**Nazwa przedmiotu:**

Wybrane zagadnienia algorytmiczne w metodach optycznych

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr inż. hab. Tomasz Kozacki

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Wariantowe

**Kod przedmiotu:**

WZAMO

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1) Liczba godzin bezpośrednich 33, w tym:
a) wykład - 15h;
b) ćwiczenia - 0h;
c) laboratorium - 15h;
d) projekt - 0h;
e) konsultacje - 3h;
2) Praca własna studenta 14, w tym:
a) przygotowanie do kolokwiów zaliczeniowych - 8h;
b) przygotowanie do laboratorium - 6h;

Suma: 47 h (2 ECTS)

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

1 punkt ECTS - liczba godzin bezpośrednich: 33, w tym:
a) wykład - 15h;
b) ćwiczenia - 0h;
c) laboratorium - 15h;
d) projekt - 0h;
e) konsultacje - 3h;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1) Liczba godzin bezpośrednich 33, w tym:
a) wykład - 15h;
b) ćwiczenia - 0h;
c) laboratorium - 15h;
d) projekt - 0h;
e) konsultacje - 3h;
2) Praca własna studenta 14, w tym:
a) przygotowanie do kolokwiów zaliczeniowych - 8h;
b) przygotowanie do laboratorium - 6h;

Suma: 47 h (2 ECTS)

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

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

**Wymagania wstępne:**

Kurs inżynierski matematyki. Podstawy programowania C/C++ lub Matlab/Python. Podstawy przetwarzania sygnałów.

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Znajomość wybranych technik i algorytmów przetwarzania danych z pomiarów optycznych. Praktyczna umiejętność implementacji wybranych algorytmów w środowisku Matlab oraz OpenCV.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Numeryczne aspekty dyskretnej transformacji Fouriera w 1D i 2D. Metody obliczania transformaty, wycieki spektralne, okienkowanie, rozdzielczość spektralna, aliasing, całkowanie obrazu z danych gradientowych. Numeryczne własności ciągłej i dyskretnej transformacji falkowej. Przykładowe rodzaje falek i ich charakterystyka, falkowy bank filtrów, transformacja falkowa w filtracji i kompresji danych, falkowe metody rozwiązywania cząstkowych równań różniczkowych, zwiększenie możliwości analizy czasowo-częstotliwościowe sygnałów 1D - empiryczne falki, transformacja synchrosqueezing, reassignment. Optyczne algorytmy propagacji pola optycznego w wolnej przestrzeni. Dyfrakcja Fresnela. Widmo kątowe fal płaskich, dyfrakcja Rayleigha-Sommerfelda. Zawansowane algorytmy propagacji w wolnej przestrzeni: propagacja między płaszczyznami pochylonymi, rozwiązania dokładne i przybliżone dla przypadku propagacji fal quasi-sferycznych. Propagacja pól częściowo koherentnych, propagacja pól ograniczonych przestrzennie, częstotliwościowo-przestrzennie. Numeryczne rozwiązywanie równania różniczkowego Helmholtza (symulacje falowodowe): metoda BPM, implementacja podstawowego algorytmu, metoda transformacji Fouriera, metoda różnic skończonych, warunki brzegowe, rozwiązanie macierzowe, schematy o wyższej dokładności obliczeniowej. Numeryczne rozwiązywanie równań Maxwell’a (FDTD): model próbkowania typu Yee, dyspersja numeryczna i stabilność, wprowadzenie źródła oświetlenia, idealnie dopasowane warstwy brzegowe (PML), symulacja dla struktur okresowych. Metody kalibracji i skalowania wyników z wykorzystaniem danych obrazowych. Dopasowanie modeli numerycznych z wykorzystaniem metod nieliniowych i iteracyjnych. Weryfikacja poprawności dopasowania.
Laboratorium:
Zajęcia laboratoryjne mają postać sześciu spotkań dotyczących wybranym zagadnieniom z zakresu wykorzystania technik numerycznych w metodach optycznych. Wszystkie spotkania skupiają się wokół jednego nadrzędnego zadania, tj. stworzenia programu umożliwiającego wyznaczenie kluczowych parametrów geometrycznych (wysokość, średnica, promień krzywizny) oraz optycznych (ogniskowa, apertura numeryczna) mikrosoczewek na podstawie danych zarejestrowanych w systemie mikroskopu holograficznego. Poniżej przedstawiono zakres poszczególnych spotkań:
1. Wprowadzenie do projektu. Implementacja oraz testy algorytmu numerycznej propagacji pola optycznego w ośrodku jednorodnym.
2. Opracowanie algorytmu automatycznej detekcji płaszczyzny obrazu oraz jego wykorzystanie do korekcji przeogniskowania danych zarejestrowanych w mikroskopie holograficznym.
3. Wprowadzenie do zagadnienia wykrywania kół na obrazie z wykorzystaniem metod numerycznych.
4. Opracowanie algorytmu wykrywania kół na obrazie na podstawie transformaty Hougha.
5. Dalsze opracowywanie oraz optymalizacja wykrywania kół na obrazie z wykorzystaniem transformaty Hougha.
6. Opracowanie algorytmu pozwalającego w sposób automatyczny scharakteryzować badane mikrosoczewek na podstawie zogniskowanego rozkładu pola optycznego. Zadanie obejmuje segmentacje obrazu matrycy mikrosoczewek, wyznaczenie kluczowych parametrów poszczególnych mikrosoczewek oraz analizę wyników.

**Metody oceny:**

Dwa kolokwia z treści wykładowych (50%), Ocena z laboratorium (50%)

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

J. D. Schmidt, Numerical Simulation of Optical Wave Propagation With Examples in MATLAB, 2010
A. Taflove(Editor): Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method. 2nd Editon, Artech House, Boston, 2005
R Bracewell, The Fourier Transform and Its Applications, McGraw-Hill, 2000

**Witryna www przedmiotu:**

 -

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka WZAMO \_2st\_W01:**

Zna wybrane techniki i algorytmy przetwarzania danych z pomiarów optycznych

Weryfikacja:

Zaliczenie dwóch kolokwiów z materiału omawianego na wykładzie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W13, K\_W06, K\_W07, K\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka WZAMO\_2st\_U01:**

Potrafi zaprojektować i zaimplementować algorytmy przetwarzania danych optycznych w języku obiektowym C++ lub Python/Matlab

Weryfikacja:

Zaliczenie serii laboratoriów z przetwarzania danych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U04, K\_U05, K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, I.P7S\_UK, I.P7S\_UU, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka WZAMO\_2st\_U02:**

Potrafi dobrać właściwą ścieżkę przetwarzania danych optycznych

Weryfikacja:

Zaliczenie serii laboratoriów z przetwarzania danych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka WZAMO\_2st\_K01:**

Rozumie potrzebę ciągłego samorozwoju w obszarze algorytmów metod przetwarzania danych optycznych oraz doszkalania się w zakresie ciągle rozwijających się narzędzi informatycznych

Weryfikacja:

Zaliczenie serii laboratoriów z przetwarzania danych (wymagane jest samodzielne zapoznanie się z dokumentacją)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK