**Nazwa przedmiotu:**

Matematyka w multimediach

**Koordynator przedmiotu:**

Rajmund Kożuszek

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Informatyka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

MATMU

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

1. liczba godzin kontaktowych – 62 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
ćwiczenia 15 godz.,
laboratoria 15 godz.,
konsultacje 2 godz.
2. praca własna studenta – 70 godz., w tym
przygotowanie do sześciu laboratoriów – 20 godz.,
realizacja trzech raportów laboratoryjnych – 10 godz.,
przygotowania do dwóch kolokwiów – 20 godz,
przygotowanie do ćwiczeń – 15 godz,,
przygotowanie do testu końcowego z ćwiczeń – 5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 132 godz., co odpowiada 5 pkt. ECTS.

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

310/132 = 2,35 pkt. ECTS, co odpowiada 62 godz. kontaktowym

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

300/132 = 2,27 pkt. ECTS, co odpowiada 60 godz. zajęć praktycznych (w tym działania laboratoryjne oraz 50% działań związanych z ćwiczeniami)

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

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

**Wymagania wstępne:**

Osoby uczęszczające na przedmiot powinny przede wszystkim mieć wiedzę związaną z podstawami matematycznymi znajdującymi się w programie studiów inżynierskich. Wymagana będzie również podstawowa umiejętność programowania w języku Python.

**Limit liczby studentów:**

32

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przekazanie niezbędnej wiedzy i wyrobienie stosownych umiejętności w zakresie matematycznych podstaw multimediów, obejmujących techniki transformacji liniowych i nieliniowych, metody optymalizacji liniowej i nieliniowej (w tym stochastycznej), modele probabilistyczne i modele dyskretne.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
1. Zamiast wstępu (2h): matematyczne perełki – algorytm kwadratury koła, złoty podział, kwaternion obrotu 3D.
2. Modele transformacji liniowych (8h): przestrzenie wektorowe i metryczne (tensory, bazy liniowa, przestrzenie z normą i z iloczynem skalarnym), transformacje liniowe (ortogonalne, Housholdera, Givensa, obroty a formuły Cayleya), dekompozycje macierzowe (Choleskiego, EVD, SVD), transformacja Procrustesa, transformacje harmoniczne (DFT, FFT, STFT, schematy motylkowe).
3. Transformacje nieliniowe w modelach neuronowych (2h): sploty tensorowe, aktywacje nieliniowe, reduktory i interpolatory rozdzielczości sygnału, bloki sekwencyjne i równoległe. bloki analizy i syntezy, bloki rekurencyjne, techniki wyznaczania gradientu w modelach neuronowych.
4. Kolokwium I (1h).
5. Metody optymalizacji (4h): optymalizacja formy kwadratowej i ilorazu form kwadratowych, liniowy problem najmniejszych kwadratów, iteracyjne schematy optymalizacji nieliniowej, metoda Newtona, metoda Gaussa-Newtona, metoda Levenberga-Marquardta, stochastyczna metody spadku gradientu (techniki bezwładności gradientu i wykładniczego ważenia gradientów).
6. Modele probabilistyczne (8h): modele kowariancyjne (PCA, KLT, ZCA), statystyczna teoria decyzji, miary rozrzutu danych i ich wariancji, statystyczna koncepcja kanału informacyjnego, miary zróżnicowania danych i zmiennych losowych (Fisherowska analiza LDA, dywergencja KL), kodowania entropowe, kodowania nadmiarowe.
7. Modele dyskretne (4h): arytmetyka komputerowa, rozszerzony algorytm Euklidesa, algebra kongruencji, równania w resztach, chińskie twierdzenie o resztach, twierdzenie Eulera o resztach, algorytm szyfrowania RSA, podpis cyfrowy w specyfice materiału multimedialnego.
8. Kolokwium II (1h).

Ćwiczenia (15h) prowadzone są w grupach wykładowych w siedmiu blokach dwugodzinnych:
1. Zadania z transformacji liniowych (4h).
2. Zadania z transformacji nieliniowych (2h).
3. Zadania z optymalizacji (2h).
4. Zadania z modeli probabilistycznych (2h).
5. Zadania z modeli dyskretnych (2h).
6. Test końcowy (1h).
Ćwiczenia prowadzone są na bazie opracowanego zbioru zadań i integrują rozwiązywanie zadań w notatnikach systemu Colaboratory połączone z edycją formuł matematycznych w formacie LaTeX oraz implementacją tych formuł w kodzie Pythona.

Laboratoria (15h) zorganizowane są w formie trzech bloków tematycznych, realizowanych w ramach dwóch zajęć laboratoryjnych, odpowiednio po dwie i trzy godziny. Tematy bloków laboratoryjnych odpowiadają w przybliżeniu blokom wykładowym i realizowane są według schematu:
(a) Na laboratorium dwugodzinnym studenci zapoznają się z funkcjonalnościami pakietów matematycznych i ich stosowaniem z linii polecenia w interpreterze języka Python pracującym w środowisku chmury obliczeniowej (np. Google Colaboratory) na tzw. notatnikach (notebookach) systemu Jupyter. Na koniec zajęć wypełnione notatniki studenci archiwizują w przydzielonych im folderach rezydujących w chmurze obliczeniowej.
(b) W ramach laboratorium trzygodzinnego studenci realizują zadania związane z wybranymi zastosowaniami modeli matematycznych w mediach cyfrowych, ze szczególnym uwzględnieniem sześciu generycznych aplikacji: kompresja, rozpoznawanie, zanurzanie obiektów cyfrowych, automatyczne adnotowanie obiektów cyfrowych, modelowanie 3D na potrzeby interfejsu człowiek maszyna oraz bezpieczeństwo danych z wykorzystaniem mediów cyfrowych. Zadania wraz z kodem aplikacji znajdują się w notatnikach Jupytera i w nich również studenci umieszczają swoje rozwiązania. Również i w tym przypadku notatniki są archiwizowane w folderach w chmurze, ale dodatkowo w ciągu tygodnia studenci dołączają do nich notatniki zawierające raporty z całości laboratorium (w sumie trzy raporty).
Uwaga: Aplikacje laboratoryjne będą różnicowane w kolejnych edycjach.

**Metody oceny:**

teoria jest zaliczana na podstawie dwóch kolokwiów, ćwiczenia na podstawie zadań domowych i testu końcowego

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Władysław Skarbek: „Matematyka multimediów w zadaniach” (w pliku zadania-matmu.pdf).
2. Władysław Skarbek: „Adaptive Image Recognition -- Updated Notes on: Math, Algorithms, and Programming” (w pliku air-notes-student.pdf).
3. Władysław Skarbek: „Symbolic tensor neural networks for digital media -- from tensor processing via BNF graph rules to CREAMS applications” (w pliku syblic-net.pdf) .

**Witryna www przedmiotu:**

https://usosweb.usos.pw.edu.pl/kontroler.php?\_action=katalog2/przedmioty/pokazPrzedmiot&prz\_kod=103B-TLRTM-MSP-MATMU

**Uwagi:**

(-)

## Charakterystyki przedmiotowe