**Nazwa przedmiotu:**

Sieci neuronowe

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Andrzej Kordecki

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Robotyka i Automatyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

Godziny kontaktowe z nauczycielem (zajęcia): 30
Godziny kontaktowe z nauczycielem (konsultacje): 5
Przygotowanie się do zajęć: 5
Przygotowanie do sprawdzianów: 10
Korzystanie z materiałów dodatkowych i pomocniczych: 5
SUMA: 55

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

1.5 ECTS – 35 h, w tym:
Zajęcia: 30 h
Konsultacje: 5 h

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1 ECTS

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

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

**Wymagania wstępne:**

1. Znajomość analizy matematycznej, algebry i statystyki w zakresie wykładanym na wcześniejszych latach studiów.
2. Znajomość metod optymalizacji z szczególnym uwzględnieniem metod optymalizacji funkcji nieliniowych wielu zmiennych.
3. Posiadanie podstawowej wiedzy i umiejętności w zakresie metod numerycznych i języków programowania w zakresie osiąganym na wcześniejszych latach studiów.

**Limit liczby studentów:**

100

**Cel przedmiotu:**

C1. Zapoznanie się z podstawowymi zasadami działania sieci neuronowych.
C2. Pozyskanie wiedzy i umiejętności dotyczących matematycznego opisu sieci neuronowych.
C3. Zdobycie wiedzy i umiejętności z zakresu samodzielnego formułowania oraz przeprowadzania treningu sieci neuronowych.
C4. Przekazanie wybranych podstawowych typów i zastosowań sieci neuronowych wraz z przykładami zastosowań praktycznych.
C5. Pozyskanie wiedzy i umiejętności w zakresie programowania sieci neuronowych.

**Treści kształcenia:**

Wykłady
Podstawowe pojęcia z sieci neuronowych i typowe zastosowań sieci neuronowych. Model neuronu i struktura sieci neuronowych.
Uczenie sieci neuronowych: metody uczenia maszynowego, funkcja strat i współczynniki oceny, reguły uczenia sieci neuronowych, dobór stałej uczenia i algorytm wstecznej propagacji błędów.
Uczenie sieci neuronowych: metody uczenia maszynowego, funkcja strat i współczynniki oceny, reguły uczenia sieci neuronowych, dobór stałej uczenia i algorytm wstecznej propagacji błędów.
Charakterystyka uczenia sieci neuronowych: charakterystyka przeuczenie i niedouczenie sieci neuronowych, metody walidacji, metody generalizacji sieci neuronowych w tym dropout i batch normalization.
Opis wybranych modeli sieci neuronowych: sieci RBF, sieci samoorganizujące Map (Kohonena), sieci konwolucyjne i sieci rekurencyjne z LSTM.

Laboratoria
Wiadomości wstępne nt. programowania i funkcjami bibliotek związanych z sieciami neuronowymi.
Zastosowanie wielowarstwowych sieci neuronowych do problemów regresji.
Zastosowanie wielowarstwowych sieci neuronowych do problemów klasyfikacji.
Ocena i poprawa wyników działania sieci neuronowej.
Sprawdzian cząstkowy z pierwszej części przedmiotu.
Zastosowania konwolucjnych sieci neuronowych. Metoda transferu wiedzy.
Zastosowania rekurencyjnych sieci neuronowych.
Sprawdzian cząstkowy z drugiej części przedmiotu.

**Metody oceny:**

(F – formująca, P – podsumowująca)
Fw – ocena ze sprawdzianu z wykładów,
Fs1-Fs2 – oceny ze sprawdzianów z zajęć laboratoryjnych (dwa sprawdziany),
P – ocena podsumowująca (z uwzględnieniem ocen formujących z sprawdzianów).
Ocenie podlegają sprawdziany przeprowadzane w trakcie semestru. Szczegóły systemu oceniania są opublikowane pod adresem: https://ztmir.meil.pw.edu.pl (zakładka Dla Studentów).

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. S. Haykin, Neural Networks and Learning Machines, Third Edition, Prentice Hall (2009),
2. I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press (2016),
3. G. Dreyfus, Neural Networks: Methodology and Applications, Springer, New York (2005),
4. S. S. Haykin, Neural Networks and Learning Machines. Prentice Hall (2009),
5. R. Tadeusiewicz, T. Gąciarz, B. Borowik i B. Leper, Odkrywanie właściwości sieci neuronowych przy użyciu programów w języku C#, Polska Akademia Umiejętności (2007),
6. Artykuły związane sieci konwolucyjnymi i rekurencyjnymi prezentowanymi podczas wykładów.
7. Materiały na stronie http://tmr.meil.pw.edu.pl (zakładka Dla Studentów).

**Witryna www przedmiotu:**

https://ztmir.meil.pw.edu.pl/web/Dydaktyka/Dla-studentow/Materialy-dydaktyczne

**Uwagi:**

—

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka EW1:**

Student ma podstawową wiedzę na temat zasad działania i obszarów zastosowań sieci neuronowych.

Weryfikacja:

sprawdzian z wykładów, sprawdzian z zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W18

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

**Charakterystyka EW2:**

Student zna podstawy matematycznego modelu neuronu i modelu sieci neuronowej.

Weryfikacja:

sprawdzian z wykładów, sprawdzian z zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W12

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

**Charakterystyka EW3:**

Student zna metody uczenia sieci neuronowych.

Weryfikacja:

sprawdzian z wykładów, sprawdzian z zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W12

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

**Charakterystyka EW4:**

Student ma wiedzę na temat oceny i poprawy wyników sieci neuronowych.

Weryfikacja:

sprawdzian z wykładów, sprawdzian z zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W12

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

**Charakterystyka EW5:**

Student ma wiedzę na temat wybranych modeli sieci neuronowych.

Weryfikacja:

sprawdzian z wykładów, sprawdzian z zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W12

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka EU1:**

Student potrafi zaprojektować sieci neuronową.

Weryfikacja:

sprawdziany z zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U09

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

**Charakterystyka EU2:**

Student potrafi nauczyć sieć neuronową.

Weryfikacja:

sprawdziany z zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U09

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

**Charakterystyka EU3:**

Student potrafi ocenić wyniki sieci neuronowej w problemach regresji i klasyfikacji.

Weryfikacja:

sprawdziany z zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U09

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

**Charakterystyka EU4:**

Student potrafi poprawić wyniki sieci neuronowych.

Weryfikacja:

sprawdziany z zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U09, AiR1\_U20

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

**Charakterystyka EU5:**

Student potrafi dopasować model sieci do danego zadania.

Weryfikacja:

sprawdziany z zajęć laboratoryjnych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U20, AiR1\_U09

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