**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. 2019/2020

**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:**

2,0 pkt. ECTS (48 godz., w tym: praca na wykładach 30 godz., laboratorium 15 godz., konsultacje 3 godz.)

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1,5 pkt. 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. Metoda najmniejszych kwadratów, analiza głównych składowych PCA, metoda maksymalnej wiarygodności, nadmiar niedomiar, uwarunkowanie, metoda optymalizacji gradientowej.
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, zasada regresji i klasyfikacji, uogólniona regresja liniowa i metoda optymalizacji gradientowej, regresja liniowa, logistyczna, regresja wieloraka softmax, maszyna wektorów nośnych, kernel trick.
Uczenie nienadzorowane, zasada grupowania, metoda hierarchiczna, metoda k-średniej.
Nadzorowane sieci neuronowe, sieci płytkie czy głębokie. wielowarstwowe sieci neuronowe, sieci neuronowe splotowe, cechy sieci splotowych, redukcja danych (pooling), Uczenie oparte na gradiencie. Zastosowanie sieci głębokich za pomocą metody „transfer learning”. Przykłady zastosowania w transporcie
Laboratorium: Optymalizacja i uczenie nadzorowane. Regresja i klasyfikacja, Uogólniony model regresji liniowej. Regresja liniowa, Regresja logistyczna, Regresja wieloraka softmax, Maszyna wektorów nośnych.
Nadzorowane sieci neuronowe. Wielowarstwowe sieci neuronowe, Nadzorowane sieci neuronowe splotowe. Cechy sieci splotowych, redukcja danych (pooling), Uczenie oparte na gradiencie,
Uczenie nienadzorowane. Zastosowania metod grupowania k-średniej i hierarcicznej.

**Metody oceny:**

Wykład
Ocena formułująca: 2 sprawdziany pisemne zawierające łącznie 6 pytań otwartych. Wymagane co najmniej 50% poprawnej odpowiedzi na każde z nich.
Laboratorium
Ocena formułująca: kartkówki. Ocena końcowa: ocena ze sprawozdań z ćwiczeń. Wymagane zaliczenie wszystkich ćwiczeń.
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 obu ocen cząstkowych.

**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 przedmiotu z kierunkowymi efektami uczenia się 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 zawierające łącznie 6 pytań otwartych, w tym 2 pytania bezpośrednio doczące treści weryfikowanego efektu. wymagana odpowiedź w co najmniej 50% na każde 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 zawierające łącznie 6 pytań otwartych, w tym 2 pytania bezpośrednio doczące treści weryfikowanego efektu. wymagana odpowiedź w co najmniej 50% na każde 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 zawierające łącznie 6 pytań otwartych, w tym 2 pytania bezpośrednio doczące treści weryfikowanego efektu. wymagana odpowiedź w co najmniej 50% na każde z nich.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr2A\_W07

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Student potrafi wybrać odpowiedni algorytm maszynowego uczenia odpowiednie do postawionego problemu

Weryfikacja:

Zaliczenie ćwiczenia laboratoryjnego dotyczącego treści weryfikowanego efektu. Warunkiem zaliczenia jest poprawne wykonanie ćwiczenia pod względem merytorycznym, wykonanie sprawozdania oraz wykazanie się podstawową wiedzą niezbędną do jego wykonania.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr2A\_U08

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

**Charakterystyka U02:**

Student potrafi utworzyć prosty algorytm uczenia nadzorowanego lub nienadzorowanego

Weryfikacja:

Zaliczenie ćwiczenia laboratoryjnego dotyczącego treści weryfikowanego efektu. Warunkiem zaliczenia jest poprawne wykonanie ćwiczenia pod względem merytorycznym, wykonanie sprawozdania oraz wykazanie się podstawową wiedzą niezbędną do jego wykonania.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr2A\_U09

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

**Charakterystyka U03:**

Student potrafi utworzyć i testować hipotezy związane z maszynowym uczeniem

Weryfikacja:

Zaliczenie ćwiczenia laboratoryjnego dotyczącego treści weryfikowanego efektu. Warunkiem zaliczenia jest poprawne wykonanie ćwiczenia pod względem merytorycznym, wykonanie sprawozdania oraz wykazanie się podstawową wiedzą niezbędną do jego wykonania.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr2A\_U11

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Student wykazuje kreatywność w tworzeniu algorytmów do rozwiązywania zadań maszynowego uczenia

Weryfikacja:

udział w dyskusji na zajęciach, wymagana poprawna wypowiedz na temat efektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Tr2A\_K01

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