**Nazwa przedmiotu:**

Orientacja przestrzenna zobrazowań

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Krzysztof Bakuła (wykład), mgr inż. Wojciech Ostrowski (ćwiczenia)

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Geodezja i Kartografia

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

GK.SMS204

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych: 50 godz, w tym:
a) uczestnictwo wykładach: 15 godz.
a) uczestnictwo w ćwiczeniach: 30 godz.
b) udział w konsultacjach: 5 godz.
2) Praca własna studenta: 25 godz., w tym
a) przygotowanie do ćwiczeń: 7 godz.
b) sporządzanie sprawozdań z wykonania ćwiczenia: 10 godz.
c) przygotowanie do sprawdzianów: 8 godz.
Razem: 75 godzin: 3 pkt ECTS

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2 pkt. ECTS - liczba godzin kontaktowych: 50, w tym:
a) uczestnictwo wykładach: 15 godz.
b) uczestnictwo w ćwiczeniach: 30 godz.
c) udział w konsultacjach: 5 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2.4 pkt ECTS - 60 godz., w tym:
a) uczestnictwo w ćwiczeniach: 30 godz.
b) udział w konsultacjach: 5 godz.
c) przygotowanie do ćwiczeń: 7 godz.
d) sporządzanie sprawozdań z wykonania ćwiczeni:10 godz.
e) przygotowanie do sprawdzianów: 8 godz.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 30h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawy fotogrametrii i teledetekcji, znajomość zagadnień geodezyjnego wyrównywania obserwacji

**Limit liczby studentów:**

16

**Cel przedmiotu:**

Przedmiot ma na celu poznanie aspektów technologicznych georeferencji obrazów przeznaczonych dla celów pomiarowych, a w szczególności technologii aerotriangulacji, projektowania i wykonywania obserwacji dla celów aerotriangulacji na fotogrametrycznych stacjach cyfrowych, interpretowania raportów wyrównania bloków zdjęć lotniczych, określania a'priori wymagań dokładnościowych względem punktów osnowy i środków rzutów zdjęć mierzonych techniką GNSS, korekcji błędów systematycznych w opracowywanym bloku aerotriangulacji.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
1. Wprowadzenie do aerotriangulacji.
1.1. Metody orientacji pojedynczego zdjęcia, pary zdjęć, bloków zdjęć,
1.2. Aerotriangulacja - definicja, uwagi ogólne,
1.3. Metody aerotriangulacji, cel, niewiadome,
1.4. Układy współrzędnych stosowane w fotogrametrii,
2. Metryka kamery
2.1. Metryka kalibracji kamery,
2.2. Definicja projektu, kamery,
3. Pomiary punktów w aerotriangulacji
3.1. Wagowanie obserwacji.
3.2. Aspekty pomiaru i funkcjonalności mierzonych w aerotriangulacji punktów.
3.3. Wymagania dokładnościowe względem osnowy,
3.4. Propagacja błędów w bloku,
3.5. Wyniki aerotriangulacji.
3.6. Omówienie przykładowych raportów z programów fotogrametrycznych: Trimble Inpho, Z/I Intergraph, Pix4D, Agisoft Photoscan
4. Rola obserwacji GNSS/INS w procesie aerotriangulacji
4.1. Aerotriangulacja wspomagana pomiarami GNSS/INS.
4.2. Globalny System Nawigacji Satelitarnej – GNSS.
4.3. Inercyjny System Nawigacyjny – INS.
4.4. Filtracja Kalmana.
4.5. Modelowanie błędów i kalibracja obserwacji GNSS/INS.
4.6. Georeferencja wprost jako alternatywa dla aerotriangulacji.
5. Korekcja błędów systematycznych w aerotriangulacji a samokalibracja
5.1. Problem korekcji błędów systematycznych w bloku aerotriangulacji
5.2. Charakterystyka różnych modeli parametrów dodatkowych
5.3. Graficzna interpretacja parametrów dodatkowych Ebnera
5.4. Samokalibracja
5.5. Przykłady wykorzystania samokalibracji w wybranych programach: Trimble Inpho, Z/I Intergraph, Pix4D, Agisoft Photoscan
6. Problematyka orientacji zdjęć ukośnych,
6.1. Wpływ doboru sensora – zasięg terenowy zdjęcia ukośnego, pokrycia w bloku
6.2. Algorytmy wykorzystywane w orientacji zdjęć nachylonych
6.3. Problematyka aerotriangulacji bloku zdjęć ukośnych
6.4. Przegląd metod orientacji zdjęć ukośnych
7. Problematyka orientacji obrazów UAV,
7.1. Specyfika danych UAV a uzyskiwana dokładność (rola jakości stosowanych kamer i ich zasięgu terenowego, pokryć
7.2. Samokalibracja małoformatowych i średnioformatowych kamer
7.3. Wykorzystanie metody Structure from Motion w orientacji bloku zdjęć UAV
8. Orientacja scen satelitarnych
8.1. współczynniki wielomianowe
8.2. współczynniki ilorazowe
8.3. rola pomiarów osnowy w orientacji scen satelitarnych
9. Orientacja innych zobrazowań
9.1. problematyka orientacji zobrazowań termalnych
9.2. problematyka orientacji zobrazowań radarowych
9.3. problematyka orientacji zobrazowań super i hiperspektralnych
Ćwiczenia laboratoryjne
1. Opracowanie bloku cyfrowych zdjęć fotogrametrycznych (10 godz.)
a. założenie projektu,
b. pomiar punktów osnowy fotogrametrycznej
c. analiza parametrów generowania punktów wiążących,
d. analiza wagowania obserwacji,
e. analiza wpływu rozkładu fotopunktów i punktów kontrolnych
f. analiza raportów i zestawienie uzyskiwanych wyników
2. Opracowanie bloku zdjęć UAV z niskiego pułapu (8 godz.)
a. Założenie projektu
b. Wykonanie pomiarów osnowy fotogrametrycznej
c. Wyrównanie obserwacji
d. Analiza wyników i wpływu czynników na rezultat
3. Opracowanie bloku lotniczych zobrazowań ukośnych (8 godz.)
a. Założenie projektu
b. Wykonanie pomiarów osnowy fotogrametrycznej
c. Wyrównanie obserwacji
d. Analiza wyników i wpływu czynników na rezultat
4. Orientacja scen satelitarnych VHRS (4 godz.)
a. Założenie projektu – definicja sensora
b. Wgranie parametrów orientacji zewnętrznej – współczynniki RPC
c. Pomiar fotopunktów
d. Wpływ rozmieszczenia i liczby fotopunktów na wynik orientacji scen

**Metody oceny:**

Do zaliczenia ćwiczeń wymagane jest: wykonanie wszystkich tematów/projektów przewidzianych programem zajęć i uzyskanie pozytywnych ocen ze wszystkich sprawozdań oraz sprawdzianu.
Do zaliczenia wykładu wymagane jest uzyskanie pozytywnych ocen z dwóch sprawdzianów.
Do zaliczenia sprawdzianu wymagane jest uzyskanie 50% punktów.
Ocenę łączną stanowi średnia arytmetyczna z zaliczenia wykładu oraz zaliczenia ćwiczeń.
Oceny wpisywane są według zasady: 5,0 - pięć (4,75 - 5,0); 4,5 - cztery i pół (4,26-4,74); 4,0 - cztery (3,76-4,25); 3,5 (trzy i pół (3,26 - 3,75), 3,0 - trzy (3,0-3,25).
Nieusprawiedliwiona nieobecność na więcej niż 2 zajęciach oznacza niezaliczenie przedmiotu.
Student nieobecny na zajęciach ma obowiązek zgłosić się do prowadzącego (mail, osobiście) celem uzgodnienie terminu odrobienia ćwiczeń.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Bakuła K - Materiały z wykładu przedmiotu Orientacja Przestrzenna Zobrazowań - prezentacje
2. Kurczyński Z. - „Fotogrametria”, PWN, 2014
3. Kurczyński Z. - „Lotnicze i satelitarne obrazowanie Ziemi”, Oficyna Wydawnicza PW, 2006
4. Kurczyński Z., Preuss R. - „Podstawy Fotogrametrii”, Oficyna Wydawnicza PW, 2003
5. Butowtt J., Kaczyński R. - „Fotogrametria” Wojskowa Akademia Techniczna, 2003
6. Bernasik J., MikrutS. – „Fotogrametria inżynierska” AGH, 2007
7. Feczan P., Kurczyński Z. - Georeferencja wprost”, Geodeta. Magazyn Geoinforamycyjny 1 (176), 2010
8. Krauss K., Photogrammetry” vol. 1, 2 Ummer / Bonn – 1993, Butowtt J., Kaczyński R.,
9. Wybrane publikacje naukowe dotyczące zagadnień przedstawionych na wykładzie publikowane w Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt GK.SMS204\_W-1:**

Zna współczesne technologie aerotriangulacji.Potrafi określić wymagania zakresie lokalizacji i dokładności punktów osnowy w bloku zdjęć lotniczych.Ma wiedzę o propagacji błędów systematycznych w procesie aerotriangulacji.

Weryfikacja:

Zaliczenie kolokwium. " Obrona" ustna przygotowanych sprawozdań z wykonanych projektów na ćwiczeniach.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W01, K\_W03, K\_W11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07

**Efekt GK.SMS204\_W-2:**

Zna aktualne charakterystyki parametrów georeferencji wprost rożnych systemów pozyskiwania danych obrazowych.

Weryfikacja:

Zaliczenie kolokwium. " Obrona" ustna przygotowanych sprawozdań z wykonanych projektów na ćwiczeniach.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W06, K\_W11, K\_W12, K\_W15

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W09, T2A\_W11, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07

**Efekt GK.SMS204\_W-3:**

Zna podstawy pozyskiwania danych z wykorzystaniem skaningu lotniczego (ALS) i naziemnego (TLS). Ma widzę z zakresu wyrównania bloków (orientacji skanów).

Weryfikacja:

Zaliczenie kolokwium. " Obrona" ustna przygotowanych sprawozdań z wykonanych projektów na ćwiczeniach.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_W06, K\_W11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W09, T2A\_W11, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt GK.SMS204\_U-1:**

Potrafi projektować i wykonywać obserwacje punktów wiążących w bloku zdjęć lotniczych.Umie interpretować raporty obliczeń wyników wyrównania bloku zdjęć obliczeń.

Weryfikacja:

Zaliczenie kolokwium. " Obrona" ustna przygotowanych sprawozdań z wykonanych projektów na ćwiczeniach.
Weryfikacja uzyskanych umiejętność przy komputerze podczas zaliczania ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U03, K\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U04, T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U17, T2A\_U15

**Efekt GK.SMS204\_U-2:**

Potrafi wykonywać obliczenia w podblokach sieci zdjęć a następnie łączyć w blok.Umie przeprowadzić analizę dokładności pod kątem wykorzystania danych do opracowywania poszczególnych produktów fotogrametrycznych.

Weryfikacja:

Zaliczenie kolokwium. " Obrona" ustna przygotowanych sprawozdań z wykonanych projektów na ćwiczeniach.
Weryfikacja uzyskanych umiejętności przy komputerze podczas zaliczania ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_U11, K\_U18, K\_U19

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U11, T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U17, T2A\_U15, T2A\_U08, T2A\_U10, T2A\_U17

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt GK.SMS204\_K-1:**

Potrafi organizować proces aerotriangulacji na wielu stanowiskach pomiarowych jednocześnie.Zna wymagania w zakresie obowiązujących przepisów o ochronie informacji niejawnej.

Weryfikacja:

Praca w dwuosobowych zespołach. Komunikowanie się przy łączeniu opracowanych wyników.
Weryfikacja uzyskanych umiejętność przy komputerze podczas zaliczania ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K\_K04, K\_K05

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K03, T2A\_K05