**Nazwa przedmiotu:**

Sieci neuronowe

**Koordynator przedmiotu:**

 Prof. dr hab. inż. Bohdan Macukow, Prof. dr hab. inż. Jacek Mańdziuk

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Informatyka i Systemy Informacyjne

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne

**Kod przedmiotu:**

1120-INMSI-MSP-0113

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

1. godziny kontaktowe – 62 h; w tym
 a) obecność na wykładach – 30 h
 b) obecność na zajęciach projektowych – 30 h
 c) obecność na egzaminie – 2 h
2. praca własna studenta – 70 h; w tym
 a) zapoznanie się z literaturą – 15 h
 b) przygotowanie do zajęć projektowych – 35 h
 d) przygotowanie raportu – 10 h
 e) przygotowanie do egzaminu – 10 h
Razem 132 h, co odpowiada 5 pkt. ECTS

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

1. obecność na wykładach – 30 h
2. obecność na zajęciach projektowych – 30 h
3. obecność na egzaminie – 2 h
Razem: 62 h., co odpowiada 2 punktom ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1. obecność na zajęciach projektowych – 30 h
2. przygotowanie do zajęć projektowych – 35 h
Razem 65 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS

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

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

**Wymagania wstępne:**

Programowanie

**Limit liczby studentów:**

brak limitu

**Cel przedmiotu:**

Celem jest przekazanie studentom wiedzy o sztucznych sieciach neuronowych wykorzystując wiedzę o układach biologicznych. Po ukończeniu kursu (wykład + projekt laboratoryjny) studenci powinni:
- posiadać wiedzę teoretyczną o zasadach budowy i działania podstawowych modeli sieci neuronowych,
- umieć wybrać odpowiednią strukturę neuronową do zrealizowania rozważanego problemu,
- wybrać właściwe narzędzia programistyczne (języki programowania, pakiety itp.) w celu zrealizowania zadania,
- w ramach zespołu dokonać rozdziału zadań na poszczególne osoby,
- napisać i przetestować program,
- wyciągnąć wnioski odnośnie skuteczności sieci, jej prawidłowej parametryzacji oraz silnych i słabych stron zaimplementowanego rozwiązania,
- przygotować raport końcowy.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Rys historyczny dziedziny sieci neuronowych Komórka nerwowa i jej modele; Perceptron Rosenblatta, omówienie algorytmu uczenia; Reguła Delta. Dowód zbieżności procedury uczącej percptronu; model Adaline, opis i dowód zbieżności procedury uczącej. Sieć jako klasyfikator, problem XOR, Tw. Kołmogorowa i wynikające z tego wnioski. Model propagacji wstecznej; sieć Kohonena. Miary odległości; Model Hamminga, przykłady; teoria rezonansu adaptacyjnego – model Grossberga/Carpenter (ART), algorytm i przykłady. Model pamięci skojarzeniowej; sieci operacji logicznych. Zastosowanie sieci neuronowych do rozwiązywania zadań algebry macierzowej. Sieci neuronowe do zadań kompresji. Sieci neuronowe komórkowe. Zasady budowy pamięci skojarzeniowych (reguła Hebba, uczenie niehebbowskie, uczenie anty-hebbowskie, reguły perceptronowe, pamięci dwukierunkowe. Zastosowanie sieci Hopfielda i sieci samoorganizujących się do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych. Modyfikacje reguły propagacji wstecznej. Dobór optymalnej architektury sieci MLP (przeuczenie, zdolność generalizacji, oszacowania liczby neuronów w warstwie ukrytej sieci jednokierunkowej, metody obcinania). Algorytmy konstrukcyjne (kaskadowa korelacja, metody modularne). Systemy hybrydowe neuro-fuzzy i neuro-genetyczne (podstawy teoretyczne, zastosowania praktyczne). Zastosowania sieci neuronowych w zagadnieniach ekonomicznych, finansowych i medycznych.
Projekt:
W ramach projektu studenci w dwuosobowych zespołach realizują dwa zadania polegające na implementacji, testowaniu oraz ewaluacji wybranych modeli sieci neuronowych.

**Metody oceny:**

Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest zdanie egzaminu (waga 60%) oraz zaliczenie części projektowej (waga 40%).

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Wybrane artykuły z czasopism IEEE TNNLS oraz Information Sciences.
2. Wybrane prace z konferencji NIPS, IJCAI, AAAI, ICONIP, IJCNN, ICML, ...
3. S. Osowski, Sieci neuronowe do przetwarzania informacji, OW PW Warszawa 2000.
4. J. Mańdziuk Sieci neuronowe typu Hopfielda, teoria i przykłady zastosowań, AOW EXIT, Warszawa 2000.
5. R.A. Kosiński Sztuczne sieci neuronowe, WNT 2002.
6. http://www.mini.pw.edu.pl/~macukow/pl/dydaktyka.html.

**Witryna www przedmiotu:**

mini.pw.edu.pl/~macukow/

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Zna teoretyczne podstawy działania i modelowania elementów neuropodobnych oraz budowy sieciowych struktur neuronowych

Weryfikacja:

ocena egzamin – część pisemna, ew. część ustna

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2SI\_W04, I2\_W02, I2SI\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o

**Charakterystyka W02:**

Zna sposoby testowania skuteczności sieci neuronowych

Weryfikacja:

.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2SI\_W01, I2SI\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi przeanalizować zadany układ sieciowy, stworzyć opis jego funkcjonalności, przeprowadzić dowód poprawności działania

Weryfikacja:

ocena egzaminu – część pisemna, ocena projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_U07, I2\_U08, I2SI\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U02:**

Potrafi zaprojektować układ rozwiązujący określony problem posiadający praktyczne znaczenie (np. z obszaru finansów czy klasyfikacji danych)

Weryfikacja:

ocena egzaminu – część pisemna, ocena projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_U02, I2SI\_U01, I2SI\_U07, I2SI\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U03:**

Potrafi wybrać właściwe narzędzia programistyczne do zamodelowania układu sieciowego o zadanych parametrach, uwzględnia przy tym możliwości procesorów GPU i narzędzia dla nich istniejące

Weryfikacja:

ocena projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_U03, I2\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U04:**

Posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania

Weryfikacja:

ocena projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U05:**

Potrafi pracować indywidualnie i w zespole

Weryfikacja:

ocena projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania.

Weryfikacja:

ocena projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_K05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**