = b_0 + b_1x + b_2y + b_3xy + b_4x^2 + b_5y^2$$

Wielomian III-go stopnia (min. 9 pkt.):

$$X = a_0 + a_1x + a_2y + a_3xy + a_4x^2 + a_5y^2 + a_6x^3 + a_7x^2y + a_8xy^2 + a_9y^3$$

$$Y = b_0 + b_1x + b_2y + b_3xy + b_4x^2 + b_5y^2 + b_6x^3 + b_7x^2y + b_8xy^2 + b_9y^3$$

- ✓ Należy pamiętać że im wyższy stopień tym otrzymane odchyłki na punktach łącznych będą mniejsze, lecz istnieje ryzyko deformacji rastra (lokalnej jeżeli wskażemy błędnie punkt, otoczenie tego miejsca będzie mniej kartometryczne niż oryginału, lub globalne jeżeli punkty dostosowania nie będą równomiernie rozłożone na całym arkuszu).

WM,UC,KP - SIT

materiały pomocnicze do wykładów

Wyższych stopni...

Rodzaje transformacji

Transformacje wielomianowe konforemne :

- ✓ Przy rozpatrywaniu większych obszarów i przy dostępnej dość dużej liczbie punktów dostosowania
- ✓ Transformacja wiernokątna
- ✓ Wzory transformacyjne jako wielomiany zespolone dla dowolnego stopnia transformacji wyglądają następująco :

$$X + iY = (a_0 + ib_0) + (a_1 + ib_1)(x + iy) + (a_2 + ib_2)(x + iy)^2 + \dots + (a_n + ib_n)(x + iy)^n$$

$$X = a_0 + a_1x - b_1y + a_2(x^2 - y^2) - b_2 2xy + a_3(x^3 - 3xy^2) - b_3(3x^2y - y^3) + \dots$$

$$Y = b_0 + a_1x + b_1y + a_2 2xy + b_2(x^2 - y^2) + a_3(3x^2y - y^3) + b_3(x^3 - 3xy^2) + \dots$$

WM,UC,KP - SIT

materiały pomocnicze do wykładów

23

Resampling (przepróbkowanie)

Resampling to zbudowanie nowego rastra jaki powstaje po transformacji rastra pierwotnego (pierwotny raster trzeba przeskalować, skrócić,...)

Efektom resamplingu jest obrót, powiększenie, pomniejszenie lub zmiana proporcji obrazu rastrowego.

Do resamplingu stosuje się interpolację, której celem jest utworzenie nowego, wcześniej nie istniejącego piksela na podstawie pikseli sąsiadujących z pikselem tworzoną tak, aby był on jak najlepiej dopasowany optycznie do przetwarzanego obrazu.

WM,UC,KP - SIT

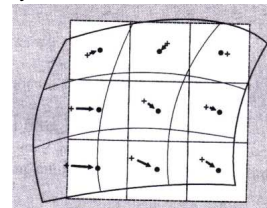
materiały pomocnicze do wykładów

24

Resampling (przepróbkowanie)

Interpolacja metodą „najbliższego sąsiada” (*ang. nearest neighbor*):

- ✓ Szukana jest odległość minimalna między środkiem piksela na generowanym rastrze a czterema sąsiednimi pikselami na zniekształconym rastrze.
- ✓ Przy powiększaniu odbywa się wierne kopiowanie najbliższego piksela.
- ✓ W przypadku skalowania innego niż o wielokrotność 100% jest to statystyczne kopiowanie niektórych pikseli.
- ✓ Przy pomniejszaniu jest to mechaniczne pomijanie niektórych pikseli.
- ✓ Metoda najprostsza i wymagająca od komputera najmniejszej mocy obliczeniowej.
- ✓ W przypadku dużych powiększeń wyraźnie widać grupy identycznych pikseli, a granice pomiędzy pikselami są wyraźne, ostre, nie rozmyte.



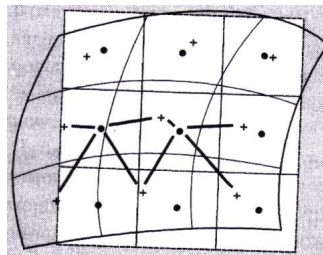
WM,UC,KP - SIT

materiały pomocnicze do wykładów

Resampling (przepróbkowanie)

Interpolacja biliniowa (ang. *Bilinear*):

- ✓ Metoda pośrednia.
- ✓ Bardziej obciąża komputer, ale daje lepszy, łagodniejszy dla oczu obraz.
- ✓ Piksele są powielane lub redukowane z uwzględnieniem koloru czterech sąsiednich pikseli, stykających się z danym pikselem bokami.
- ✓ Wartość piksela obliczana jest na podstawie transformacji biliniowej (budowana jest paraboloida hiperboliczna)



WM,UC,KP - SIT

materiały pomocnicze do wykładów

26

Metoda Elementów Skończonych MES (ang. *finite-element method*)

To zaawansowana matematycznie metoda obliczeń opierająca się na podziale obszaru na skończoną liczbę geometrycznie prostych elementów, tzw. elementów skończonych i przeprowadzaniu faktycznych obliczeń tylko dla węzłów tego podziału.

Obszar dzieli się na trójkąty, których wierzchołki stanowią węzły.

Dla każdego trójkąta z osobna wykonuje się transformację afiniczną.

WM,UC,KP - SIT

materiały pomocnicze do wykładów

29

Kalibracja na fragmentach rastra

Raster można podzielić na mniejsze kawałki (najczęściej kwadraty oparte na siatce krzyży na mapie)

Dla każdego fragmentu obliczamy oddzielnie parametry, wykonujemy tyle transformacji ile było fragmentów i na koniec łączymy to wszystko w jeden raster wynikowy.

Dzielenie na fragmenty zapewnia doskonałe dopasowanie siatki kwadratów rastra w siatkę nominalną (rzeczywistą), uzyskane błędy są o rząd wielkości mniejsze od otrzymanych dla całego arkusza.

Jedynym wymogiem tej metody jest odpowiednia liczba pomierzonych punktów dostosowania, odpowiednio rozmieszczone na arkuszu (siatka krzyży).

W przypadku kalibracji kwadratami przy zastosowanym modelu transformacji biliniowej błędy są równe 0. Wynika to braku obserwacji nadliczbowych, więc nie będzie można na ich podstawie wnioskować o dokładności całego arkusza.

W przypadku zastosowania nieprawidłowego modelu mogą też pojawić się przerwy, czy nachodzenie treści sąsiednich kwadratów na siebie.

Zalecenia

Punkty dostosowania (15-20 na arkusz mapy):

- punkty osnowy,
- punkty na granicach jednostek administracyjnych (PRG), szczególnie terenowe I grupy dokładnościowej (przecięcie granic, kontury budynków),
- punkty siatki kwadratów,
- dokładność: 0.3 mm (0.35 m m),
 - dla map w skali 1:2880 - 0.9mm
 - dla map opracowanych na podstawie fotomap - 0.4 mm
 - dla punktów na granicach obrębów - 0.8 mm

Model – transformacja afiniczna