

## Ortorektyfikacja w Metashape

Celem projektu jest opracowanie ortomozajki ze zdjęć lotniczych w dwóch wersjach: true orto (odniesienie DSM) oraz klasyczna ortomozajka (odniesienie-DTM). Linia technologiczna programu Metashape domyślnie zakłada tworzenie true ortho, model DSM powstaje na podstawie gęstej chmury punktów. Wygenerowanie gęstej chmury jest najbardziej czasochłonnym etapem tej technologii, dlatego w ćwiczeniu będzie wykonane dla mniejszej liczby zdjęć niż etap początkowy czyli SfM.

Ćwiczenie podzielone jest na 2 części, w pierwszej używane są zdjęcia pionowe, w drugiej ukośne. Są to zdjęcia z jednego projektu fotogrametrycznego, przy czym kamera do zdjęć pionowych miała  $f \approx 50$  mm a kamery do ukośnych  $f \approx 100$  mm. W ćwiczeniu nie przewidziano wyrównania wspólnego, które można przeprowadzić po wykonaniu aero-SfM oddzielnie dla pionowych i ukośnych.

### Dane

wykorzystywane są zdjęcia pionowe wykonane kamerą średnioformatową, o następującej konfiguracji:

- 4 szeregi po 4 zdjęcia, nalot wschód-zachód
- 3 szeregi po 4 zdjęcia, nalot północ-południe

oraz zdjęcia pod kątem  $45^\circ$  do pionu, w czterech kierunkach: wschód, zachód, północ, południe.

Na komputerach w sali 506 dane są w katalogu D > CFL2

Wszystkie wyniki należy zapisywać w katalogu D > CFL\_users

## część 1 – orto ze zdjęć pionowych

### 1. Uruchomienie Metashape

File > nowy projekt

### 2. Wczytanie zdjęć *Workflow > AddPhotos*

> *\_NADIR*                      wybrać wszystkie zdjęcia (32)

### 3. Podanie parametrów kamery/kalibracji *Tools > Camera Calibration*

frame, pix=0.0068 [mm]; f=50 [mm];

*Fixed parameters:* k3,k4,b1,b2,p3,p4 (czyli obliczane będą: f, cx, cy, k1, k2, p1, p2)

### 4. Podanie właściwości danych *Reference > Reference Settings*

układ wsp (x3): PL-1992 (2180);

dokładność EOZ: mx=my=0.75 m; mz=1.25 m (wpis 0.75/1.25); typ kątów om-fi-ka, m =0.1°

GCP: nieistotne, projekt będzie wykonany bez fotopunktów

dokładność *tie* mp=0.7 pix

śr. wys. fotografowania (*capture distance*):      850 m

### 5. Import EOZ *Reference > Import*

> EOZ

Należy wczytać tylko X,Y,Z środków rzutów, pominąć kątowne EOZ

### 6. Aero - formowanie sieci zdjęć metodą SfM *Workflow > Align Photos*

*General:*      *Accuracy > Hight;*

*Preselection > Reference/Generie*

*Reset current alignment*

*Advanced:*      *Key point limit: 40000*

*Tie point limit: 4000* (liczby większe niż w projekcie „Bochnia” gdyż liczona jest dystorsja)

*Apply mask              Adaptive-camera model-fitting*

## 7. Filtracja tie *Model > Gradual Selection*

W pierwszym etapie kasowane są wiązania które wystąpiły tylko na 2 zdjęciach:

> *Image Count* odfiltrować tie które są tylko na 2 zdjęciach, skasować i *Optimize* (nie zmieniając parametrów)  
W drugim:

> *Reprojection Error* – wykonać 2 iteracje, w każdej odfiltrować do 10% pkt ( po skasowaniu > *Optimize* )

## 8. Ograniczenie liczby zdjęć

utworzyć nowy pakiet danych, jako kopia pakietu z poprzednich etapów :

*Workspace > Chunk > (PKM) > Duplicate*

jako aktywny *Chunk* wskazać nowo utworzony (nazwać go np. **6 photo DSM**)

skasować zdjęcia (*Remove cameras*) pozostawiając tylko 6 zdjęć, zgodnie z rozdziałem danych w tabeli 1.

Przy zaznaczaniu pomocny jest podgląd pozycji kamer na tle tie points (widok z góry- klawisz „7”

## 9. Generowanie gęstej chmury punktów

*Workflow > Build Dense Cloud*

*Quality > High*

*Depth Filtering > Moderate*

*Calculate points color > tak*

zaobserwować raportowane etapy generowania

## 10. Generowanie modelu pokrycia terenu DSM

*Workflow > Build DEM*

ustawienia: *Geographic* (zachowanie *CRS 2180*),

*Source > Dense Interpolation > Enabled*

pozostałe parametry – bz

wyświetlić: *Workspace > Chunk > DEM*

## 11. Generowanie ortomozajki

*Workflow > Build Orthomosaic*

*pix size 0.10 m* (program proponuje ok. 11 cm )

pozostałe parametry – bz

## 12. Analiza ortomozajki

wyświetlić orto: *Workspace > Chunk > Orthomosaic*

w pasku ikon pojawia się *Show Seamlines*

skąd biorą się małe poligony?

Wykonać lokalną edycję linii mozaikowania : w obszarze wybranego małego poligonu narysować wielobok

*Ortho > Draw polygon , PKM Assign Images*

Opcja jest uruchamiana symbolicznie, ma pokazać możliwość wstawienia fragmentu z innego orto-obrazu niż  
wybrał program (który z reguły wybiera bardzo dobrze).

## 13. Eksport ortomozajki i ortoobrazów

zapis w katalogu *D > CFL\_users*

*File > Export > Orthomosaic > JPEG/TIFF/PNG*

*Tiff compression Jpeg, q=90, x Tiled x Tiff overviews o Big o Alfa*

pozostałe parametry – bz

-----

w katalogu *D>CFL\_users* utworzyć katalog na orto-obrazy

*File > Export > Orthophotos*

*Tiff compression Jpeg, q=90, x Tiled x Tiff overviews*

> *All cameras*

pozostałe parametry – bz

po OK wybrać katalog do eksportu

## 14. Wczytanie NMT z innego źródła

**DTM-5.tif** to model o rozdzielczości 5 m opracowany z wysokiej fotogrametrii, hybrydowo: siatka 20 m

z automatu, linie strukturalne i punkty charakterystyczne – manualny pomiar stereo.

Utworzyć nowy pakiet danych, jako kopia pakietu z 6. zdjęciami: *Workspace > Chunk > (PKM) > Duplicate*  
jako aktywny Chunk wskazać nowo utworzony (nazwać go np. **6 photo DTM-5 m**)  
*File > Import DEM > DTM-5.tif*

### 15. Generowanie ortomozajki

*pix size 0.10 m*

pozostałe parametry - bz

Po wykonaniu wyświetlić orto: *Workspace > Orthomosaic*

oraz wyświetlić linie mozaikowania *Show Seamlines*

Sprawdzić czy linie mozaikowania przecinają budynki

### 16. Powtórne generowanie ortomozajki

powtórzyć zaznaczając opcję *Refine seamlines (Blending mode)*

Sprawdzić czy linie mozaikowania przecinają budynki

Uruchomić generalizację linii mozaikowania: *Tools > Orthomosaic > Generate seamline*

przy współczynniku 1.5 lub 2. Po tym zabiegu linie mozaikowania można wyeksportować do pliku:

*Export > Shapes* (jako shp wraz z *labels & attributes*)

### 17. Eksport ortomozajki i ortobrazów

zapis w katalogu *D > CFL\_users*

*File > Export > Orthomosaic > JPEG/TIFF/PNG*

*Tiff compression Jpeg, q=90, x Tiled x Tiff overviews o Big o Alfa*

pozostałe parametry – bz

-----

w katalogu *D > CFL\_users* utworzyć katalog na ortobrazy

*File > Export > Orthophotos*

*Tiff compression Jpeg, q=90, x Tiled x Tiff overviews*

*x All cameras*

pozostałe parametry – bz

po OK wybrać katalog do eksportu

### 18. Zapis projektu

Dla potrzeb opracowania projektu będą konieczne: raporty oraz ortomozajki i orto-obrazy dla dwóch przypadków:

a) orto/dsm

b) orto/dtm z opcją *refine seamlines* (wraz z zapisem linii mozaikowania do pliku)

---

## część 2 – orto ze zdjęć ukośnych

### 1. Uruchomienie Metashape

*File >* wybrać projekt zapisany w części 1 (lub kontynuować projekt)

założenie nowego pakietu danych: *Workspace > Add Chunk* (nazwać go np. **ukosne**)

### 2. Wczytanie zdjęć *Workflow > AddPhotos*

wybrać zdjęcia zgodnie z tabelą 1 (jeden z katalogów): *\_EAST, \_SOUTH, \_WEST, \_NORD*

### 3. Podanie parametrów kamery/kalibracji *Tools > Camera Calibration*

*frame, pix=0.0068 [mm]; f=100 [mm];*

*Fixed parameters: All*

Wyłączenie wszystkich parametrów kalibracji będzie dotyczyło pierwszej iteracji SfM. Zdjęcia ukośne, bez podanych a priori kątów (om lub fi jest ok 45°), stanowią dla SfM trudne wyzwanie. Ograniczenie liczby niewiadomych jest w takich przypadkach korzystne.

#### 4. Podanie właściwości danych *Reference > Reference Settings*

układ wsp (x3): PL-1992 (2180);  
dokładność EOZ:  $m_x=m_y=1$  m;  $m_z=1.5$  m (wpis 1/1.5); typ kątów om-fi-ka,  $m=0.1^\circ$   
GCP: nieistotne, projekt będzie wykonany bez fotopunktów  
dokładność tie mp =1 pix  
śr. wys. fotografowania (capture distance) : 850 m

#### 5. Import EOZ *Reference > Import*

dane w > EOZ (odpowiednio east, west, nord, south)  
Należy wczytać tylko X,Y,Z środków rzutów, pominąć kątowne EOZ  
Problem z elementami kątowymi jest taki, że ich orientacja zależy od sposobu włożenia kamery do ramki, dlatego pomierzone kąty różnią się od właściwych o 90, 180° lub mają przeciwny znak. To można sprawdzić wpierw uruchamiając SfM z pominięciem kątów i potem porównać wartości szukając funkcji przeliczeniowej do jednolitego odniesienia. W ćwiczeniu uwzględnianie pomierzonych kątów nie jest przewidziane.

#### 6. Aero - formowanie sieci zdjęć metodą SfM *Workflow > Align Photos*

*General:* Accuracy > High;  
*Preselection > Reference/Generate*  
*Reset current alignment*  
*Advanced:* Key point limit: 40000  
Tie point limit: 4000 (liczby większe niż w projekcie „Bochnia” gdyż liczona jest dystorsja)  
*Apply mask Adaptive camera model fitting*

Jeśli estymowane wartości EOZ mają b. duże błędy tj.  $M_{xyz} > 5$  m, a kąty om/fi nie są ok 0/45 lub 45/0 z odchyleniem kilku stopni, to należy powtórzyć **Align** z nowymi ustawieniami

*Accuracy > Medium* z aktywnym *Reset current alignment*

Jeśli błędy dalej są duże to powtórzyć **Align** zmieniając dodatkowo:

*Key point limit: 20000*  
*Tie point limit: 2000*

Zmienić ustawienia kamery: *Tools > Camera Calibration*

*Fixed parameters:* cx,cy,k1,k2,k3,k4,b1,b2,p1,p2,p3,p4 (czyli obliczane będzie tylko f)

Uruchomić *Optimize*

*Optimize Camera Alignment*, dopuścić liczenie f

#### 7. Filtracja tie *Model > Gradual Selection*

> *Reprojection Error* – wykonać 2-3 iteracje, w każdej odfiltrować do 5% pkt ( po skasowaniu > *Optimize* )

#### 8. Generowanie gęstej chmury punktów *Workflow > Build Dense Cloud*

*Quality > Medium*

*Depth Filtering > Moderate*

Calculate points color > tak

Przełóż chmurę, czym różni się od gęstej chmury z pionowych zdjęć lotniczych? Czy chmury się dublują czy uzupełniają?

#### 9. Generowanie modelu pokrycia terenu DSM *Workflow > Build DEM*

ustawienia: *Geographic (zachowanie CRS 2180)*,

*Source > Dense Interpolation > Enabled*

pozostałe parametry – bz

## 10. Generowanie ortomozajki

Workflow > Build Orthomosaic

*pix size 0.10 m*

pozostałe parametry - bz

Po wykonaniu wyświetlić orto: *Workspace > Orthomosaic*

oraz linie mozaikowania *Show Seamlines*

Jaka jest jakość i przydatność tego opracowania?

## 11. Wczytanie NMT z innego źródła

Utworzyć nowy pakiet danych jako kopia pakietu opracowanego w poprzednich etapach:

*Workspace > Chunk > (PKM) > Duplicate*

Nowo utworzony pakiet nazwać np. **ukosne-DTM-5 m**

Wczytać model *File > Import DEM > DTM-5.tif*

## 12. Generowanie ortomozajki

*pix size 0.10 m*

zaznaczyć opcję *Refine seamlines (Blending mode)*

Sprawdzić czy linie mozaikowania przecinają budynki

## 13. Eksport ortomozajki i ortoobrazów-

*File > Export > Orthomosaic*

*Tiff compression Jpeg, q=90,*

*x Tiled*

*x Tiff overviews*

*o Big o Alfa*

pozostałe parametry – bz

w katalogu *D>CFL\_users* utworzyć katalog na ortoobrazy

*File > Export > Orthophotos*

*Tiff compression Jpeg, q=90,*

*x Tiled*

*x Tiff overviews*

*o Big o Alfa*

pozostałe parametry – bz

po OK wskazać katalog do eksportu

## 14. Zapis projektu

dla potrzeb opracowania projektu będą konieczne: raport oraz ortomozajka uzyskana z DTM-5 z opcją *refine seamlines*

## Opracowanie wyników

Opracować sprawozdanie, w którym wpierw krótko opisać co było przedmiotem projektu ( 3000 - 4000 znaków). W opisie wykorzystać raporty generowane przez program dla poszczególnych chunk-ów (same raporty nie wchodzi do sprawozdania). W dalszej części sprawozdania ustosunkować się do następujących kwestii:

### Pola martwe na orto-obrazach

Dotyczy orto-obrazów ze zdjęć pionowych z modelem DSM. Pola martwe są reprezentowane przez piksele o wartościach 255,255,255. Badanie pól martwych wystarczy przeprowadzić dla jednego kanału obrazu RGB (np. kanału 1).

Do badania wybrać orto-obraz wykonany ze zdjęcia środkowego w szeregu oraz jego odpowiednik z drugiego szeregu.

Dodać orto-obrazy algebraicznie wskazując z każdego kanał 1. Przyciąć sumę do prostokąta pokrywającego oba orto-obrazy (z wykluczeniem marginesów bez tekstury). Identyfikacyjnie przyciąć orto-obrazy z których była liczona suma.

Określić ile jest w każdym (przyciętym) obrazie pikseli reprezentujących pola martwe. Dla obrazu sumarycznego pole martwe ma wartość 510.

Do wykonania zadania potrzebne narzędzie GIS które pozwala przyciąć obraz do tego samego obszaru prostokątnego, podać ile jest pikseli o poszczególnych jasnościach; wykonać algebrę map.

W przypadku QGIS:

- algebra map: *Raster > kalkulator*
- przycięcie: *Raster > Cięcie > Przytnij raster do zasięgu* (pierwsze wycięcie > *wybierz zasięg w widoku*; kolejne dwa wycięcia: *użyj zasięgu warstwy*)
- liczba pikseli 255 lub 510: *Processing > Raster analiza > Raport unikalnych wartości*

### Konflikty linii mozaikowania

Dotyczy ortomozajki ze zdjęć pionowych i ukośnych uzyskanych dla modelu DTM-5 (w obu wypadkach gdy była włączona opcja *Refine seamlines*). Konflikt oznacza przecięcie przez linię mozaikowania budynku lub drzew. Ocenić wizualnie, oszacować liczbę i pokazać min 1 przykład dla obu ortomozajek.

### Mapa przeglądowa mozaikowania

Dotyczy orto ze zdjęć pionowych dla modelu DTM-5.

Mapa ma pokazywać przebieg linii mozaikowania, nazwy orto-obrazów wewnątrz obszarów ograniczonych liniami, na tle ortomozajki. Aby uzyskać taki efekt należy poddać edycji linie mozaikowania (wraz z innymi danymi) wyeksportowane do pliku shp.

### Pokrycie podłużne i poprzeczne

Określić średnie pokrycie podłużne i poprzeczne zdjęć pionowych oraz ukośnych

### Dokładność orto-obrazów i ortomozajek

Oszacować dokładność orto-obrazów/dtm5 ze zdjęć pionowych przez porównanie położenia co najmniej 10 punktów załamania konturów budynków względem BDOt10k. Do pomiaru wybierać takie miejsca na orto-obrazach w których widać przyziemia budynków. Punkty powinny być rozmieszone w miarę równomiernie na obszarze ortomozajki. Zestawić różnice dX i dY w tabeli oraz podać wartość średnią, średni błąd kwadratowy wsp. X i Y oraz położenia XY (RMSE<sub>x</sub>, RMSE<sub>y</sub>, RMSE<sub>xy</sub>), wraz z mapką prezentującą położenie punktów w obszarze ortomozajki. Ustosunkować się do występowania czynnika systematycznego odchyłek.

Oszacować dokładność ortomozajek/dsm ze zdjęć pionowych oraz ortomozajek/dtm5 z ukośnych przez porównanie położenia co najmniej 10 szczegółów względem ortomozajki/dtm5 ze zdjęć pionowych. Zestawić różnice dX i dY w tabeli oraz podać wartość średnią, średni błąd kwadratowy wsp. X i Y oraz położenia XY (RMSE<sub>x</sub>, RMSE<sub>y</sub>, RMSE<sub>xy</sub>). Ustosunkować się do występowania czynnika systematycznego odchyłek.

Przesłać sprawozdanie w pliku: cfl-orto-mshp-nazwisko.pdf

---

Załączniki ↓

Tabela 1. Przydział zdjęć

Student	Pomocnicze numery zdjęć pionowych	Zdjęcia ukośne	Student	Pomocnicze numery zdjęć pionowych	Zdjęcia ukośne
1.	1,2,3,6,7,8	east	16	7,8,12,13,18,19	east
2.	2,3,4,7,8,9	south	17	8,9,13,14,17,18	south
3.	3,4,5,8,9,10	west	18	21,22,23,26,27,28	west
4.	4,5,9,10,14,15	nord	19	22,23,24,25,26,27	nord
5.	6,7,8,11,12,13	east	20	25,26,27,30,31,32	east
6.	7,8,9,12,13,14	south	21	21,28,29,22,27,30	south
7.	8,9,10,13,14,15	west	22	22,27,30,23,26,31	west
8.	9,10,14,15,17,16	nord	23	23,26,31,24,25,32	nord
9.	11,12,13,18,19,20	east	24	22,27,23,26,24,25	east
10.	12,13,14,17,18,19	south	25	27,30,26,31,25,32	west
11.	13,14,15,16,17,18	west	26	2,3,4,7,8,9	nord
12.	3,4,8,9,13,14	nord	27	3,4,5,8,9,10	east
13.	2,3,7,8,12,13	east	28	4,5,9,10,14,15	west
14.	1,2,6,7,11,12	south	29	6,7,8,11,12,13	nord
15.	6,7,11,12,19,20	west	30	7,8,9,12,13,14	east

Tabela 2. Przyporządkowanie zdjęć do numerów pomocniczych

Nr pomocnicze	Zdjęcie	Nr pomocnicze	Zdjęcie
1	011_1722.tif	17	014_1880.tif
2	011_1723.tif	18	014_1881.tif
3	011_1724.tif	19	014_1882.tif
4	011_1725.tif	20	014_1883.tif
5	011_1726.tif	21	036_0607.tif
6	012_1791.tif	22	036_0608.tif
7	012_1792.tif	23	036_0609.tif
8	012_1793.tif	24	036_0610.tif
9	012_1794.tif	25	037_0645.tif
10	012_1795.tif	26	037_0646.tif
11	013_1848.tif	27	037_0647.tif
12	013_1849.tif	28	037_0648.tif
13	013_1850.tif	29	038_0679.tif
14	013_1851.tif	30	038_0680.tif
15	013_1852.tif	31	038_0681.tif
16	014_1879.tif	32	038_0682.tif