

SYLABUS
DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2026/2027 - 2029/2030
Rok akademicki 2027/2028

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	<i>systemy rozmyte</i>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	<i>Instytut Informatyki, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych</i>
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	<i>Instytut Informatyki, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych</i>
Kierunek studiów	<i>sztuczna inteligencja</i>
Poziom studiów	<i>studia I stopnia</i>
Profil	<i>ogólnoakademicki</i>
Forma studiów	<i>stacjonarne</i>
Rok i semestr/y studiów	<i>rok II, semestr 4</i>
Rodzaj przedmiotu	<i>przedmiot kierunkowy</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</i>

* - *opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce*

1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Inne (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
4	15			15					2

1.2. Sposób realizacji zajęć

zajęcia w formie tradycyjnej

1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku)

wykład – zaliczenie bez oceny, laboratoria – zaliczenie z oceną

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Dobra znajomość logiki matematycznej i teorii mnogości, metod uczenia maszynowego, programowania w języku Python. Podstawowa znajomość języka C.

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, uogólnienia zbiorów rozmytych – zbiory przedziałowo-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, doboru odpowiednich operacji przedziałowo-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.	K_Wo1, K_Wo4
EK_02	Student potrafi rozwiązywać problemy dotyczące: doboru odpowiednich operacji dla różnych zagadnień dotyczących zbiorów rozmytych i ich uogólnień. Student potrafi zastosować metody wnioskowania/sterowania rozmytego oraz zastosować rozmyte wersje algorytmów k-NN, k-means.	K_Uo8

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Rozmyte spójniki logiczne (negacje, koniunkcje, alternatywy, implikacje, równoważności).
Operacje na zbiorach rozmytych i relacjach rozmytych (w tym składanie relacji rozmytych).
Wnioskowanie rozmyte typu Mamdaniego, typu Takagi-Sugeno-Kanga i typu Tsukamoto.
Systemy neuronowo-rozmyte (ANFIS).
Rozmyte wersje algorytmów uczenia maszynowego: k-NN, k-means.
Zbiory przedziałowo-rozmyte jako uogólnienia zbiorów rozmytych stosowane do modelowania informacji niepewnej/niepełnej. Działania na zbiorach przedziałowo-rozmytych.
Wnioskowanie przedziałowo-rozmyte.

B. Problematyka laboratoriów

Rozwiązywanie problemów doboru odpowiednich operacji dla różnych zagadnień dotyczących zbiorów rozmytych.
Stosowanie metod wnioskowania/sterowania rozmytego typu Mamdaniego, Takagi-Sugeno-Kanga i Tsukamoto oraz ANFIS.
Stosowanie rozmytych wersji algorytmów k-NN, k-means.

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

Stosowanie operacji przedziałowych i modelowania przedziałowego w zagadnieniach sterowania/wnioskowania przedziałowo-rozmytego.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną

Laboratorium: 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, lab)
EK_01	projekt, test	w, lab
EK_02	projekt, test, obserwacja na zajęciach	w, lab

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

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 zaliczenia testu dotyczącego zagadnień teoretycznych, który będzie oceniany na punkty, przy czym ocena „zal.” przyznawana jest w przypadku uzyskania co najmniej 50% sumy punktów.

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

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny z harmonogramu studiów	30
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	4
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	16
SUMA GODZIN	50
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	2

* Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	–
zasady i formy odbywania praktyk	–

7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

1. L. Rutkowski, Metody i techniki sztucznej inteligencji, PWN, Warszawa 2018.
2. A. Łachwa, Rozmyty świat zbiorów, liczb, relacji, faktów, reguł i decyzji, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2001.

Literatura uzupełniająca:

1. D. Rutkowska, L. Rutkowski, M. Piliński, Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte, PWN, Warszawa 1997.
2. B. Kostek, P. Szczuko, Skrypt do przedmiotu sztuczna inteligencja w medycynie, Politechnika Gdańska 2015.
3. L. Zha, J. Liu, J. Liu red., Fuzzy Modeling and Fuzzy Control Systems, MDPI 2024, dostęp on-line.
4. J. Zhang, M. Wang red., Neural Networks, Fuzzy Systems and Other Computational Intelligence Techniques for Advanced Process Control, MDPI 2024, dostęp on-line.