

SYLABUS
DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2023-2027
 Rok akademicki 2025/2026

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	<i>systemy rozmyte</i>
Kod przedmiotu	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	<i>Instytut Informatyki, Kolegium Nauk Przyrodniczych</i>
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	<i>Instytut Informatyki, Kolegium Nauk Przyrodniczych</i>
Kierunek studiów	<i>informatyka</i>
Poziom studiów	<i>studia I stopnia</i>
Profil	<i>ogólnoakademicki</i>
Forma studiów	<i>stacjonarne</i>
Rok i semestr/y studiów	<i>rok III, semestr 5</i>
Rodzaj przedmiotu	<i>przedmiot kształcenia kierunkowego</i>
Język wykładowy	<i>polski</i>
Koordinator	<i>dr hab. Urszula Bentkowska, prof. UR</i>
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	<i>dr hab. Urszula Bentkowska, prof. UR, mgr inż. Marcin Mrukowicz</i>

1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Inne (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
5	12	12		12					2

1.2. Sposób realizacji zajęć

zajęcia w formie tradycyjnej

1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku):

zaliczenie z oceną

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Dobra znajomość logiki matematycznej i teorii mnogości, teorii zbiorów rozmytych i ich uogólnień, metod uczenia maszynowego, programowania w języku Python i obsługi pakietu MatLab.

3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE**3.1 Cele przedmiotu**

C1	Zapoznanie studentów z następującymi zagadnieniami: operacje na zbiorach rozmytych, wnioskowanie rozmyte, rozmyta wersja algorytmu k-NN, rozmyta wersja
----	---

	algorytmu k-means, podejmowanie decyzji w otoczeniu rozmytym, uogólnienia zbiorów rozmytych – zbiory przedziałowo-rozmyte i podwójnie rozmyte.
C2	Nabycie przez studentów umiejętności: doboru odpowiednich operacji rozmytych w podanych zagadnieniach, przeprowadzenia wnioskowania rozmytego metodą Mamdaniego i Takagi-Sugeno-Kanga, zastosowania rozmytych wersji algorytmu k-NN, k-means, rozwiązywanie problemów decyzyjnych w otoczeniu rozmytym, doboru odpowiednich operacji przedziałowo-rozmytych i podwójnie rozmytych w podanych zastosowaniach.

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych ¹
EK_01	Student posiada wiedzę na temat operacji na zbiorach rozmytych i ich podstawowych uogólnieniach. Zna różne modele wnioskowania rozmytego, zna podstawowe rozmyte wersje algorytmów k-NN, k-means oraz zna zagadnienia podejmowania decyzji w otoczeniu rozmytym.	K_Wo4
EK_02	Student potrafi rozwiązywać problemy dotyczące: doboru odpowiednich operacji dla różnych zagadnień dotyczących zbiorów rozmytych i ich uogólnień. Student potrafi dobrać metody wnioskowania rozmytego oraz zastosować rozmyte wersje algorytmów k-NN, k-means a także potrafi rozwiązać problemy podejmowania decyzji w otoczeniu rozmytym.	K_Uo2

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Operacje na zbiorach i relacjach rozmytych: - negacje - koniunkcje i alternatywy - implikacje i równoważności - składanie relacji rozmytych
Wnioskowanie rozmyte: - typu Mamdaniego - typu Takagi-Sugeno-Kanga - typu Tsukamoto Systemy neuronowo-rozmyte (ANFIS)
Rozmyte wersje algorytmów eksploracji danych: - k-NN - k-means
Podejmowanie decyzji w otoczeniu rozmytym: - rozmyte cele, ograniczenia i decyzje - rozmyta metoda Delphi - rozmyta metoda Pert

¹ W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

Uogólnienia zbiorów rozmytych:

- zbiory przedziałowo-rozmyte
- zbiory podwójnie rozmyte
- zastosowania uogólnień zbiorów rozmytych do modelowania informacji niepewnej/niepełnej w szczególności wnioskowanie przedziałowo-rozmyte

B. Problematyka ćwiczeń audytoryjnych

Rozwiązywanie problemów doboru odpowiednich operacji dla różnych zagadnień dotyczących zbiorów rozmytych.

Stosowanie metod wnioskowania rozmytego typu Mamdaniego, Takagi-Sugeno-Kanga i Tsukamoto.

Stosowanie rozmytych wersji algorytmów k-NN, k-means.

Rozwiązywanie problemów decyzyjnych w otoczeniu rozmytym.

Stosowanie operacji przedziałowych i modelowania przedziałowego na przykładzie wybranych algorytmów w szczególności wnioskowania przedziałowo-rozmytego.

C. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

Rozwiązywanie problemów doboru odpowiednich operacji dla różnych zagadnień dotyczących zbiorów rozmytych.

Stosowanie metod wnioskowania rozmytego typu Mamdaniego, Takagi-Sugeno-Kanga i Tsukamoto oraz ANFIS.

Stosowanie rozmytych wersji algorytmów k-NN, k-means.

Stosowanie operacji przedziałowych i modelowania przedziałowego na przykładzie wybranych algorytmów w szczególności wnioskowania przedziałowo-rozmytego.

3.4 Metody dydaktyczne

wykład: wykład z prezentacją multimedialną

ćwiczenia: praca w grupach (rozwiązywanie zadań, dyskusja)

ćwiczenia laboratoryjne: projektowanie wykonywanie zadań programistycznych, metoda projektów.

4. METODY I KRYTERIA OCENY

4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w, ćw, ...)
EK_01	kolokwium, projekt, test sprawdzający wiedzę z wykładu	w, ćw, lab
EK_02	kolokwium, projekt	ćw, lab

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie ćwiczeń następuje na podstawie oceny z kolokwium pisemnego.

Student otrzymuje ocenę **niedostateczny**, gdy co najmniej jeden z efektów uczenia się nie został osiągnięty.

Student otrzymuje ocenę **dostateczny**, gdy przeciętnie każdy z weryfikowanych efektów zostanie osiągnięty na poziomie, co najmniej 3.0.

Student otrzymuje ocenę **dostateczny plus**, gdy przeciętnie każdy z weryfikowanych efektów zostanie osiągnięty na poziomie, co najmniej 3.25.

Student otrzymuje ocenę **dobry**, gdy ocena z zaliczenia każdego spośród weryfikowanych efektów wyniesie, co najmniej 3.75.

Student otrzymuje ocenę **dobry plus**, gdy ocena z zaliczenia każdego spośród weryfikowanych efektów wyniesie, co najmniej 4.25.

Student otrzymuje ocenę **bardzo dobry**, gdy ocena z zaliczenia każdego spośród weryfikowanych efektów wyniesie, co najmniej 4.75.

Zaliczenie laboratorium następuje na podstawie oceny projektu.

Ocena 2.0 Nie oddano części praktycznej projektu i dokumentacji.

Ocena 3.0 Wykonano projekt dotyczący wnioskowania/sterowania rozmytego, który charakteryzuje się zastosowaniem zaniżonej liczby zmiennych wejściowych i wyjściowych, względem rozważanego problemu. Ocena jest wystawiana również, jeżeli zastosowano zaniżoną liczbę funkcji przynależności do zmiennych wejściowych/wyjściowych. Inna poważna wada projektu, to zamodelowanie problemu, gdzie występują zmienne typowo binarne i gdzie nie ma niejednoznaczności, zatem który nie powinien być rozwiązywany za pomocą wnioskowania rozmytego. Skutkuje to oddaniem projektu, który może być opisany jako trywialny i który nie modeluje w wystarczający sposób rozważanego problemu. Istnieją obiektywne przesłanki, które pozwalają stwierdzić nieadekwatność zaproponowanego rozwiązania (tzn. analiza reguł i uruchomienie symulacji, pozwalają stwierdzić empirycznie, że zaproponowane rozwiązanie problemu nie działa w sposób satysfakcjonujący). Dokumentacja jest wykonana pobieżnie, brakuje zarówno dokładnego opisu rozważanego problemu, analizy zaproponowanego rozwiązania, uzasadnienia dla zastosowanych funkcji przynależności i zaproponowanych reguł.

Ocena 3.5 Wykonano projekt dotyczący wnioskowania/sterowania rozmytego, który charakteryzuje się dość dobrym rozwiązaniem rozważanego problemu. Projekt może posiadać drobne uchybienia i nieścisłości, ale jako całość jest sensowny i można empirycznie stwierdzić adekwatność zaproponowanego rozwiązania. Projekt nie posiada wad wymienionych w przypadku oceny 3.0. dokumentacja projektu jest wykonana poprawnie.

Ocena 4.0

1. Ocena jest przyznawana za dobrze wykonany projekt z wnioskowania rozmytego/sterowania rozmytego. Oznacza to, że od strony empirycznej można stwierdzić adekwatność zaproponowanego rozwiązania problemu, nie istnieje żadne drobne uchybienie, ani nieścisłość;

całość odznacza się spójnością. Dokumentacja jest wykonana wzorowo.

2. Ocena jest przyznawana za pobieżne wykonanie projektu z algorytmu sztucznej inteligencji. Oznacza to niedokładne opisanie danego algorytmu i niedokładne porównanie z wersją ostrą tego algorytmu. Opisano również zbyt pobieżnie uzyskane wyniki dla zbiorów uczących. Nie daje to podstaw do stwierdzenia, że student dokładnie rozumie poruszany problem i widzi różnice i potencjalne korzyści płynące z zastosowania rozmytego algorytmu względem ostrego.

Ocena 4.5

1. Ocena jest przyznawana za dobrze wykonany projekt z wnioskowania rozmytego/sterowania rozmytego, gdzie dodatkowo wykorzystano uogólnienia zbiorów rozmytych (np. przedziałowo-rozmyte wnioskowanie Mamdaniego, Takagi-Sugeno-Kanga). Oznacza to, że od strony empirycznej można stwierdzić adekwatność zaproponowanego rozwiązania problemu, nie istnieje żadne drobne uchybienie, ani nieścisłość; całość odznacza się spójnością. Dokumentacja jest wykonana wzorowo.

2. Ocena jest przyznawana za dokładne wykonanie projektu z algorytmu sztucznej inteligencji. Oznacza to dokładne opisanie danego algorytmu i dokładne porównanie z wersją ostrą tego algorytmu. Opisano również sensownie uzyskane wyniki dla zbiorów uczących. Pokazano różnice w wynikach uzyskanych przez wersję ostrą i rozmytą dla każdego zbioru danych. W dokumentacji projektu, znajduje się opis wykonanych badań. Daje to podstawy do stwierdzenia, że student dokładnie rozumie poruszany problem.

Ocena 5.0 Ocena jest przyznawana za dokładne wykonanie projektu, gdzie zastosowano ANFIS i wykonano jego porównanie z dowolną sztuczną siecią neuronową. Oznacza to dokładne opisanie obydwu algorytmów i pokazanie różnic w wynikach uzyskanych przez algorytmy dla każdego zbioru danych. Opisano również sensownie uzyskane wyniki dla zbiorów uczących. W dokumentacji projektu, znajduje się opis wykonanych badań. Daje to podstawy do stwierdzenia, że student/ka dokładnie rozumie poruszany problem.

Zaliczenie wykładu następuje na podstawie uzyskania pozytywnej oceny z testu sprawdzającego wiedzę z wykładu.

5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe wynikające z harmonogramu studiów	36
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	1
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	20
SUMA GODZIN	57
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	2

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	nie dotyczy
zasady i formy odbywania praktyk	nie dotyczy

7. LITERATURA

Literatura podstawowa: L. Rutkowski, Metody i techniki sztucznej inteligencji, PWN, Warszawa 2018. A. Łachwa, Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2001.
Literatura uzupełniająca: D. Rutkowska, L. Rutkowski, M. Piliński, Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte, PWN, Warszawa 1997. B. Kostek, P. Szczuko, Skrypt do przedmiotu sztuczna inteligencja w medycynie, Politechnika Gdańska 2015. Fuzzy Logic Toolbox for use with MATLAB, User's Guide.