

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Informatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria obliczeniowa dla inżynierów

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                            |
|-----------------------------------------|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Modelowanie rozmyte        |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                            |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WFMiI I oIIS D3 14/15      |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                       |
| SEMESTRY                                | 1                          |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | SEMINARIUM | PROJEKT |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|------------|---------|
| 1       | 15     | 0         | 15           | 0                                | 0          | 0       |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Pokazać ograniczenia w modelowaniu obiektów, zjawisk i procesów w świecie rzeczywistym.

**Cel 2** Poznać podstawy teorii zbiorów rozmytych oraz wnioskowania rozmytego i ich implementacje.

**Cel 3** Poznać zapis wiedzy i jego implementacje, w postaci reguł jako przykład funkcjonowania człowieka w otaczającej go rzeczywistości.

**Cel 4** Pokazać wybrane metody modelowania z wykorzystaniem logiki rozmytej i ich zastosowania, z wykorzystaniem specjalizowanego oprogramowania.

**Cel 5** Poznać metody generowania modeli rozmytych w oparciu o dane numeryczne, z wykorzystaniem specjalizowanego oprogramowania.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wiedza i umiejętności z zakresu podstawowych zagadnień sztucznej inteligencji oraz podstaw programowania w dowolnym języku.

2 Podstawowa wiedza z zakresu architektury sieci neuronowych oraz algorytmów ich uczenia.

3 Podstawowe umiejętności stosowania algorytmów przeszukiwania z ograniczeniami.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student poznał specjalizowane profesjonalne oprogramowanie dla modelowania rozmytego i obliczeń inteligentnych.

**EK2 Wiedza** Student posiada wiedzę w zakresie algorytmów operacji na zbiorach rozmytych i logiki rozmytej oraz modelowania z wykorzystaniem modeli rozmytych Mamdani i Sugeno.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi wykonać implementacje algorytmów operacji na zbiorach rozmytych i logiki rozmytej oraz modeli rozmytych Mamdani i Sugeno w języku MATLAB.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi zbudować modele rozmyte Mamdani i Sugeno z wykorzystaniem algorytmów (funkcji), struktur i interfejsów dostępnych w specjalizowanej bibliotece Fuzzy Logic Toolbox.

**EK5 Umiejętności** Student posiada umiejętność implementacji elementów obliczeń inteligentnych takich jak modele rozmyte, sieci neuronowe i algorytmy ewolucyjne w praktycznych zastosowaniach, z wykorzystaniem specjalizowanego oprogramowania.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                  |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                           | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | 1. Ograniczenia w modelowaniu świata rzeczywistego. Modelowanie rozmyte wybrane pakiety obliczeniowe z logiką rozmytą (fuzzy logic software) i ich zastosowania. Wprowadzenie do pakietu MATLAB. | 2                |
| <b>W2</b> | 2. Teoria zbiorów rozmytych. Operacje logiki rozmytej, ich implementacje w MATLAB-ie i Fuzzy Logic Toolbox.                                                                                      | 2                |
| <b>W3</b> | 3. Wnioskowanie rozmyte modus ponens i modus tollens, implementacje w MATLAB-ie i Fuzzy Logic Toolbox.                                                                                           | 2                |
| <b>W4</b> | 4. Model rozmyty Mamdani oraz metody wyostrzania (defuzyfikacji), implementacje w MATLAB-ie i Fuzzy Logic Toolbox, przykłady zastosowań.                                                         | 2                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                     |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W5</b> | 5. Model rozmyty Sugeno, implementacje w MATLAB-ie i Fuzzy Logic Toolbox, przykłady zastosowań.                                                                                     | 1                |
| <b>W6</b> | 6. Wybrane metody klasteryzacji (grupowania danych) i ich implementacje w Fuzzy Logic Toolbox. Konstruowanie modeli rozmytych Sugeno z wykorzystaniem klasteryzacji.                | 3                |
| <b>W7</b> | 7. Modele neuronowo-rozmyte, funkcja ANFIS. Tworzenie modeli rozmytych w oparciu o dane numeryczne z wykorzystaniem funkcji dostępnych w Fuzzy Logic Toolbox, przykłady zastosowań. | 3                |

| LABORATORIUM |                                                                                                                                     |                  |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | 1. Wprowadzenie do pakietu MATLAB, Fuzzy Logic Toolbox                                                                              | 1                |
| <b>L2</b>    | 2. Algorytmy operacji na zbiorach rozmytych i logiki rozmytej                                                                       | 2                |
| <b>L3</b>    | 3. Budowa modelu rozmytego Mamdani.                                                                                                 | 2                |
| <b>L4</b>    | 4. Budowa modelu rozmytego Sugeno                                                                                                   | 2                |
| <b>L5</b>    | 5. Tworzenie modeli rozmytych na bazie danych numerycznych, z wykorzystaniem algorytmów klasteryzacji (grupowania danych).          | 3                |
| <b>L6</b>    | 6. Modele neuronowo-rozmyte. Tworzenie modeli rozmytych w oparciu o dane numeryczne z wykorzystaniem funkcji oraz interfejsu anfis. | 3                |
| <b>L7</b>    | 7. Zaliczanie laboratorium.                                                                                                         | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia laboratoryjne

**N2** Dyskusja

**N3** Konsultacje

**N4** Praca własna w oparciu o materiały dydaktyczne przygotowane na platformie e-learningowej ELF PK

**N5** Sprawozdania z laboratoriów

**N6** Wykłady z wykorzystaniem środków audiowizualnych (rzutnik komputerowy i komputer ze specjalizowanymi programami)

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 30                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 15                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 5                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 10                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 10                                                      |
| wykonanie implementacji algorytmów i modeli                                                      | 10                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>90</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F2** Ćwiczenie praktyczne

**F3** Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Praktyczne testy laboratoryjne

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                          |
|---------------------|------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Brak kompetencji wymaganych na ocenę 3.0 |

|                     |                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi posługiwać pakietem MATLAB w stopniu podstawowym w zakresie implementacji i wizualizacji algorytmów logiki rozmytej i modeli rozmytych oraz interfejsami biblioteki Fuzzy Logic Toolbox.                    |
| NA OCENĘ 3.5        | Student spełnia kompetencje na ocenę 3.0 i dodatkowo potrafi posługiwać się interfejsem anfis.                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | Student spełnia kompetencje na ocenę 3.5 i dodatkowo wie jak zaimplementować dowolny algorytm logiki rozmytej jako opcję interfejsu biblioteki Fuzzy Logic Toolbox.                                                         |
| NA OCENĘ 4.5        | Student spełnia kompetencje na ocenę 4.0 i dodatkowo wie jak tworzyć modele rozmyte z wykorzystaniem funkcji dostępnych w bibliotece Fuzzy Logic Toolbox.                                                                   |
| NA OCENĘ 5.0        | Student spełnia kompetencje na ocenę 4.5 i dodatkowo wie jak posługiwać się wszystkimi funkcjami dostępnymi w bibliotece Fuzzy Logic Toolbox.                                                                               |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak kompetencji wymaganych na ocenę 3.0                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Student umie określić podstawowe operacje na zbiorach rozmytych, umie zdefiniować i zapisać reguły dla prostych modeli Mamdani i Sugeno oraz zaimplementować je z wykorzystaniem interfejsu biblioteki Fuzzy Logic Toolbox. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student spełnia kompetencje na ocenę 3.0 i dodatkowo umie zapisać wiedzę eksperta w postaci funkcji przynależności i reguł, dla złożonych modeli rozmytych Mamdani.                                                         |
| NA OCENĘ 4.0        | Student spełnia kompetencje na ocenę 3.5 i dodatkowo zna podstawowe zasady tworzenia modeli rozmytych w oparciu o dane numeryczne oraz ogólne zasady działania funkcji anfis.                                               |
| NA OCENĘ 4.5        | Student spełnia kompetencje na ocenę 4.0 i dodatkowo ma wiedzę dotyczącą algorytmów grupowania danych, w szczególności algorytmów klasteryzacji zaimplementowanych w bibliotece Fuzzy Logic Toolbox.                        |
| NA OCENĘ 5.0        | Student spełnia kompetencje na ocenę 4.5 i dodatkowo umie wyjaśnić jak przekształcić model rozmyty w sieć neuronową i zna szczegółowo sposób działania funkcji anfis (łącznie z jej ograniczeniami).                        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak kompetencji wymaganych na ocenę 3.0                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi określić i zaimplementować w MATLAB-ie podstawowe operacje na zbiorach rozmytych oraz wykonać podstawowe wizualizacje za pomocą grafiki dwuwymiarowej.                                                      |
| NA OCENĘ 3.5        | Student spełnia kompetencje na ocenę 3.0 i dodatkowo potrafi wykonać implementacje dowolnie wskazanego algorytmu logiki rozmytej lub funkcji przynależności w MATLAB-ie.                                                    |
| NA OCENĘ 4.0        | Student spełnia kompetencje na ocenę 3.5 i dodatkowo potrafi zdefiniować i zapisać reguły dla typowych modeli Mamdani i Sugeno i wykonać trójwymiarową wizualizację powierzchni tych modeli.                                |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.5        | Student spełnia kompetencje na ocenę 4.0 i dodatkowo potrafi wyznaczyć liczbę i centra klastarów dla wskazanego zestawu danych numerycznych i wybranego algorytmu klasteryzacji zaimplementowanego w MATLAB-ie.                       |
| NA OCENĘ 5.0        | Student spełnia kompetencje na ocenę 4.5 i dodatkowo potrafi zaimplementować w MATLAB-ie model Sugeno wygenerowany w oparciu o dane numeryczne i określoną wcześniej liczbę i centra klastarów.                                       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak kompetencji wymaganych na ocenę 3.0                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi zbudować modele rozmyte Mamdani i Sugeno z wykorzystaniem podstawowych algorytmów dostępnych poprzez wszystkie interfejsy specjalizowanej biblioteki Fuzzy Logic Toolbox.                                             |
| NA OCENĘ 3.5        | Student spełnia kompetencje na ocenę 3.0 i dodatkowo potrafi zaimplementować w MATLAB-ie dowolny algorytm logiki rozmytej i dołączyć go jako opcję własną użytkownika w interfejsie fuzzy, biblioteki Fuzzy Logic Toolbox.            |
| NA OCENĘ 4.0        | Student spełnia kompetencje na ocenę 3.5 i dodatkowo potrafi tworzyć modele rozmyte z wykorzystaniem funkcji dostępnych w bibliotece Fuzzy Logic Toolbox.                                                                             |
| NA OCENĘ 4.5        | Student spełnia kompetencje na ocenę 4.0 i dodatkowo potrafi generować modele Mamdani i Sugeno z danych numerycznych z wykorzystaniem algorytmów siatki podziału i klasteryzacji dostępnych w Fuzzy Logic Toolbox.                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Student spełnia kompetencje na ocenę 4.5 i dodatkowo potrafi zastosować funkcję anfis dla wybranych danych numerycznych.                                                                                                              |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak kompetencji wymaganych na ocenę 3.0                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi zastosować algorytmy uczenia sieci neuronowych dla doboru parametrów modelu rozmytego wygenerowanego .                                                                                                                |
| NA OCENĘ 3.5        | Student spełnia kompetencje na ocenę 3.0 i dodatkowo potrafi zastosować algorytm klasteryzacji dla określenia wstępnych parametrów budowanego modelu rozmytego Mamdani lub Sugeno.                                                    |
| NA OCENĘ 4.0        | Student spełnia kompetencje na ocenę 3.5 i dodatkowo potrafi dobrać właściwy algorytm grupowania danych (klasteryzacji) dla określenia wstępnych parametrów budowanego modelu rozmytego.                                              |
| NA OCENĘ 4.5        | Student spełnia kompetencje na ocenę 4.0 i dodatkowo zna zasady optymalizacji parametrów modeli rozmytych za pomocą algorytmów ewolucyjnych.                                                                                          |
| NA OCENĘ 5.0        | Student spełnia kompetencje na ocenę 4.5 i dodatkowo potrafi wykonać optymalizację parametrów konkluzji modelu Sugeno za pomocą algorytmu ewolucyjnego, który jest dostępny w specjalizowanej bibliotece Global Optimization Toolbox. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU                                        | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE          | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | Student poznał oprogramowanie dla implementacji modeli rozmytych i obliczeń inteligentnych.                           | Cel 1           | W1 W2 L1 L2                | N1 N2 N4 N6           | F2            |
| EK2               | Student posiada wiedzę z zakresu teorii i algorytmów logiki rozmytej, modeli Mamdani i Sugeno oraz ich implementacji. | Cel 2           | W2 W3 W4 W5<br>L2 L3 L4    | N1 N2 N3 N4 N6        | F2 F3 P1      |
| EK3               | Student potrafi zapisać i wykonać implementację wiedzy w postaci reguł.                                               | Cel 3           | W2 W3 W4 W5<br>L1 L2 L3 L4 | N1 N2 N3 N4 N6        | F2 F3 P1      |
| EK4               | Student potrafi zbudować i wykonać implementację modeli rozmytych Mamdani i Sugeno generowanych z danych liczbowych.  | Cel 4           | W5 W6 L4 L5                | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6  | F1 F2 P1      |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU                         | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK5               | Student potrafi zastosować algorytmy uczenia sieci neuronowych dla doboru parametrów modeli rozmytych. | Cel 5           | W6 W7 L5 L6       | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6  | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **A. Piegat** — *Modelowanie i sterowanie rozmyte*, Warszawa, 2009, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT
- [2] | **L. Rutkowski** — *Metody i techniki sztucznej inteligencji*, Warszawa, 2009, Wydawnictwo PWN
- [3] | **J. Łęski** — *Systemy neuronowo-rozmyte*, Warszawa, 2008, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **B. Mrozek, Z. Mrozek** — *MATLAB i SIMULINK poradnik użytkownika*, Gliwice, 2010, Helion

### LITERATURA DODATKOWA

- [1] | [http://www.mathworks.com/products/product\\_listing/index.html](http://www.mathworks.com/products/product_listing/index.html) , The MathWorks, Inc, dokumentacja

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Bogumiła Mrozek (kontakt: [bmrozek@pk.edu.pl](mailto:bmrozek@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Bogumiła Mrozek (kontakt: [bmrozek@pk.edu.pl](mailto:bmrozek@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....