**Nazwa przedmiotu:**

Sieci neuronowe

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Bohdan Macukow

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Informatyka i Systemy Informacyjne

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

6

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

1) godziny kontaktowe 75h, w tym:
a) obecność na wykładach - 30h,
b) obecność na zajęciach w laboratorium - 45h
2) przygotowanie do zajęć laboratoryjnych - 30h
3) zapoznanie się ze wskazaną literaturą - 15h
4) napisanie programu, uruchomienie, weryfikacja (poza laboratorium) - 30h
5) przygotowanie raportu - 10h
6) przygotowanie do egzaminu i obecność na egzaminie - 10h

Razem nakład pracy studenta 170h = 6p. ECTS

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

a) obecność na wykładach - 30h,
b) obecność na zajęciach w laboratorium - 45h

Razem: 30 + 45 = 75h., co odpowiada 3 punktom ECTS.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

a) obecność na zajęciach w laboratorium - 45h
b) przygotowanie do zajęć laboratoryjnych - 30h
c) napisanie programu, uruchomienie, weryfikacja (poza laboratorium) - 30h

Razem: 45 + 30 + 30 = 105h., co odpowiada 4 punktom ECTS.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 45h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 30h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Programowanie

**Limit liczby studentów:**

brak limitu

**Cel przedmiotu:**

Po ukończeniu kursu studenci posiadają wiedzę o podstawach budowy i zasadach działania układu nerwowego oraz komórki nerwowej. Poznają podstawowe modele sztucznych sieci neuronowych i różnych procedur uczących ze szczególnym uwzględnieniem algorytmu wstecznej propagacji. Potrafią samodzielnie tworzyć modele komputerowe sieci do realizacji określonych zadań poprzez dobór architektury i metody uczenia.

**Treści kształcenia:**

Wykład: Wiadomości wstępne rys historyczny badań biocybernetycznych; porównanie funkcjonalne i strukturalne komputerów klasycznych i neurokomputerów, budowa i organizacja systemu nerwowego; komórka nerwowa jej budowa i własności, przekazywanie impulsów w systemie nerwowym; budowa i czynności ośrodkowego układu nerwowego. Komórka nerwowa i jej modele; model Mc Cullocha- Pittsa, sieci modelujące operacje (and, or, torowanie...); symbolika Mc Cullocha. Sieci neuronowe, sieć łańcuchowa i dwu-wymiarowa, połączenia typu hamowanie i pobudzanie oboczne; 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 Hopfielda, Hopfield a modele fizyczne (szkło spinowe), funkcja energetyczna, zapis i odczyt w sieci, model binarny i ciągły, opis algorytmu, warunki zbieżności, przykłady. 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 dwu- i wielokierunkowe). Zastosowanie sieci Hopfielda do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych (interpretacja modelu w postaci układu elektrycznego, reprezentacja rozwiązywanego problemu kombinatorycznego, postać funkcji energii sieci, metody doboru współczynników, zalety i ograniczenia, modyfikacje deterministyczne, chaotyczne i stochastyczne, maszyna Boltzmanna, zastosowania akademickie oraz przykłady zastosowań praktycznych). Zastosowanie sieci samoorganizujących się do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych (sieć Kohonena, metoda siatki elastycznej). Modyfikacje reguły propagacji wstecznej (momentum, reguła delta-bar-delta, Silva i Alameida, przybliżenie drugich pochodnych). Metody uczenia przyrostowego (motywacja, przykładowe algorytmy). Dobór optymalnej architektury sieci (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.
Laboratorium: Tematyka zajęć obejmuje stworzenie modelu sieci neuronowej dla wybranego zagadnienia z zakresu: zastosowań w ekonomii, klasyfikacji, Support Vector Machine, klasyfikacji przy pomocy sieci radialnych, modelu Kohonena, gdy Othello i innych.

**Metody oceny:**

Do zaliczenia przedmiotu wymagane jest zdanie egzaminu (waga 50%) oraz zaliczenie części praktycznej. studenci w kilkuosobowych zespołach przygotowują własny model na wybrany temat wraz z przygotowaniem odpowiednich materiałów (waga 50%).

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. J.Hertz, A.Krogh, R.G.Palmer, Wstęp do teorii obliczeń neuronowych, WNT, 1993,
2. S.Osowski, Sieci neuronowe, Ofic.Wyd.Pol.Warsz., Warszawa, 1994,
3. T. Kacprzak, K. Ślot Sieci neuronowe komórkowe, PWN 1995
4. T.Masters, Sieci neuronowe w praktyce, WNT 1996,
5. J.Zurada, M.Barski, W.Jędruch, Sztuczne sieci neuronowe, PWN 1996.
6. S.Osowski, Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym, WNT 1996,
7. D. Rutkowska, M. Piliński, L. Rutkowski Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte, PWN 1997
8. S. Osowski, Sieci neuronowe do przetwarzania informacji, OW PW Warszawa 2000
9. J. Mańdziuk Sieci neuronowe typu Hopfielda, teoria i przykłady zastosowań, AOW EXIT, Warszawa 2000
10. B. Borowik Pamięci asocjacyjne, Mikom 2002
11. R. A. Kosiński Sztuczne sieci neuronowe, WNT 2002
12. 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:

egz. – część pisemna ew. część ustna

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** SI\_W11, SI\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

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

Weryfikacja:

egz. - cz. pisemna projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** SI\_U06, SI\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U02:**

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

Weryfikacja:

egz. - cz. pisemna projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** SI\_U09, SI\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U03:**

potrafi wybrać właściwe narzędzia programistyczne do zamodelowania układu sieciowego o zadanych parametrach

Weryfikacja:

zaliczenie projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** SI\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U04:**

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

Weryfikacja:

zaliczenie projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** SI\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

potrafi pracować indywidualnie i w zespole

Weryfikacja:

zaliczenie projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** SI\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**