

Wydziałowa Komisja Akredytacji Przedmiotów (WKAP)

Autorzy:

dr inż. Paweł Cichosz

dr inż. Paweł Zawistowski

Uczenie maszynowe (UMA) Machine Learning

Poziom kształcenia: I stopień

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: stacjonarna

Kierunek studiów: Informatyka

Specjalność: Sztuczna inteligencja

Grupa przedmiotów:

Poziom przedmiotu: podstawowy

Status przedmiotu: obowiązkowy dla specjalności

Język przedmiotu: polski

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): 5

Minimalny numer semestru: 4

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Podstawy informatyki i programowania (PIP)

Wstęp do sztucznej inteligencji (WSI)

Limit liczby studentów: 60

Powód zgłoszenia przedmiotu: nowy program studiów na kierunku Informatyka

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.

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 sprawdzające.

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.

Treść kształcenia – streszczenie w jęz. angielskim:

The objective of the course is to familiarize students with elements of the theory and basic algorithms of machine learning (ML). ML is a leading area of scientific research in the field of artificial intelligence, and the algorithms developed as a result of this research find many practical applications. A review of selected learning algorithms, preceded by a discussion of theoretical foundations necessary to understand the strengths and limitations of these methods, prepares students for their application and implementation, as well as provides the foundations needed for further studies of this subject within the offered elective courses.

The scope of the course is limited to the most important theoretical results and algorithms, which are both relatively simple conceptually and not difficult to implement. This makes it possible to present them in a detailed detailed and accessible way. In

order to facilitate the full and correct understanding of the theoretical matters and the internals of algorithms discussed in the lecture, they are illustrated with examples. The lectures are carried out using the interactive classroom teaching approach, by engaging students in discussion and stimulating active participation in analyzing the properties of presented algorithms as well as tracing examples of their operation. The project gives an opportunity to gain practical experience in the implementation and application of learning algorithms.

Egzamin: NIE

Literatura i oprogramowanie:

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-Ismael, 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).

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P
	30	–	–	15

Przewidywane formy kształcenia i organizacja przedmiotu

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.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4 pkt.

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia:

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.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt. ECTS, co odpowiada 50 godz. realizacji projektu.

Efekty kształcenia/uczenia się

efekty kształcenia/uczenia się	forma realizacji zajęć/technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)*	odniesienia do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			
w1: zna podstawowy obliczeniowej teorii uczenia się	wykład	kolokwium	W06
w2: zna zasady działania i właściwości algorytmów indukcyj	wykład	kolokwium	

reguł			
w3: zna zasady działania i właściwości algorytmów indukcji drzew decyzyjnych	wykład	kolokwium	W05, W06
w4: zna zasady działania i właściwości klasyfikatorów liniowych	wykład	kolokwium	W06
w5: zna zasady działania i właściwości podstawowych algorytmów uczenia się języków regularnych	wykład	kolokwium	
w6: zna zasady działania i właściwości podstawowych algorytmów uczenia się ze wzmocnieniem	wykład	kolokwium	
UMIEJĘTNOŚCI			
u1: potrafi wykorzystywać elementy obliczeniowej teorii uczenia się do oceny złożoności zadań i wymaganej liczby przykładów trenujących	wykład	kolokwium	U01
u2: potrafi dokonać analizy przebiegu wykonania algorytmów uczenia się i zweryfikować ich wyniki	wykład, projekt	kolokwium, projekt	U01, U03
u3: potrafi oceniać jakość klasyfikatorów	wykład, projekt	kolokwium, projekt	U03
u4: potrafi implementować podstawowe algorytmy uczenia się i stosować je do zadań praktycznych	projekt	projekt	U04, U07
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
ks1: stosuje właściwe metody komunikacji ustnej i pisemnej w zakresie formułowania zadań	projekt	projekt	KS01

uczenia się i przedstawiania wyników algorytmów uczenia maszynowego			
k2: efektywnie współpracuje w zespole przy pracach implementacyjnych i badawczych dotyczących uczenia maszynowego	projekt	projekt	

* Wymienione sposoby weryfikacji (oceny) dotyczą oceny sumatywnej; ocenie formatywnej służą przede wszystkim konsultacje, ćwiczenia domowe formułowane na wykładzie oraz interaktywna forma prowadzenia wykładu, w tym wspólne analizowanie przykładów ilustrujących zasady działania i właściwości algorytmów uczenia się.

Data i podpis autora (kierownika zespołu autorskiego): później