



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Sztuczne sieci neuronowe

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Studia w zakresie (specjalność)

Systemy sterowania i robotyki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1 / 1

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

30

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Rafał Kapela

email: Rafal.Kapela@put.poznan.pl

tel. 61 6652184

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Aleksandra Świetlicka

email: Aleksandra.Swietlicka@put.poznan.pl

tel. 61 6652868

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Wiedza: Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z matematyki - w tym, głównie rachunku macierzowego, znajomości elementów logiki matematycznej, podstaw analizy matematycznej i rachunku prawdopodobieństwa.

Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania układów równań liniowych i nieliniowych.

Umiejętności: Powinien posiadać umiejętność sprawnego obsługi komputera klasy PC oraz urządzeń zewnętrznych oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien ponadto posiadać podstawową wiedzę z zakresu podstaw automatyki i teorii sterowania. Powinien posiadać zdolność aktywnego uczestniczenia w zorganizowanych wykładach dla dużej grupy osób, świadomość



konieczności poszerzania wiedzy teoretycznej i praktycznej i ustawicznego uaktualniania zdobytej wiedzy z uwagi na dynamiczne zmiany technologiczne i układowe we współczesnej technice.

Kompetencje Społeczne: Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji i mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu realizującego np. wspólny projekt.

### **Cel przedmiotu**

1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy z sztucznej inteligencji (ang. Artificial Intelligence) obejmującej zagadnienia logiki rozmytej, obliczeń ewolucyjnych, sieci neuronowych, i ich wykorzystania zwłaszcza w problemach automatyki i robotyki. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania tzw. problemów AI - trudnych, jak np.: podejmowanie decyzji w warunkach braku wszystkich danych (lub dysponowanie tylko danymi niepewnymi), realizacja systemów posługujących się "rozumowaniem racjonalnym", zarządzanie wiedzą, preferencjami i informacją w robotyce, systemy eksperckie i diagnostyczne, sterowanie obiektami o złożonej dynamice i silnej nieliniowości modelu, trudnymi do identyfikacji.
2. Kształtowanie u studentów umiejętności pracy zespołowej podczas realizacji końcowego projektu w ramach laboratorium.

### **Przedmiotowe efekty uczenia się**

#### Wiedza

1. rozumie metodykę projektowania specjalizowanych analogowych i cyfrowych systemów elektronicznych; - [KW\_4]
2. ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę z zakresu modelowania oraz identyfikacji systemów liniowych i nieliniowych; - [KW\_5]
3. ma szczegółową wiedzę z zakresu budowy i wykorzystania zaawansowanych systemów sensorycznych; - [KW\_6]
4. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę w zakresie projektowania i analizy systemów optymalnych; - [KW\_8]

#### Umiejętności

1. potrafi krytycznie korzystać z informacji literaturowych, baz danych i innych źródeł w języku polskim i obcym; - [KU\_1]
2. potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i w języku obcym prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu automatyki i robotyki; - [KU\_5]
3. potrafi wyznaczać modele prostych systemów i procesów, a także wykorzystywać je do celów analizy i projektowania układów automatyki i robotyki; - [KU\_10]
4. potrafi zintegrować i zaprogramować specjalizowane systemy zrobotyzowane; - [KU\_12]



5. potrafi dobrać i zintegrować elementy specjalizowanego systemu pomiarowo-sterującego w tym: jednostkę sterującą, układ wykonawczy, układ pomiarowy oraz moduły peryferyjne i komunikacyjne; - [KU\_13]

6. potrafi kierować pracą zespołu; potrafi kierować zespołem i umie oszacować czas potrzebny na realizację zleconego zadania; potrafi opracować harmonogram prac i zrealizować zadania zapewniając dotrzymanie terminów; - [KU\_24]

#### Kompetencje społeczne

1. rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się – podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób; - [K\_K1]

2. posiada świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej w tym jej wpływ na środowisko i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje; jest gotów do rozwijania dorobku zawodowego; - [K\_K4]

3. ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej oraz rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu (w szczególności poprzez środki masowego przekazu) informacji i opinii dotyczących osiągnięć automatyki i robotyki w zakresie prac badawczych i aplikacyjnych oraz innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazywać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały z uzasadnieniem różnych punktów widzenia; - [K\_K6]

#### **Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny**

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 laboratoriów / ćwiczeń: 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 o charakterze problemowym złożonym z 5 pytań spośród 40 pytań przedstawionych na ogólnej liście pytań, udostępnionej wcześniej studentom.

Zasady oceniania:

5,0 - powyżej 90% punktów z egzaminu(W);średnia ocen z ćwiczeń lab. powyżej 4,75 (L)

4,5 - 80%-90% punktów z egzaminu (W);średnia ocen z ćwiczeń lab. 4,25-4,75 (L)

4,0 - 70%-80% punktów z egzaminu (W);średnia ocen z ćwiczeń lab. 3,75-4,25 (L)

3,5 - 60%-70% punktów z egzaminu(W);średnia ocen z ćwiczeń lab. 3,25-3,75 (L)



3,0 - 50%-60% punktów z egzaminu(W);średnia ocen z ćwiczeń lab. 2,75-3,25 (L)

2,0 - poniżej 50% punktów z egzaminu(W);średnia ocen z ćwiczeń lab. poniżej 2,75 (L)

ii.omówienie wyników zaliczenia,

b) w zakresie laboratoriów / ćwiczeń weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- a. ocenę przygotowania studenta do poszczególnych sesji zajęć laboratoryjnych (sprawdzian wejściowy)
- b. ocenę przeprowadzonego ćwiczenia laboratoryjnego (sprawozdanie)

### Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Podstawy biologiczne działania neuronu, rodzaje modeli sieci neuronowej, przegląd zastosowań sieci neuronowych.
2. Modele neuronów i metody ich uczenia (perceptron, neuron sigmoidalny, neuron typu adaline, instar i outstar Grossberga, neurony typu WTA, model neuronu Hebba, model stochastyczny neuronu).
3. Sieci jednokierunkowe wielowarstwowe typu sigmoidalnego (FFN) - sieć jednowarstwowa, sieć wielowarstwowa perceptronowa, algorytmy gradientowe uczenia sieci (metoda propagacji wstecznej, dobór współczynnika uczenia), metody heurystyczne uczenia sieci, porównanie efektywności algorytmów uczących, elementy optymalizacji globalnej, metody inicjalizacji wag.
4. Problemy praktycznego wykorzystania sieci neuronowych. Zasady doboru architektury sieci (dobór optymalnej architektury sieci, metody rozbudowy sieci, dobór próbek uczących sieci, wtrącanie szumu do wzorców uczących, przykłady zastosowań sieci perceptronowej). Sieci neuronowe radialne (podstawy matematyczne, sieć neuronowa radialna, metody uczenia sieci neuronowych radialnych, przykłady zastosowania sieci radialnych, metody doboru liczby funkcji bazowych, porównanie sieci radialnych z sieciami sigmoidalnymi).
5. Sieci rekurencyjne jako pamięci asocjacyjne (sieć autoasocjacyjna Hopfielda, sieć Hamminga, sieć typu BAM, itp.).
6. Sieci rekurencyjne tworzone na podstawie perceptronu (sieć perceptronowi ze sprzężeniem zwrotnym, sieć rekurencyjna Elmana, sieć RTRN). Sieci samoorganizujące się na zasadzie współzawodnictwa (zależności podstawowe sieci samoorganizujących się przez współzawodnictwo, algorytmy uczące sieci samoorganizujących, zastosowania sieci samoorganizujących, sieć hybrydowa).
7. Sieci neuronowe głębokie (ang. deep neural networks). Architektury sieci głębokich (AlexNet, ResNet, Inception, GAN). Sieci rekurencyjne głębokie (architektura i sposób nauki). Moduł wzmocnień pamięci LSTM (ang. long-short term memory).



8. Sieci neuronowe głębokie w sterowaniu. Nauka sieci przez wzmacnianie zachowań pożądanych (ang. reinforcement learning) oraz poprzez aproksymację funkcji celu zadania (ang. Q-learning). Zastosowania danych architektur do sterowania robotami.
9. Zastosowania sieci głębokich w przetwarzaniu obrazów i sygnałów (klasyfikacja i wykrywanie obiektów), zastosowania w analizie wielkich baz danych obrazowych i tekstowych. Możliwości sieci GAN do generowania nowych wzorców uczących (obrazów).

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w formie 2-godzinnych ćwiczeń, odbywających się w laboratorium, poprzedzonych 2-godziną sesją instruktażową na początku semestru. Wstępna część laboratorium to ćwiczenia realizowane przez 1-osobowe zespoły studentów wg. ćwiczeń wybranych przez prowadzącego, a podanych w skrypcie do laboratorium. W połowie semestru studentom wydawane są opisy projektów do realizacji w ramach ćwiczeń. Projekty realizowane są indywidualnie lub w 2-osobowych zespołach, stosownie do spodziewanej trudności realizacji projektu.

Program laboratorium obejmuje następujące zagadnienia:

Wybrane problemy i metody doboru danych uczących, tworzenia zbioru walidacyjnego i testowego dla sztucznych sieci neuronowych. Zapoznanie się z metoda propagacji wstecznej uczenia sieci, znaczenie i wybór metody optymalizacji stosowanej w uczeniu sieci. Analiza wyboru rodzaju sieci stosownie do typu rozwiązywanego przez sieć problemu, dobór architektury sieci i optymalizacja tej architektury (twierdzenie Kołmogorowa), rozwiązywanie problemów: "sieć nie może się nauczyć", "sieć jest przeuczona", zdolność sieci do generalizacji nabytej wiedzy. Wykorzystanie własności różnych typów sieci w zagadnieniach klasyfikacji, sterowania, optymalizacji, przetwarzania obrazów, itd.

Część wymienionych wyżej treści programowych jest realizowana w pracy własnej studenta.

### Metody dydaktyczne

Metody dydaktyczne:

1. wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy oraz pokazami multimedialnymi i demonstracjami wykorzystującymi m.in. program MATLAB
2. ćwiczenia laboratoryjne: wykonywanie eksperymentów, badanie przygotowanych problemów realizacji i metod nauki sztucznych sieci neuronowych (wykorzystanie skryptu z opracowanymi ćwiczeniami), dyskusja, praca w zespole, pokaz multimedialny, warsztaty - samodzielne opracowanie projektu wybranej sieci neuronowej i metody jej nauki, stosowanej do rozwiązania postawionego problemu sterowania, optymalizacji, klasyfikacji, itp.

### Literatura

Podstawowa

1. Osowski S., Sieci neuronowe do przetwarzania informacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2000 rok.



2. Osowski S., Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym, WNT, Warszawa, 1996 rok.
3. Tadeusiewicz R., Elementarne wprowadzenie do techniki sieci neuronowych z przykładowymi programami, Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa, 1999.

Uzupełniająca

1. Sztuczne sieci neuronowe - Laboratorium, praca zbiorowa pod red. A. Rybarczyka, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Wyd.I, Poznań 2007, ISBN 978-83-7143-261-3, Wydanie II (2009).
2. Żurada J., Barski M., Jędruch W., Sztuczne sieci neuronowe, PWN, Warszawa, 1997.

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	50	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do egzaminu, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	50	2,0

<sup>1</sup>niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności