**Nazwa przedmiotu:**

Maszynowe uczenie

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. inż. Maciej Kozłowski, Wydział Transportu, Zakład Systemów Informatycznych i Mechatronicznych w Transporcie

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Transport

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

84 godz. (w tym: praca na wykładach 30 godz., praca na ćwiczeniach laboratoryjnych 15 godz., studiowanie literatury przedmiotu 15 godz., konsultacje 5 godz., praca dotycząca przygotowania sprawozdań 10 godz., praca poświęcona na rozwiązanie zadania indywidualnego 9 godz.)

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

2 ECTS (48 godz., w tym: praca na wykładzie – 30 godz., laboratorium – 15 godz., konsultacje – 3 godz.)

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1 ECTS (33 godz., w tym: praca na ćwiczeniach laboratoryjnych 15 godz., konsultacje w zakresie ćwiczeń laboratoryjnych 3 godz., zapoznanie się ze stosowanym oprogramowaniem 5 godz., wykonanie sprawozdań 10 godz.)

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

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

**Wymagania wstępne:**

Znajomość podstaw: logiki, algebry liniowej, matematyki dyskretnej, metod numerycznych, programowania.

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Wprowadzenie do dziedziny sztucznej inteligencji i problematyki tworzenia systemów posiadających zdolność uczenia się z nauczycielem i bez nauczyciela

**Treści kształcenia:**

Wykład: Wprowadzenie do zagadnień sztucznej inteligencji i problematyki tworzenia systemów posiadających zdolność uczenia. Uczenie z nauczycielem i bez. Uczenie parametryczne i strukturalne.
Wybrane zagadnienia z algebry liniowej, statystyki, teorii grafów, i metod numerycznych mających związek z maszynowym uczeniem. Analiza głównych składowych PCA, zmienne losowe, niezależność, niezależność warunkowa, rozkłady prawdopodobieństwa, rozkłady mieszane i zmienne utajnione, funkcje logistyczno – sigmoidalne, prawo Bayesa, statystyki Bayesa, teoria informacji i strukturalne modele probabilistyczne, metoda maksymalnej wiarygodności, algorytmy generatywne, dyskryminacja.
Obliczenia numeryczne. Nadmiar niedomiar, uwarunkowanie, metoda optymalizacji gradientowej, metoda najmniejszych kwadratów, kryterium minimum odległości i jego interpretacja probabilistyczna
Podstawy systemów uczących się. Algorytmy uczenia. Definiowanie i reprezentowanie zbiorów przykładów uczących. Klasyfikacja, ocena klasyfikatorów, miary, zbiory walidacyjne, walidacja krzyżowa, estymatory.
Uczenie nadzorowane i optymalizacja, Uogólniona regresja liniowa i metoda optymalizacji gradientowej, regresja liniowa, logistyczna, regresja wieloraka softmax, Metoda maksymalnej wiarygodności. Optymalizacja MLE , podstawienia funkcyjne i zastosowania metody gradientu w interpolacji nieliniowej, regresja nieliniowa.
Nadzorowane sieci neuronowe, kernel trick, Wielowarstwowe sieci neuronowe, Maszyna wektorów nośnych. Nadzorowane sieci neuronowe splotowe, Cechy sieci splotowych, redukcja danych (pooling), Uczenie oparte na gradiencie. Uczenie nienadzorowane, metoda hierarchiczna, metoda k-średniej. Liniowe modele czynnikowe, Autokodery (Autoencoders). Probabilistyczna analiza czynnikowa i wybielanie PCA (PCA Whitening), Rzadkie kodowanie (sparse coding), Analiza składowych niezależnych (ICA). Samouczenie się na nieoznakowanych danych. Przykłady zastosowania w transporcie
Laboratorium: Metody wektoryzacji w środowisku Matlab. Optymalizacja i uczenie nadzorowane. Uogólniony model regresji liniowej. Regresja liniowa. Regresja lokalnie ważona, Regresja logistyczna, Regresja wieloraka softmax.
Nadzorowane sieci neuronowe. Wielowarstwowe sieci neuronowe, Maszyna wektorów nośnych. Nadzorowane sieci neuronowe splotowe. Cechy sieci splotowych, redukcja danych (pooling), Uczenie oparte na gradiencie,
Uczenie nienadzorowane. Liniowe modele czynnikowe, Autokodery (Autoencoders), Probabilistyczna analiza czynnikowa i wybielanie PCA (PCA Whitening), Rzadkie kodowanie (sparse coding), Analiza składowych niezależnych (ICA)

**Metody oceny:**

Wykład
Ocena formułująca: 2 sprawdziany pisemne zawierające 7 pytań otwartych oraz indywidualne zadanie problemowe.
Laboratorium
Ocena formułująca: kartkówki. Ocena końcowa: ocena ze sprawozdań z ćwiczeń. Wymagane zaliczenie wszystkich ćwiczeń.
Ocena zintegrowana
Ocena zintegrowana z przedmiotu wystawiana jest na podstawie wyników sprawdzianów na wykładzie i indywidualnych zadań problemowych oraz wyników ćwiczeń laboratoryjnych. Ocena zintegrowana jest oceną średnią ważoną (w stosunku 75% wagi – laboratorium, 25% wagi – wykład).

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

• Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaraon Couville, Deep Learning, Systemy uczące się, PWN 2018,
• Szeliga Marcin, Data Science I uczenie maszynowe, PWN 2018
• Wybrane źródła internetowe:
• Maszynowe uczenie, wykłady i ćwiczenia, Uniwersytet Warszawski – Kapitał Ludzki: https://brain.fuw.edu.pl/edu/index.php/Uczenie\_maszynowe\_i\_sztuczne\_sieci\_neuronowe
• Internetowy podręcznik statystyki
• https://www.statsoft.pl/textbook/stathome\_stat.html?https%3A%2F%2Fwww.statsoft.pl%2Ftextbook%2Fstnonlin.html
• UFLDL Tutorial: http://deeplearning.stanford.edu/wiki/index.php/UFLDL\_Tutorial
• Deep Learning Tutorial: http://ufldl.stanford.edu/tutorial/
1) Uczenie maszynowe i głębokie w rozpoznawaniu obrazów, 2) Uczenie maszynowe w Matlabie Nagrane webinaria do pobrania, (3) Wprowadzenie do statistics toolbox, (4) Dopasowanie krzywych w Matlab. Oprogramowanie Naukowo Techniczne, Kraków: http://www.ont.com.pl/do-pobrania/nagrane-webinaria/, Matlab: Statistics and Machine Learning Toolbox Examples

**Witryna www przedmiotu:**

http://www.simt.wt.pw.edu.pl/dydaktyka/

**Uwagi:**

O ile nie powoduje to zmian w zakresie powiązań danego modułu zajęć z kierunkowymi efektami kształcenia w treściach kształcenia mogą być wprowadzane na bieżąco zmiany związane z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć naukowych.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Student ma wiedzę z zakresu podstawowych metody uczenia nadzorowanego i nienadzorowanego

Weryfikacja:

2 sprawdziany pisemne (ocena co najmniej dostateczna z każdego z nich )

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr2A\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka W02:**

Student ma wiedzę z zakresu podstawowych algorytmów uczenia

Weryfikacja:

2 sprawdziany pisemne (ocena co najmniej dostateczna z każdego z nich )

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr2A\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka W03:**

Student zna zastosowania maszynowego uczenia w transporcie

Weryfikacja:

2 sprawdziany pisemne (ocena co najmniej dostateczna z każdego z nich

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr2A\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, I.P7S\_WK

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Student potrafi wybrać odpowiedni algorytm maszynowego uczenia odpowiednie do postawionego problemu

Weryfikacja:

Ćwiczenia laboratoryjne. Warunkiem zaliczenia jest poprawne wykonanie ćwiczenia pod względem merytorycznym, wykonanie sprawozdania oraz wykazanie się podstawową wiedzą niezbędną do jego wykonania. Ocena z ćwiczeń laboratoryjnych co najmniej dostateczna

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr2A\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** II.T.P7S\_UW.2, III.P7S\_UW.2.o

**Charakterystyka U02:**

Student potrafi utworzyć prosty algorytm uczenia nadzorowanego lub nienadzorowanego

Weryfikacja:

Ćwiczenia laboratoryjne. Warunkiem zaliczenia jest poprawne wykonanie ćwiczenia pod względem merytorycznym, wykonanie sprawozdania oraz wykazanie się podstawową wiedzą niezbędną do jego wykonania. Ocena z ćwiczeń laboratoryjnych co najmniej dostateczna

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr2A\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** II.T.P7S\_UW.1, III.P7S\_UW.1.o

**Charakterystyka U03:**

Student potrafi utworzyć i testować hipotezy związane z maszynowym uczeniem

Weryfikacja:

Ćwiczenia laboratoryjne. Warunkiem zaliczenia jest poprawne wykonanie ćwiczenia pod względem merytorycznym, wykonanie sprawozdania oraz wykazanie się podstawową wiedzą niezbędną do jego wykonania. Ocena z ćwiczeń laboratoryjnych co najmniej dostateczna

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr2A\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** II.T.P7S\_UW.1

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Student wykazuje kreatywność w tworzeniu algorytmów do rozwiązywania zadań maszynowego uczenia

Weryfikacja:

Indywidualne zadanie problemowe

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr2A\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK