**Nazwa przedmiotu:**

Uczenie się maszyn

**Koordynator przedmiotu:**

Paweł CICHOSZ

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

UM

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

108
1. udział w wykładach: 15 x 2 godz. = 30 godz.
2. przygotowanie do kolejnych wykładów i realizacji projektu (przejrzenie materiałów z wykładu i dodatkowej literatury, próba rozwiązania ćwiczeń domowych sformułowanych na wykładzie): 15 x 20 min. = 5 godz.
2. udział w konsultacjach związanych z realizacją projektu: 6 x 30 min. = 3 godz.
3. realizacja zadań projektowych: 60 godz. (w tym zapoznanie się z literaturą, analiza zadania, implementacja algorytmów, strojenie parametrów, przeprowadzenie badań, sporządzenie dokumentacji)
4. przygotowanie do egzaminu: 10 godz.
Razem: 30 + 5 + 3 + 60 + 10 = 108 godz.

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

wykład: 30 godz.
konsultacje: 3 godz.
razem 33 godz. (1 punkt ECTS)

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2
projekt 60 godz.
konsultacje: 3 godz.
razem: 63 godz. (2 punkty ECTS)

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

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

**Wymagania wstępne:**

Umiejętność programowania w dowolnym języku programowania ogólnego przeznaczenia.

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

1. Zapoznanie studentów z podstawami teoretycznymi, mechanizmami działania i zastosowaniami najważniejszych algorytmów uczenia się.
2. Ukształtowanie podstawowych umiejętności w zakresie implementacji algorytmów uczenia się i ich stosowania do rozwiązywania zadań praktycznych.

**Treści kształcenia:**

Plan wykładu:
1. Rola uczenia się w sztucznej inteligencji. Klasyfikacja metod uczenia się. Podstawowa terminologia i notacja.
2. Obliczeniowa teoria uczenia się. Model PAC i jego zastosowanie do wyznaczania ograniczeń na liczbę przykładów trenujących.
3. Wymiar VC. Brzytwa Ockhama. Przestrzenie wersji.Praktycznie konsekwencje obliczeniowej teorii uczenia się.
4. Ogólne i szczegółowe ograniczenie przestrzeni wersji. Algorytm eliminacji kandydatów.
5. Reprezentacja hipotez za pomocą zbiorów reguł. Przeszukiwanie przestrzeni kompleksów. Algorytmy AQ i CN2.
6. Reprezentacja hipotez za pomocą drzew decyzyjnych. Zstępujące konstruowanie drzewa. Kryteria stopu. Kryteria wyboru testu.
7. Kryteria wyboru testu. Konwersja drzew do zbiorów reguł. Przycinanie drzew decyzyjnych i zbiorów reguł.
8. Indukcyjne programowania logicznego jako uczenie się pojęć opisanych w logice predykatów. Podstawy logiki predykatów.
9. Schemat działania algorytmu FOIL. Ocena jakości literałów.
10. Reprezentacja hipotez za pomocą automatów skończonych. Informacja trenująca do uczenia się automatów. Tablica obserwacji i konstrukcja automatu w algorytmie L\*.
11. Rezygnacja z zapytań o równoważność w algorytmie L\*. Użycie sekwencji sprowadzających w algorytmie L\*.
12. Zadanie uczenia się ze wzmocnieniem. Procesy decyzyjne Markowa. Podstawy programowania dynamicznego.
13. Algorytmy uczenia się ze wzmocnieniem oparte na metodach różnic czasowych.
14. Reprezentacja funkcji wartości w uczeniu się ze wzmocnienieniem. Równoważenie eksploracji i eksploatacji.
Zakres projektu:
Projekt polega na implementacji wybranych algorytmów uczenia się i ich zastosowaniu do realistycznie symulowanych zadań praktycznych.

**Metody oceny:**

Ocena sumatywna oparta na wynikach egzaminu, wstępnej dokumentacji oraz realizacji projektu.
Ocena formatywna na podstawie interakcji ze studentami w czasie wykładu (wspólne wykonywanie przykładów), rozwiązań ćwiczeń domowych formułowanych na wykładzie oraz pytań w ramach konsultacji.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Mitchell, T. (1997). Machine Learning. McGraw-Hill.
2. Cichosz, P. (2000, 2007). Systemy uczące się. WNT.
3. Publikacje w czasopismach (m.in. Machine Learning, Journal of Machine Learning Research, Artificial Intelligence, Journal of Artificial Intelligence Research) i materiałach konferencji (m.in. International Conference on Machine Learning).

**Witryna www przedmiotu:**

http://www.ise.pw.edu.pl/~cichosz/um

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka UM\_W1:**

ma wiedzę umożliwiającą wykorzystanie elementów obliczeniowej teorii uczenia się do oceny złożoności zadań uczenia się i wymaganej liczby przykładów trenujących

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka UM\_W2:**

ma wiedzę niezbędną do analizy przebiegu wykonania algorytmów uczenia się pojęć i weryfikacji ich wyników

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka UM\_W3:**

ma wiedzę niezbędną do analizy przebiegu wykonania algorytmów indukcyjnego programowania logicznego i weryfikacji ich wyników

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka UM\_W4:**

ma wiedzę niezbędną do analizy przebiegu wykonania algorytmów uczenia się automatów skończonych i weryfikacji ich wyników

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka UM\_W5:**

ma wiedzę niezbędną do wykorzystania elementów teorii procesów decyzyjnych Markowa i programowania dynamicznego do wartościowania i porównywania strategii decyzyjnych

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka UM\_W6:**

ma wiedzę niezbędną do analizy przebiegu wykonania algorytmów uczenia się ze wzmocnieniem i weryfikacji ich wyników

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka UM\_U1:**

potrafi formułować praktyczne zadania inżynierskie jako zadania uczenia się

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U04, K\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka UM\_U2:**

potrafi implementować algorytmy uczenia się oraz oceniać i stosować ich wyniki

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02, K\_U08, K\_U11, K\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka UM\_U3:**

potrafi prezentować przyjęte sformułowanie zadania uczenia się, opisywać algorytmy uczenia się oraz dokumentować plan i przebieg eksperymentów z ich wykorzystaniem

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05, K\_U06, K\_U07, K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka UM\_K1:**

potrafi przezwyciężać trudności związane ze złożonością algorytmów uczenia się lub niezadowalającymi wynikami ich działania przez pozyskiwanie dodatkowych informacji oraz aktywne poszukiwanie środków zaradczych

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01, K\_K05, K\_K06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**