

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Sieci neuronowe i algorytmy genetyczne</b>		Kod <b>1010532131010550437</b>
Kierunek studiów <b>Automatyka i robotyka</b>	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) <b>ogólnoakademicki</b>	Rok / Semestr <b>2 / 3</b>
Ścieżka obieralności/specjalność <b>Systemy wizyjne</b>	Przedmiot oferowany w języku: <b>polski</b>	Kurs (obligatoryjny/obieralny) <b>obligatoryjny</b>
Stopień studiów: <b>II stopień</b>	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) <b>stacjonarna</b>	
Godziny Wykłady: <b>30</b> Ćwiczenia: - Laboratoria: <b>15</b> Projekty/seminaria: <b>15</b>		Liczba punktów <b>4</b>
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) (ogólnouczelniany, z innego kierunku) <b>kierunkowy z danego kierunku</b>		
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki		Podział ECTS (liczba i %)
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:    Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b>		
prof. dr hab. inż. Adam Dąbrowski email: Adam.Dabrowski@put.poznan.pl tel. -5941 Wydział Informatyki ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań		dr inż. Damian Cetnarowicz email: damian.cetnarowicz@put.poznan.pl tel. -5935 Wydział Informatyki ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1	<b>Wiedza:</b>	Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z algebry liniowej oraz cyfrowego przetwarzania sygnałów.
2	<b>Umiejętności:</b>	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.
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi przejawiać takie cechy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawczą, kreatywność, kulturę osobistą, szacunek dla innych ludzi.
<b>Cel przedmiotu:</b>		
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.		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b>		
1. ma szczegółową wiedzę w zakresie metod sztucznej inteligencji i ich zastosowania w systemach automatyki i robotyki, - [K_W2]		
2. ma wiedzę z zakresu systemów adaptacyjnych, - [K_W9]		
3. ma wiedzę z zakresu neurobiologicznych podstaw sztucznych sieci neuronowych oraz podstaw ewolucji biologicznej w zakresie algorytmów genetycznych - [-]		
<b>Umiejętności:</b>		
1. potrafi korzystać z zaawansowanych metod przetwarzania i analizy sygnałów, w tym sygnału wizyjnego oraz ekstrahować informacje z analizowanych sygnałów, - [K_U11]		
2. potrafi formułować i weryfikować (symulacyjnie lub eksperymentalnie) hipotezy związane z zadaniami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi z zakresu automatyki i robotyki - [K_U15]		
<b>Kompetencje społeczne:</b>		
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, - [K_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 - [-]		

### Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia

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. ocenę i ?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 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 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, twarde- i miękkodecyzyjne metody optymalizacji, dobieranie stanów równowagi, uczenie z nauczycielem i bez nauczyciela, ogólna reguła uczenia sieci neuronowych ? reguła Amariego, 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,

<p>algorytmy SVM, ?trik? obliczeniowy polegający na zmianie i doborze funkcji jądra.</p> <p>11. Komórkowe sieci neuronowe: przestrzenne struktury sieci neuronowych, znaczenie oddziaływań lokalnych i sprzężeń zwrotnych, generacja i rozpoznawanie wzorców w nieliniowych sieciach komórkowych.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>14. Przetwarzanie danych nieujemnych: metoda nieujemnej faktoryzacji macierzy (NNMF), przetwarzanie dużych zbiorów danych, algorytmy iteracyjne NNMF, zastosowania NNMF do rozpoznawania tekstów, twarzy i głosu.</p> <p>15. Przykłady zastosowań sieci neuronowych i algorytmów genetycznych: zagadnienia sztucznej inteligencji i inteligencji obliczeniowej, algorytmy OCR, odtwarzanie i poprawa jakości sygnałów.</p> <p>Program zajęć laboratoryjnych obejmuje następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modele neuronów w technice i sieć neuronów jako klasyfikator.</li> <li>2. Uczenie dychotomizatora dyskretnego.</li> <li>3. Algorytm wstecznej propagacji błędu (wykorzystanie środowiska Matlab oraz Neural Network Toolbox).</li> <li>4. Uczenie bez nauczyciela (PCA, ICA).</li> <li>5. Maszyna wektorów nośnych (SVM).</li> <li>6. Pamięci asocjacyjne.</li> <li>7. Algorytm genetyczny (ewolucyjny) w zastosowaniach optymalizacyjnych.</li> </ol> <p>Program zajęć projektowych obejmuje następujące zagadnienia, z których wybierane jest jedno zadanie:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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).</li> <li>2. Opracowanie implementacji wybranych sieci neuronowych lub algorytmów genetycznych do realizacji zadań w obszarze automatyki i robotyki.</li> </ol> <p>Metody dydaktyczne:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, rozwiązywanie zadań, pokaz multimedialny, demonstracja</li> <li>2. Zajęcia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań, ćwiczenia praktyczne, wykonywanie eksperymentów, dyskusja, praca zespołowa</li> <li>3. Zajęcia projektowe: prezentacje multimedialne, dyskusja, praca zespołowa</li> </ol>		
<p><b>Literatura podstawowa:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sztuczne sieci neuronowe, Żurada J., Barski M., Jędruch W., PWN, Warszawa, 1996</li> <li>2. Sieci neuronowe, Tadeusiewicz R., Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa, 1993</li> <li>3. Sieci neuronowe w praktyce ? programowanie w języku C++, Masters T., WNT, Warszawa, 1996</li> </ol>		
<p><b>Literatura uzupełniająca:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sieci neuronowe do przetwarzania informacji, Osowski S., Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2000</li> <li>2. Algorytmy genetyczne i ich zastosowanie, Goldberg D., WNT, Warszawa, 1995</li> <li>3. Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne, Michalewicz Z., WNT, Warszawa, 1999</li> <li>4. Neural networks ? a comprehensive foundation, Haykin S., Prentice-Hall, cop. 1999</li> </ol>		
<p><b>Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta</b></p>		
<b>Czynność</b>		<b>Czas (godz.)</b>
1. udział w wykładach		30
2. udział w zajęciach laboratoryjnych		15
3. udział w zajęciach projektowych		15
4. udział w konsultacjach (mogą być realizowane drogą elektroniczną) związanych z realizacją procesu kształcenia, w szczególności zajęć laboratoryjnych oraz projektowych		3
5. zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi (10 stron tekstu naukowego = 1 godz.),		15
6. przygotowanie do egzaminu oraz obecność na egzaminie		20
7. omówienie wyników egzaminu		2
<p><b>Obciążenie pracą studenta</b></p>		
<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	100	4

Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	67	3
Zajęcia o charakterze praktycznym	30	1