



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Sieci neuronowe i algorytmy genetyczne [N2AiR1-SW>SNiAG]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Rok/Semestr

2/3

Studia w zakresie (specjalność)

Systemy wizyjne

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

niestacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

20

Laboratorium

10

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

10

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Adam Dąbrowski  
adam.dabrowski@put.poznan.pl

dr inż. Damian Cetnarowicz  
damian.cetnarowicz@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wiedza: Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z algebry liniowej oraz cyfrowego przetwarzania sygnałów. Umiejętności: Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów z przetwarzania sygnałów i optymalizacji z użyciem języka wyższego poziomu, a także umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji i być gotowy do podjęcia współpracy w zespole.

Kompetencje Społeczne: Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi przejawiać takie cechy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawczą, kreatywność, kulturę osobistą, szacunek dla innych ludzi.

### Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy dotyczącej algorytmów uczących się, w zakresie sztucznych sieci neuronowych i algorytmów genetycznych. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów przetwarzania danych na drodze uczenia maszynowego i odtwarzania tak pozyskanej wiedzy.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

Student:

1. ma szczegółową wiedzę w zakresie metod sztucznej inteligencji i ich zastosowania w systemach automatyki i robotyki, - [K2\_W2]
2. ma wiedzę z zakresu systemów adaptacyjnych, - [K2\_W9]
3. ma wiedzę z zakresu neurobiologicznych podstaw sztucznych sieci neuronowych oraz podstaw ewolucji biologicznej w zakresie algorytmów genetycznych - [-]

Umiejętności

Student:

1. potrafi korzystać z zaawansowanych metod przetwarzania i analizy sygnałów, w tym sygnału wizyjnego oraz ekstrahować informacje z analizowanych sygnałów, - [K2\_U11]
2. potrafi formułować i weryfikować (symulacyjnie lub eksperymentalnie) hipotezy związane z zadaniami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi z zakresu automatyki i robotyki - [K2\_U15]
3. potrafi skonstruować algorytm rozwiązania złożonego i nietypowego zadania inżynierskiego i prostego problemu badawczego oraz zaimplementować, przetestować i uruchomić go w wybranym środowisku programistycznym dla wybranych systemów operacyjnych - [K2\_U25]

Kompetencje społeczne

Student:

1. posiada świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania; potrafi kierować zespołem, wyznaczać cele i określać priorytety prowadzące do realizacji zadania, - [K2\_K3]
2. posiada świadomość różnic między naturalną siecią neuronową a sztuczną siecią neuronową; posiada świadomość różnic między ewolucją biologiczną a jej maszynowym odpowiednikiem, tj. algorytmem genetycznym - [-]

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,

b) w zakresie zajęć laboratoryjnych i projektowych:

na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań.

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- i. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych w przygotowanej prezentacji na zadany temat i w postaci egzaminu ustnego, polegającego na wygłoszeniu i obronie tej prezentacji
- ii. ustnej odpowiedzi na zadane pytania szczegółowe, problemowe i przekrojowe

b) w zakresie zajęć laboratoryjnych weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- i. ocenianie ciągle, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne), premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,
- ii. ocenę sprawozdania przygotowywanego w trakcie zajęć; sprawozdanie pozwala na zdobycie 10 punktów, uzyskanie 50% liczby punktów daje ocenę pozytywną; ocena ta uwzględnia także umiejętność pracy w zespole 2-3 osobowym,

c) w zakresie zajęć projektowych weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- i. ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań projektowych poprzez ocenę prezentacji zawierającej raport z wykonania projektu (oceniane są dwie prezentacje, które przygotowywane są poza zajęciami); ocena ta obejmuje także umiejętność pracy w zespole (zespół zawiera 2 lub 3 osoby),
- ii. obronę przez studenta sprawozdania z realizacji projektu.

Uzyskiwanie dodatkowych punktów za aktywność podczas zajęć, w szczególności za:

- i. omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia,
- ii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,
- iii. umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadanie szczegółowe w laboratorium /projektowe,

- iv. uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,
- v. wskazywanie trudności percepcyjnych studentów, umożliwiające bieżące doskonalenie procesu dydaktycznego.

## Treści programowe

Program prezentuje zagadnienia sztucznych sieci neuronowych i algorytmów genetycznych w zastosowaniu do realizacji zadań występujących w obszarze automatyki i robotyki.

## Tematyka zajęć

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Biologiczne sieci neuronowe: system nerwowy organizmów, neuron biologiczny, pompa sodowo-potasowa: Jens Christian Skou, potencjał czynnościowy komórki nerwowej, model Huxley'a i Hodgkina błony neuronu, synapsa (osiągnięcia Johna Carewa Ecclesa).
2. Sztuczne sieci neuronowe (ANN): nowa dziedzina nauk technicznych, historia i przegląd zagadnień: neuron McCullocha-Pittsa, reguła Hebba, perceptron Rosenblatta, koncepcje sztucznego mózgu Johna von Neumanna, sieci ADALINE i MADALINE Bernarda Widrowa i Teda Hoffa, krytyczna monografia Marvinina Minsky'ego i Seymoura Paperta, okres zniechęcenia zagadnieniami sieci neuronowych i stagnacji, sieci asocjacyjne Johna Andersona i Teuva Kohonena, metoda wstecznej propagacji błędu, cognitron i neocognitron, nowe koncepcje: ART (adaptive resonance theory), CNN (cellular neural networks) Leona Chuy, ponowny okres entuzjazmu i burzliwego rozwoju ANN.
3. Modele sztucznych sieci neuronowych: zastosowania modelu neuronu McCullocha-Pittsa, ogólny model neuronu w ANN, funkcje aktywacji, perceptron, przestrzeń sygnałów warstwy ANN; neuron jako klasyfikator, jednokierunkowa sieć neuronowa, przykład dwuwarstwowej sieci neuronowej, sieci neuronowe ze sprzężeniem zwrotnym.
4. Reguły uczenia sieci neuronowych: proces uczenia się, adaptacja i uogólnienie, twardo- i miękko-decyzyjne metody optymalizacji, dobieranie stanów równowagi, uczenie z nauczycielem i bez nauczyciela, ogólna reguła uczenia sieci neuronowych, reguła Amari'ego, reguła Hebba, reguła perceptronowa, reguła delta, reguła Widrowa-Hoffa, reguła korelacyjna, reguła wygrywający bierze wszystko, reguła gwiazdy wyjść.
5. Klasyfikatory neuronowe: neuronowe układy decyzyjne, funkcja decyzyjna, sygnalizacja klasyfikacji do wielu klas, dychotomizator, klasyfikacja minimalno-odległościowa, liniowo separowane i nieseparowane obszary decyzyjne, uczenie (projektowanie nieparametryczne) dychotomizatora.
6. Dychotomizatory ciągłe: funkcje aktywacji, sygnał nauczyciela, błąd a poprawka i ich energia, gradientowy algorytm uczenia neuronu, uczenie dychotomizatora ciągłego.
7. Klasyfikatory do wielu klas: sygnalizacja klasyfikacji do wielu klas (reprezentacja lokalna, reprezentacja rozproszona), klasyfikator z selektorem maksimum, klasyfikator z dyskretnymi funkcjami aktywacji.
8. Sieci wielowarstwowe jednokierunkowe: koncepcja wielowarstwowych sieci neuronowych, przestrzeń odwzorowań, klasyfikacja sygnałów liniowo nieseparowanych, realizacja funkcji XOR; reguła uczenia delta sieci jednowarstwowych, reguła uczenia delta sieci dwuwarstwowych, metoda wstecznej propagacji błędu.
9. Pamięci asocjacyjne: tradycyjne systemy pamięci a pamięci asocjacyjne, asocjacje i autoasocjacje, opis pamięci asocjacyjnych, asocjator liniowy, asocjator Hopfielda.
10. Metoda klasyfikacji danych za pomocą wektorów nośnych (maszyna wektorów nośnych SVM): koncepcja SVM, algorytmy SVM, trik obliczeniowy polegający na zmianie i doborze funkcji jądra.
11. Komórkowe sieci neuronowe: przestrzenne struktury sieci neuronowych, znaczenie oddziaływań lokalnych i sprzężeń zwrotnych, generacja i rozpoznawanie wzorców w nieliniowych sieciach komórkowych.
12. Algorytmy genetyczne: optimum globalne i optima lokalne, koncepcja twardej i miękkiej selekcji, koncepcja ewolucji populacji poprzez przypadkowe mutacje i dobór naturalny, probabilistyczne metody optymalizacji, obliczenia ewolucyjne.
13. Separacja sygnałów: koncepcja ślepej separacji sygnałów, metody i algorytmy PCA (SVD) oraz ICA, realizacja metody ICA za pomocą sieci neuronowych, separacja sygnałów z wykorzystaniem informacji pomocniczych.
14. Przetwarzanie danych nieujemnych: metoda nieujemnej faktoryzacji macierzy (NNMF), przetwarzanie dużych zbiorów danych, algorytmy iteracyjne NNMF, zastosowania NNMF do rozpoznawania tekstów, twarzy i głosu.
15. Głębokie, splotowe sieci neuronowe i przykłady zastosowań sieci neuronowych i algorytmów genetycznych: zagadnienia sztucznej inteligencji i inteligencji obliczeniowej, algorytmy OCR, odtwarzanie i poprawa jakości sygnałów.

Program zajęć laboratoryjnych obejmuje następujące zagadnienia:

1. Modele neuronów w technice i sieć neuronów jako klasyfikator.
2. Uczenie dychotomizatora dyskretnego.
3. Algorytm wstecznej propagacji błęd (wykorzystanie środowiska Matlab oraz Neural Network Toolbox).
4. Uczenie bez nauczyciela (PCA, ICA).
5. Maszyna wektorów nośnych (SVM).
6. Pamięci asocjacyjne.
7. Algorytm genetyczny (ewolucyjny) w zastosowaniach optymalizacyjnych.

Program zajęć projektowych obejmuje następujące zagadnienia, z których wybierane jest jedno zadanie:

1. Analiza wybranych sieci neuronowych lub algorytmów genetycznych do realizacji zadań w obszarze automatyki i robotyki (np. rozpoznawanie znaków, sterowanie odwróconym wahadłem, rozpoznawanie chodu, ślepa separacja sygnałów).
2. Opracowanie implementacji wybranych sieci neuronowych lub algorytmów genetycznych do realizacji zadań w obszarze automatyki i robotyki.

## Metody dydaktyczne

Metody dydaktyczne:

1. Wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, rozwiązywanie zadań, pokaz multimedialny, demonstracja
2. Zajęcia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań, ćwiczenia praktyczne, wykonywanie eksperymentów, dyskusja, praca zespołowa
3. Zajęcia projektowe: prezentacje multimedialne, dyskusja, praca zespołowa

## Literatura

Podstawowa

1. Sztuczne sieci neuronowe, Żurada J., Barski M., Jędruch W., PWN, Warszawa, 1996
2. Sieci neuronowe, Tadeusiewicz R., Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa, 1993
3. Sieci neuronowe w praktyce: programowanie w języku C++, Masters T., WNT, Warszawa, 1996

Uzupełniająca

1. Sieci neuronowe do przetwarzania informacji, Osowski S., Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2000
2. Algorytmy genetyczne i ich zastosowanie, Goldberg D., WNT, Warszawa, 1995
3. Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne, Michalewicz Z., WNT, Warszawa, 1999
4. Neural networks: a comprehensive foundation, Haykin S., Prentice-Hall, cop. 1999

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

|                                                                                                                                                      | Godzin | ECTS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Łączny nakład pracy                                                                                                                                  | 100    | 4,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 40     | 1,50 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) | 60     | 2,50 |