

**SYLABUS**

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2020-2024

Rok akademicki 2023/2024

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<i>systemy rozmyte</i>
Kod przedmiotu	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	<i>Kolegium Nauk Przyrodniczych</i>
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	<i>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 IV, semestr 7</i>
Rodzaj przedmiotu	<i>przedmiot kształcenia kierunkowego</i>
Język wykładowy	<i>polski</i>
Koordynator	<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
7	15	15		15					4

**1.2. Sposób realizacji zajęć**

zajęcia w formie tradycyjnej

**1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku):**

egzamin

**2. WYMAGANIA WSTĘPNE**

Elementy logiki i teorii mnogości, sztuczna inteligencja w zakresie uczenia maszynowego, programowanie obiektowe
--

### 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, rozmyte drzewa decyzyjne, 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 i drzew decyzyjnych, 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 <sup>1</sup>
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 i drzew decyzyjnych oraz zna zagadnienia podejmowania decyzji w otoczeniu rozmytym.	K_Wo4, K_Wo7
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 i drzew decyzyjnych a także potrafi rozwiązać problemy podejmowania decyzji w otoczeniu rozmytym.	K_U01, K_U05, K_U11, K_U12

#### 3.3 Treści programowe

##### A. Problematyka wykładu

Operacje na zbiorach i relacjach rozmytych: <ul style="list-style-type: none"><li>- negacje</li><li>- koniunkcje i alternatywy</li><li>- implikacje i równoważności</li><li>- składanie relacji rozmytych</li></ul>
Wnioskowanie rozmyte: <ul style="list-style-type: none"><li>- typu Mamdaniego</li><li>- typu Takagi-Sugeno-Kanga</li></ul>

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

- typu Tsukamoto Systemy neuronowo-rozmyte (ANFIS)
Rozmyte wersje algorytmów eksploracji danych: - k-NN - k-means - drzewa decyzyjne
Podjmowanie decyzji w otoczeniu rozmytym: - rozmyte cele, ograniczenia i decyzje - rozmyta metoda Delphi - rozmyta metoda Pert
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.
Stosowanie rozmytych wersji algorytmów k-NN, k-means i drzew decyzyjnych; algorytm ANFIS.
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, egzamin pisemny (test)	W, ćw, lab
EK_02	kolokwium, projekt, egzamin pisemny (test)	W, 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, Sugeno). 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 laboratorium i ćwiczeń.

Egzamin – przeprowadzany jest test dotyczący zagadnień teoretycznych. Ocena końcowa zależy od średniej ważonej: 50% ocena testu (teoria)+25% ocena z ćwiczeń +25% ocena z laboratorium. Progi do wystawiana oceny końcowej są identyczne do obowiązujących dla uzyskania oceny na dyplomie ukończenia studiów.

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

<b>Forma aktywności</b>	<b>Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności</b>
Godziny kontaktowe wynikające z harmonogramu studiów	45
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	2
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	53
<b>SUMA GODZIN</b>	<b>100</b>
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>4</b>

**6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU**

wymiar godzinowy	nie dotyczy
zasady i formy odbywania praktyk	nie dotyczy

**7. LITERATURA**

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

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej