

Temat: **Stereogram normalny poziomych zdjęć naziemnych**
Wyznaczenie współrzędnych w układzie fotogrametrycznym

1. Cel ćwiczenia:

Zaznajomienie się ze sposobem określania współrzędnych przestrzennych punktów homologicznych (odpowiadających sobie) odfotografowanych na stereogramie zdjęć normalnych. Przystwojenie i utrwalenie pojęć: stereogram zdjęć normalnych, układ tłowy, układ znaczków tłowych, układ obrazowy (pikselowy), układ fotogrametryczny (układ terenowy), kątowne (ω , φ , χ) i liniowe (X_0 , Y_0 , Z_0) elementy orientacji zewnętrznej zdjęć.

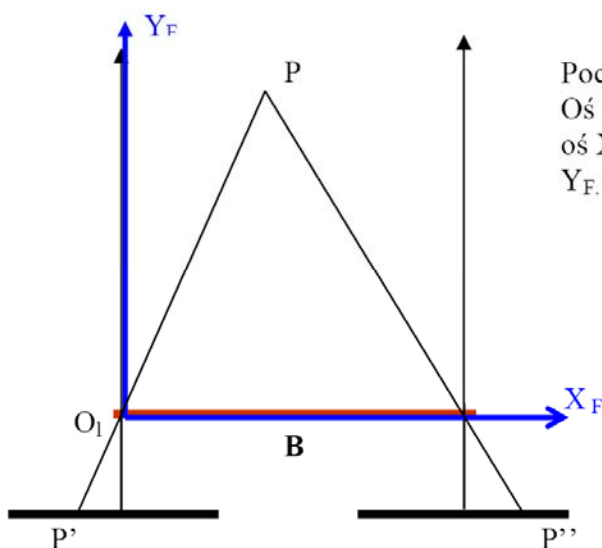
2. Definicje:

Stereogramem normalnym poziomych zdjęć naziemnych nazywamy parę zdjęć (fotogramów) pomiarowych wykonanych kamerą fotogrametryczną z dwóch punktów przestrzeni (końców bazy) w taki sposób, że osie zdjęć (osie kamer) są poziome ($\omega_L = \omega_P = 0$) i prostopadłe do bazy ($\varphi_L = \varphi_P = 0$), a łącznice bocznych znaczków tłowych obu zdjęć są poziome ($\chi_L = \chi_P = 0$).

Układ fotogrametryczny stereogramu zdjęć naziemnych jest przestrzennym układem terenowym zaczepionym w środku rzutów lewego zdjęcia (O_L). Oś Z_F jest osią pionową, oś Y_F (pozioma) pokrywa się z poziomym rzutem osi kamery, a oś X_F (pozioma) jest do osi Y_F prostopadła (normalna). W przypadku **stereogramu normalnego poziomych zdjęć naziemnych**, oś Y_F (pozioma) pokrywa się z osią lewej kamery, a oś X_F (pozioma) pokrywa się z linią bazy.

3. Wyznaczenie współrzędnych w układzie fotogrametrycznym

Układ fotogrametryczny X_F, Y_F, Z_F



Początek układu w lewym środku rzutów.
Oś Y_F pokrywa się z osią kamery pomiarowej,
oś X_F jest również pozioma i prostopadła do
 Y_F . Oś Z_F jest pionowa.

stereogram normalny zdjęć poziomych

Wzory wyrażające zależność pomiędzy współrzędnymi terenowymi punktu w układzie fotogrametrycznym a jego współrzędnymi tłowymi na obu zdjęciach - dla poziomego stereogramu normalnego:

$$Y_F = \frac{B}{p} \cdot c_k$$

$$X_F = \frac{B}{p} \cdot x' = \frac{Y_F}{c_k} \cdot x' \quad (1)$$

$$Z_F = \frac{B}{p} \cdot z' = \frac{Y_F}{c_k} \cdot z'$$

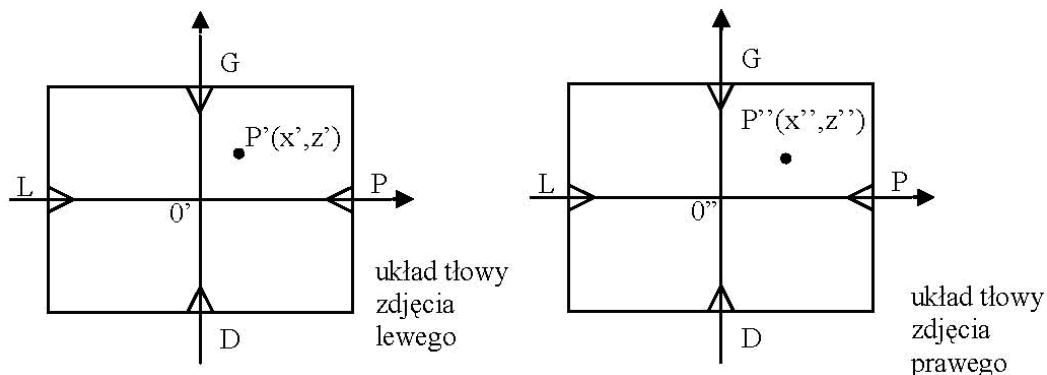
gdzie:

c_k – stała kamery

B – długość bazy fotografowania,

x', z' – współrzędne tłowe zdjęcia lewego; x'', z'' – współrzędne tłowe zdjęcia prawego

$p = x' - x''$ paralaksa podłużna.



4. Wykonanie tematu

W ramach realizacji tematu należy:

- pomierzyć na obu zdjęciach stereogramu cztery homologiczne punkty stanowiące naroża prostokątnego otworu okiennego, dla dwóch okien,
- określić przestrzenne współrzędne tych punktów w układzie fotogrametrycznym,
- wykonać analizę geometrii pomierzonych punktów w aspekcie: założeń budowlanych, usytuowania w stosunku do bazy fotogrametrycznej i optymalizacji skali wydruku.

Ad.a.) Pomiar punktów homologicznych na stereogramie zdjęć

Stereogram i okna do pomiaru wyznacza prowadzący zajęcia. Szczegółowe położenie okien do pomiaru pokazane są na szkicach *ster(i).jpg* (gdzie „i” oznacza numer stereogramu).

Pomiarowi poddawane są te same punkty w narożach danego okna na obu zdjęciach stereogramu. Do pomiaru wybieramy łatwe do identyfikacji punkty na oknie, które powinny w naturze tworzyć prostokąt leżący w płaszczyźnie pionowej. Wskazane jest numerować punkty mierzone na oknie przyjmując: jako pierwszą cyfrę numer stereogramu, drugą (i ewentualnie trzecią) – numer okna, trzecią (lub czwartą) – numer narożnika okna (1 – lewy górny, 2- prawy górny, 3- prawy dolny, 4 – lewy dolny).

Pomiar wykonywany jest z wykorzystaniem autografu cyfrowego VSD w opcji „stereo”:

1. Uruchomienie programu VSD: skrót na pulpicie lub C:\vsdw\VSD.skrót
2. Założenie projektu w VSD: File→New/Open Project (nazwa projektu *nazwisko.prj*, w katalogu roboczym Studenta)
3. Podłączenie zdjęć do projektu: Project Settings→Images (wybrać jako Left/Mono zdjęcie *iL.tif*, jako Right zdjęcie *iP.tif*, zaznaczyć opcje: Enable Stereo oraz Create Pyramid)
4. Uruchomienie projektu w programie VSD: VSD→Emulate
5. Orientacja wewnętrzna zdjęć:

Pomiar na obrazie cyfrowym (z kamery cyfrowej lub zeskanowane zdjęcie analogowe) wykonywany jest w układzie obrazowym (pikselowym). Aby wyznaczyć współrzędne tłowe mierzonych punktów okna (współrzędne podstawiane do wzorów **(1)**) należy wykonać transformację z układu pikselowego do układu tłowego. Przy czym trzeba pamiętać, że ponieważ wykorzystywane zdjęcia były wykonane przez naświetlenie na kliszy szklanej, a następnie zeskanowane na skanerze fotogrametrycznym, układ tłowy zdjęcia nie jest równoległy do układu obrazowego (pikselowego).

Aby wykonać transformację z układu pikselowego do układu tłowego należy pomierzyć (w układzie obrazowym (pikselowym)) na każdym zdjęciu wszystkie znaczki tłowe (od 1 do 4) i podać ich współrzędne tłowe znane z raportu kalibracji kamery. Transformacja taka wykonywana w czasie pomiaru zdjęć na autografie cyfrowym nosi nazwę orientacji wewnętrznej.

Pomiar punktów dostosowania do orientacji wewnętrznej (znaczków tłowych) wykonuje się klawiszem [I] równocześnie na obu zdjęciach. Cursor porusza się niezależnie raz na jednym a raz na drugim zdjęciu, przełączając aktywne zdjęcie klawiszem [TAB]. W oknie wprowadzania współrzędnych mierzonych znaczków należy wpisać odpowiednie współrzędne tłowe lub, jeżeli został przygotowany plik ze współrzędnymi tłowymi znaczków (plik *nazwisko.pkt*), należy po wprowadzeniu numeru punktu i zatwierdzeniu go klawiszem [ENTER], nacisnąć klawisz [INSERT].

PRZYDANE SKRÓTY KLAWISZOWE VSD:

[Z] – powiększanie

[M] – pomniejszanie

[V] – powrót widoku okna głównego (startowego)

[C] – centrowanie wokół znacznika pomiarowego, przesuwanie

[TAB] – przełączanie aktywnego zdjęcia, blokowanie lewego / prawego kursora

[←] [↑] [↓] [→] – precyzyjne ustawianie znacznika pomiarowego

[-] – zmniejszenie skoku znacznika pomiarowego

[+] – zwiększenie skoku znacznika pomiarowego

[X] – zmiana kształtu znacznika

[L] – zmiana koloru znacznika

[SPACE] – zastąpienie znacznika pomiarowego punktem / powrót do poprzedniego kształtu kursora

[*] – pokazanie / ukrycie znaczników pomierzonych punktów

[Alt]+[8] – pokazanie numerów pomierzonych punktów

[R] – odświeżenie obrazu

Obliczenie transformacji wykonuje się klawiszem [F5] (potwierdzamy chęć „Określenia transformacji do układu tłowego” klawiszem [T] lub [Y]), wybierając w naszym przypadku (kolejno dla zdjęcia lewego i prawego) transformację Helmerta.

Poprawność wykonanej orientacji wewnętrznej zdjęć określa parametr mps, który dla zdjęcia lewego jak i prawego nie powinien przekraczać wartości 1 piksela. Wyjście z raportu wyniku transformacji klawiszem [F10].

Pomierzony punkt można skasować wprowadzając (podczas pomiaru klawiszem [I]) jego numer ze znakiem „-” (minus). Całą grupę punktów pomierzonych dla orientacji wewnętrznej można skasować wprowadzając numer punktu „0” (zero).

6. Pomiar punktów narożnych okien:

Na początku należy przełączyć tryb wyświetlania bieżących współrzędnych pikselowych (kolor biały) wskazywanych przez znacznik pomiarowy na układ tłowy (kolor seledynowy) klawiszem [W].

Pomiar punktów narożnych okien wykonuje się za pomocą klawisza [J]. Kursor porusza się niezależnie raz na jednym a raz na drugim zdjęciu, przełączając aktywne zdjęcie klawiszem [TAB].

Pomierzony punkt można skasować wprowadzając (podczas pomiaru klawiszem [J]) jego numer ze znakiem „-” (minus). Całą grupę pomierzonych punktów można skasować wprowadzając numer punktu „0” (zero).

7. Wyjście z programu VSD i zapis pomiaru: klawisz [Q] (Do DOSu => klawisz [T] lub [Y])

Wyniki obliczeń orientacji wewnętrznej zapisane są w pliku „*or_int.wyn*”, a wyniki pomiaru wszystkich pomierzonych punktów w pliku tekstowym „*nazwisko.or*”.

Ad b) Określenie przestrzennych współrzędnych punktów w układzie fotogrametrycznym

Współrzędne przestrzenne naroży okien w układzie fotogrametrycznym wyznacza się w oparciu o podane wzory (1). Występujące we wzorach współrzędne punktów w układzie tłowym należy odczytać z pliku „*nazwisko.or*” (współrzędne w układzie tłowym zdjęcia lewego i prawego). Stałą kamery c_{k0} i poprawkę Δc_k odczytujemy z ramki tłowej zdjęcia. Ostateczne współrzędne naroży okna należy wyrazić w metrach z dokładnością do 1mm.

Ad c) Analiza geometrii pomierzonych punktów

Na podstawie obliczonych wcześniej współrzędnych (w układzie fotogrametrycznym) punktów naroży okien należy sprawdzić, na ile kształt pomierzonego okna jest zgodny z prostokątem. W tym celu należy określić długości wszystkich odcinków okna wraz z przekątnymi i zestawić różnice odpowiadających sobie odcinków. Długości należy określić ze współrzędnych X_F i Z_F . Dopuszczalne różnice związane są z dokładnością budowlaną i nie powinny być większe od 20-30mm. Jeżeli stwierdzone różnice będą większe, wskazywać to może na niepoprawny pomiar lub obliczenie współrzędnych. Należy również sprawdzić pionowość bocznych krawędzi okna. W tym celu należy określić wielkości ΔY_{G-D} dla obu pionowych krawędzi okna. W przypadku krawędzi pionowych wartość ΔY_{G-D} powinna równać się zero. Podobnie jak poprzednio dopuszczalna różnica nie powinna przekraczać ± 30 mm. Większa różnica może wskazywać na błąd pomiaru lub obliczeń. Poza kontrolami można również na podstawie obliczonych współrzędnych stwierdzić czy baza fotogrametryczna (oś X układu fotogrametrycznego) była równoległa do elewacji budynku. Wykonujemy to poprzez analizę wartości ΔY_{L-P} dla odcinków poziomych okna. Jeżeli te wartości będą równe zero (lub zbliżone do zera), to możemy przyjąć, że baza była równoległa do elewacji. Jeżeli wielkości te będą takie same (podobne), ale różne od zera to znaczy, że baza nie była równoległa do elewacji. Jeśli wartości będą znacznie się różnić świadczy to o błędach w pomiarach lub obliczeniach. Na podstawie obliczonych wymiarów okna należy określić jaki jest minimalny mianownik skali (liczba całkowita), w której można skartować to okno na arkuszu formatu A4 210x297 mm (bez marginesów)

Dane: klon\vsd\Stereogram_norm_dworek

a.) Pięć stereogramów zdjęć normalnych obiektu architektonicznego wykonanych kamerą

UMK 10/1318

iL_n- oznaczenie lewego zdjęcia i-ego stereogramu,

iP_n- oznaczenie prawego zdjęcia i-ego stereogramu

Współrzędne znaczków tłowych z kalibracji kamery podane są w plikach:

„*Znaczki-pion.txt*” – pionowy format zdjęć

„*Znaczki-poz.txt*” – poziomy format zdjęć

b.) Długości baz fotografowania:

B1 = 1.468 m - dla stereogramu stereogram 1

B2 = 1.344 m - dla stereogramu stereogram 2

B4 = 2.772 m - dla stereogramu stereogram 4

B5 = 1.146 m - dla stereogramu stereogram 5

B6 = 1.594 m - dla stereogramu stereogram 6

c.) Stała kamery: $c_k = c_{k\infty} + \Delta c_k$ ($c_{k\infty}$ i Δc_k odczytujemy ze zdjęć)

Położenie punktu głównego $x_0=z_0=0,000$ mm

d.) Wielkość piksela skanowania $ps = 0.014$ mm

Przygotowanie pliku ze współrzędnymi tłowymi znaczków tłowych: ***nazwisko.pkt***

1 $x_1 y_1$

2 $x_2 y_2$

...

N $x_N y_N$

UWAGA: plik *.pkt powinien mieć dokładnie taką samą nazwę jak plik projektu (*.prj) i znajdować się w tym samym katalogu roboczym co projekt VSD.