**Nazwa przedmiotu:**

Uczenie maszynowe

**Koordynator przedmiotu:**

Rajmund Kożuszek

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Informatyka

**Grupa przedmiotów:**

Sztuczna inteligencja

**Kod przedmiotu:**

UMA

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. liczba godzin kontaktowych – 35 godz.,w tym:
a. obecność na wykładach: 30 godz.,
b. udział w konsultacjach związanych z treścią wykładu: 1 godz.,
c. udział w konsultacjach związanych z realizacją projektu: 4 godz.,
2. praca własna studenta – 75 godz., w tym:
a. przygotowanie do wykładów (przejrzenie materiałów z wykładu i dodatkowej literatury, próba rozwiązania ćwiczeń domowych sformułowanych na wykładzie): 15 godz.,
b. realizacja projektu: 10 godz. (zapoznanie się z literaturą i oprogramowaniem) + 30 godz. (wykonanie zadań projektowych) + 10 godz. (sporządzenie dokumentacji) = 50 godz.,
c. przygotowanie do kolokwium: 10 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 110 godz., co odpowiada 4 punktom ECTS.

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

1.25 pkt. ECTS, co odpowiada 35 godzinom kontaktowym

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 pkt. ECTS, co odpowiada 50 godz. realizacji projektu

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawy informatyki i programowania, Wstęp do sztucznej inteligencji

**Limit liczby studentów:**

60

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z elementami teorii oraz podstawowymi algorytmami uczenia maszynowego. Jest to wiodący obszar badań naukowych w zakresie sztucznej inteligencji, a opracowane w wyniku tych badań algorytmy znajdują liczne zastosowania praktyczne. Przegląd wybranych algorytmów uczenia się, poprzedzony dyskusją podstaw teoretycznych niezbędnych do zrozumienia ich możliwości i ograniczeń, przygotowuje studentów do ich stosowania i implementowania, a także do głębszego zapoznania się z tą tematyką w ramach oferowanych przedmiotów obieralnych.

Dzięki ograniczeniu zakresu przedmiotu do najważniejszych wyników teoretycznych oraz algorytmów stosunkowo prostych koncepcyjnie i implementacyjne mogą być one prezentowane szczegółowo i przystępnie. Aby ułatwić pełne i poprawne zrozumienie omawianych na wykładzie zagadnień teoretycznych oraz mechanizmów działania algorytmów, są one ilustrowane przykładami. Wykład jest prowadzony z wykorzystaniem metody interaktywnego nauczania (interactive classroom teaching), przez angażowanie studentów w dyskusję i stymulowanie ich aktywnego udziału w analizowaniu właściwości omawianych algorytmów oraz śledzeniu przykładów ich działania. Projekt daje okazję do zdobycia doświadczeń praktycznych w zakresie implementowania i stosowania algorytmów uczenia się.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu
1. Wprowadzenie do uczenia się (2 godz.)
Definicja uczenia się; wnioskowanie indukcyjne; rodzaje uczenia się; przykłady zastosowań systemów uczących się; zadanie uczenia się pojęć (klasyfikacji); błąd hipotezy; nadmierne dopasowanie; obciążenie indukcyjne.
2. Podstawy obliczeniowej teorii uczenia się (4 godz.)
Model PAC; przestrzeń wersji; spójne i agnostyczne uczenie się; wymiar VC; model ograniczania pomyłek; praktyczne wnioski z teorii.
3. Przeszukiwanie przestrzeni wersji (2 godz.)
Częściowy porządek przestrzeni hipotez; ograniczenie ogólne i szczegółowe przestrzeni wersji; algorytm eliminacji kandydatów; generalizacja i specjalizacja hipotez; algorytm połowienia.
4. Indukcja zbiorów reguł (4 godz.)
Reprezentacja hipotez za pomocą zbiorów reguł; sekwencyjne pokrywanie; mechanizmy specjalizacji warunków reguł; ocena jakości warunków reguł; unikanie nadmiernego dopasowania.
5. Indukcja drzew decyzyjnych (4 godz.)
Reprezentacja hipotez za pomocą drzew; zstępująca budowa drzewa; kryteria stopu i wyboru podziału; unikanie nadmiernego dopasowania.
6. Klasyfikatory liniowe (2 godz.)
Reprezentacja hipotez za pomocą modelu liniowego; liniowa separowalność; wyznaczanie liniowej granicy decyzyjnej.
7. Ocena jakości klasyfikatorów (2 godz.)
Macierz pomyłek; wskaźniki jakości oparte na macierzy pomyłek; analiza ROC; walidacja krzyżowa.
8. Uczenie się języków regularnych (2 godz.)
Reprezentacja hipotez za pomocą automatów skończonych; zapytania o przynależność i równoważność; algorytm L\*; sekwencje sprowadzające.
9. Uczenie się ze wzmocnieniem (4 godz.)
Scenariusz uczenia się na podstawie nagród; procesy decyzyjne Markowa; strategie i funkcje wartości; uczenie się funkcji wartości i funkcji wartości akcji; reprezentacja funkcji wartości; strategie eksploracji.
10. Zastosowania (2 godz.)
Wybrane przykłady praktycznych zastosowań algorytmów uczenia maszynowego.

PROJEKT
Celem jest samodzielne zastosowanie metod z obszaru uczenia maszynowego w praktyce. Projekt realizowany w zespołach 2-osobowych będzie swoim zakresem obejmować:
1. eksperymenty z użyciem dostępnych bibliotek dostarczających implementacji algorytmów uczenia maszynowego,
2. samodzielną implementację lub modyfikację dostępnej implementacji algorytmu uczenia maszynowego i badanie jego właściwości,
3. zadania wymagające doboru odpowiednich metod uczenia maszynowego, ich zastosowania oraz zaraportowania i oceny jakości uzyskanych wyników.

**Metody oceny:**

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:
● wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo,
● projekt realizowany samodzielnie w zespołach,
● konsultacje.
Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:
● ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na sprawdzianie pisemnym,
● ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych – ocena wykonanych prac implementacyjnych, eksperymentalnych i jakości dokumentacji,
● formatywną ocenę związaną z rozwiązywaniem ćwiczeń domowych formułowanych na wykładzie, udziałem w konsultacjach i interaktywną formą prowadzenia wykładu.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. T. Mitchell: Machine Learning. McGraw Hill, 1997.
2. I. H. Witten, E. Frank, M. A. Hall, C. J. Pal: Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. Morgan Kaufmann, 2016.
3. Y. S. Abu-Mostafa, M. Magdon-Ismail, H.-T. Lin: Learning from Data: A Short Course. AMLBook, 2012.
4. P. Cichosz: Systemy uczące się. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2001, 2007.
5. Biblioteka Weka.
6. Pakiety języka R (m.in. rpart, e1071, ReinforcementLearning, RWeka).
7. Pakiety języka Python (m.in. scikit-learn, gym).

**Witryna www przedmiotu:**

https://usosweb.usos.pw.edu.pl/kontroler.php?\_action=katalog2/przedmioty/pokazPrzedmiot&prz\_kod=103A-INSZI-ISP-UMA

**Uwagi:**

(-)

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

zna podstawowy obliczeniowej teorii uczenia się

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W02:**

zna zasady działania i właściwości algorytmów indukcji reguł

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W03:**

zna zasady działania i właściwości algorytmów indukcji drzew decyzyjnych

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W05, W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W04:**

zna zasady działania i właściwości klasyfikatorów liniowych

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W05:**

zna zasady działania i właściwości podstawowych algorytmów uczenia się języków regularnych

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W06:**

zna zasady działania i właściwości podstawowych algorytmów uczenia się ze wzmocnieniem

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

potrafi wykorzystywać elementy obliczeniowej teorii uczenia się do oceny złożoności zadań i wymaganej liczby przykładów trenujących

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o, P6U\_U

**Charakterystyka U02:**

potrafi dokonać analizy przebiegu wykonania algorytmów uczenia się i zweryfikować ich wyniki

Weryfikacja:

kolokwium, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U01, U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U03:**

potrafi oceniać jakość klasyfikatorów

Weryfikacja:

kolokwium, projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U04:**

potrafi implementować podstawowe algorytmy uczenia się i stosować je do zadań praktycznych

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U04, U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

stosuje właściwe metody komunikacji ustnej i pisemnej w zakresie formułowania zadań uczenia się i przedstawiania wyników algorytmów uczenia maszynowego

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KK

**Charakterystyka K02:**

efektywnie współpracuje w zespole przy pracach implementacyjnych i badawczych dotyczących uczenia maszynowego

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KK