

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Sterowanie neuro-rozmyte</b>		Kod <b>1010535131010530448</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 automatyki i robotyki</b>	Przedmiot oferowany w języku: <b>polski</b>	Kurs (obligatoryjny/obieralny) <b>obieralny</b>
Stopień studiów: <b>II stopień</b>	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) <b>niestacjonarna</b>	
Godziny Wykłady: <b>20</b> Ćwiczenia: - Laboratoria: <b>12</b> Projekty/seminaria: -		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 <b>nauki techniczne</b>		Podział ECTS (liczba i %) <b>4 100%</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b>  dr inż. Waldemar Wróblewski email: Waldemar.Wroblewski@put.poznan.pl tel. 61 6652368 Katedra Sterowania i Inżynierii Systemów PP ul. Piotrowo 3a, 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 ze sterowania układami dynamicznymi (układ ze sprzężeniem zwrotnym, stabilność, działanie regulatorów, kompensacja, opis w przestrzeni stanu) oraz z podstaw robotyki (kinematyka manipulatora, jakobian, równania dynamiki, trajektoria).
2	<b>Umiejętności:</b>	Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów z algebry liniowej, logiki i analizy matematycznej oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji.
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.
<b>Cel przedmiotu:</b>		
1. Przekazanie studentom wiedzy o wybranych strukturach sztucznych sieci neuronowych i algorytmach ich uczenia oraz zagadnieniach wnioskowania opartego na logice rozmytej. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów związanych ze sterowaniem z naciskiem na praktyczne wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych i logiki rozmytej. 3. Kształtowanie u studentów umiejętności doboru właściwej struktury sieci lub systemu wnioskowania rozmytego na podstawie opisu sterowania i eksperymentów symulacyjnych oraz prawidłowej oceny jakości działania zaproponowanego rozwiązania.		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b>		
1. ma wiedzę w zakresie wybranych działów fizyki niezbędną do zrozumienia podstawowych zjawisk fizycznych występujących w elementach i układach automatyki i robotyki, a w szczególności wykorzystujących techniki neuronowe i wnioskowanie rozmyte; - [K_W2] 2. ma rozszerzoną wiedzę z zakresu modelowania układów sterowania wykorzystujących sztuczne sieci neuronowe i techniki wnioskowania rozmytego; - [K_W5] 3. ma elementarną wiedzę w zakresie teorii i podstawowych metod sztucznej inteligencji i systemów decyzyjnych; - [K_W7]		
<b>Umiejętności:</b>		
1. przeprowadzić symulację i analizę działania złożonego układu sterowania, w którym wykorzystano sterownik neuronowy lub rozmyty, a także zaplanować i przeprowadzić weryfikację symulacyjną i eksperymentalną; - [K_U9] 2. krytycznie ocenić i dobrać odpowiednie metody i narzędzia do rozwiązania zadań i problemów z zakresu automatyki i robotyki wykorzystując techniki neuro-rozmyte; będzie potrafił wykorzystać narzędzia szybkiego prototypowania do projektowania niekonwencjonalnego systemu sterownia; - [K_U22]		
<b>Kompetencje społeczne:</b>		

1. posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować; - [K\_K4]
2. posiada świadomość złożoności metod i algorytmów uczenia sztucznych sieci neuronowych i wnioskowania rozmytego, a także konieczności indywidualnego podejścia przy rozwiązywaniu postawionych zadań i problemów - [-]

### Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia

Ocena formująca:

- a) w zakresie laboratoriów:  
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 na egzaminie pisemnym, częściowo w formie testu,
  - ii. omówienie wyników egzaminu podczas rozmowy indywidualnej,
- b) w zakresie laboratoriów / ćwiczeń weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:
- i. ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych oraz wybranych zadań problemowych,
  - ii. ocenę sprawozdania przygotowywanego częściowo w trakcie zajęć, a częściowo po ich zakończeniu; ocena ta obejmuje także umiejętność pracy w zespole.
- Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:
- i. omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia,
  - ii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanych problemów,
  - iii. umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadanie szczegółowe w laboratorium,
  - iv. uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,
  - v. wskazywanie trudności percepcyjnych studentów umożliwiające bieżące doskonalenia procesu dydaktycznego.

### Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

Modele matematyczne i architektury połączeń sztucznych sieci neuronowych; algorytmy ich uczenia. Prosta sieć perceptronowa; algorytm Rosenblatta uczenia tej sieci. Adaptacyjny liniowy sumator ważony Adaline; algorytm Widrowa-Hoffa uczenia; sieci Madaline. Sieci wielowarstwowe; algorytm wstecznej propagacji błędów i jego modyfikacje. Sieci radialne; regularyzacja sieci radialnych. Zbiory ostre i rozmyte; funkcja przynależności; własności zbiorów rozmytych; normy trójkątne. Operacje na zbiorach rozmytych; twierdzenie o dekompozycji. Iloczyn kartezjański zbiorów rozmytych; zasada rozszerzania. Liczby rozmyte; reprezentacje L-P liczb rozmytych. Systemy wnioskowania rozmytego; fuzyfikacja; wnioskowanie, agregacja, defuzyfikacja (metoda Takagi-Sugeno i Mamdaniego). Przykłady zastosowania omówionych zagadnień w sterowaniu. Techniki neuro-rozmyte, dobór parametrów urządzeń sterujących.

Zajęcia laboratoryjne: w ich trakcie dwuosobowe zespoły realizują ćwiczenia laboratoryjne oraz rozwiązują wybrane zadania problemowe. Program laboratorium obejmuje następujące zagadnienia:

1. Klasyfikacja danych za pomocą sieci neuronowej na przykładzie map bitowych reprezentujących litery alfabetu. Studenci zapoznają się z metodologią stosowania sieci neuronowych, przygotowaniem danych na potrzeby uczenia sieci oraz zapoznają się z wpływem struktury i parametrów sieci na proces uczenia/rozpoznawania wzorców.
2. Wykorzystanie sieci neuronowej jako sterownika ruchu dwukołowego robota mobilnego. Studenci przygotowują symulację robota realizującego ruch do punktu lub śledzenie. Robot realizuje percepcję otoczenia z wykorzystaniem prostego sensora złożonego z fotoelementów.
3. Rezultat poprzedniego ćwiczenia jest wykorzystany jako baza dla realizacji sterowania dwoma robotami realizującymi ruch wzdłuż trajektorii odniesienia zachowując wzajemną odległość.
4. Programowanie sterownika rozmytego w zastosowaniu do stabilizacji masy umieszczonej na pochylni.

Każde ćwiczenie laboratoryjne jest realizowane w dwóch etapach: najpierw wg wskazówek i wytycznych prowadzącego, a następnie jest ono rozwijane wg pomysłu studentów (każda grupa realizuje inną wersję) po akceptacji przez prowadzącego.

Metody dydaktyczne:

1. wykład: prezentacja ilustrowana przykładami, prezentacje multimedialne
2. ćwiczenia laboratoryjne: wykonywanie eksperymentów symulacyjnych, dyskusja, praca w zespole dwuosobowym, rozwijanie przeprowadzonego ćwiczenia wariantowo, wg pomysłu studentów.

### Literatura podstawowa:

1. Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte, D. Rutkowska, M. Piliński, L. Rutkowski, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997.
2. Wprowadzenie do sterowania rozmytego, D. Driankov, H. Hellendoorn, M. Reinfrank, WNT, Warszawa 1996
3. Modelowanie i sterowanie rozmyte, A. Piegat, Akademicka Oficyna Wydawnicza ?Exit?, Warszawa 1999

### Literatura uzupełniająca:

1. Podstawy modelowania i sterowania rozmytego, R.R. Yager, D. Filev, WNT, Warszawa 1995
2. Neural Networks for Modelling and Control of Dynamic Systems, M. Norgaard, O. Ravn, N.K. Poulsen, L.K. Hansen, Springer 1999

<b>Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta</b>		
<b>Czynność</b>	<b>Czas (godz.)</b>	
1. udział w zajęciach laboratoryjnych	12	
2. przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych	12	
3. dokończenie (w ramach pracy własnej) zadań z ćwiczeń laboratoryjnych	24	
4. udział w konsultacjach (mogą być realizowane drogą elektroniczną) związanych z realizacją procesu kształcenia, w szczególności ćwiczeń laboratoryjnych	2	
5. udział w wykładach	10	
6. zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi (10 stron tekstu naukowego = 1 godz.), 100 stron	20	
7. przygotowanie do egzaminu i obecność na egzaminie		
<b>Obciążenie pracą studenta</b>		
<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	100	4
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	36	1
Zajęcia o charakterze praktycznym	36	1