



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Podstawy głębokich sieci neuronowych [S2Inf1-PB>GSN]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Informatyka

Rok/Semestr  
1/1

Studia w zakresie (specjalność)  
Przetwarzanie brzegowe

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład  
20

Laboratorium  
30

Inne (np. online)  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

mgr inż. Paweł Pietrzak  
pawel.pietrzak@doctorate.put.poznan.pl

### Wykładowcy

prof. dr hab. inż. Krzysztof Krawiec  
krzysztof.krawiec@put.poznan.pl

mgr inż. Antoni Nowinowski  
antoni.nowinowski@put.poznan.pl

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu logiki obliczeniowej, teorii algorytmów i złożonych struktur danych. Wymagana jest ponadto umiejętność integrowania podstawowej wiedzy z różnych dziedzin pokrewnych informatyce. Niezbędna jest również umiejętność poszerzania posiadanej wiedzy oraz pracy w zespole. Ze względu na kompetencje społeczne student powinien być świadomy, że wiedza w informatyce szybko staje się przestarzała i wymaga ustawicznego poszerzania. Student powinien prezentować postawę uczciwości, kreatywności, rzetelności, ciekawości poznawczej.

## Cel przedmiotu

1. Przekazanie wiedzy z obszaru sztucznej inteligencji opartej na sieciach neuronowych. 2. Przedstawienie podstawowych struktur sieci neuronowych stosowanych w systemach wbudowanych i przetwarzaniu brzegowym. 3. Omówienie zastosowań sieci neuronowych w przetwarzaniu danych, analizie sygnałów z sensorów, klasyfikacji wzorców, detekcji cech, itp. 4. Zapoznanie z podstawowymi narzędziami służącymi do projektowania, uczenia i implementacji sztucznych sieci neuronowych. 5. Zaznajomienie z ograniczeniami sprzętowej realizacji sieci neuronowych w systemach brzegowych. 6. Rozwijanie u studentów umiejętności przetwarzania złożonych danych przy użyciu algorytmów sieci neuronowych. 7. Kształtowanie umiejętności rozwijania dedykowanych systemów informatycznych opartych na elementach sztucznej inteligencji, z uwzględnieniem ograniczeń wynikających ze specyfiki problemów interdyscyplinarnych.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną związaną z kluczowymi zagadnieniami z zakresu informatyki [k2st\_w2]
2. ma zaawansowaną wiedzę szczegółową dotyczącą wybranych zagadnień z zakresu informatyki [k2st\_w3]
3. ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach informatyki i innych, wybranych, pokrewnych dyscyplin naukowych [k2st\_w4]
4. zna zaawansowane metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich i prowadzeniu prac badawczych w wybranym obszarze informatyki [k2st\_w6]

Umiejętności:

1. potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł (w języku polskim i angielskim), integrować je, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie [k2st\_u1]
2. potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski oraz formułować i weryfikować hipotezy związane ze złożonymi problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi [k2st\_u3]
3. potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne [k2st\_u4]
4. potrafi — przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich — integrować wiedzę z różnych obszarów informatyki (a w razie potrzeby także wiedzę z innych dyscyplin naukowych) oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne [k2st\_u5]
5. potrafi - stosując m.in. koncepcyjnie nowe metody - rozwiązywać złożone zadania informatyczne, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy [k2st\_u10]

Kompetencje społeczne:

1. rozumie, że w informatyce wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe [k2st\_k1]
2. rozumie znaczenie wykorzystywania najnowszej wiedzy z zakresu informatyki w rozwiązywaniu problemów badawczych i praktycznych [k2st\_k2]
3. rozumie znaczenie działalności popularyzatorskiej dotyczącej najnowszych osiągnięć z zakresu informatyki [k2st\_k3]

## 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:

- na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań

Ocena podsumowująca:

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

- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na sprawdzianie pisemnym o charakterze problemowym

- omówienie wyników sprawdzianu zaliczeniowego,

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

- ocenę bieżących postępów z realizacji zadań przewidzianych do wykonania w ramach ćwiczeń

laboratoryjnych o charakterze odtwórczym (student realizuje ćwiczenie według dostarczonej instrukcji) ;  
- uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za: omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia, efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu, uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych, wskazywanie trudności percepcyjnych studentów umożliwiające bieżące doskonalenie procesu dydaktycznego.

## Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

Podstawy biologiczne sieci neuronowych, historia badań nad sieciami biologicznymi, podstawy matematyczne systemów rozmytych, podział sieci neuronowych na trzy generacje, modele neuronów (perceptron, sigmoidalny, radialny, adaline, WTA), metody uczenia (metody gradientowe, reguła Hebb'a, macierz pseudoinwersji, algorytm Levenberga-Marquardt'a, propagacja wsteczna, optymalizacja globalna, algorytmy genetyczne), jednokierunkowe architektury sieci neuronowych, sieci radialne, pamięci asocjacyjne Hopfielda, sieć Hamminga, sieć typu BAM, sieci rekurencyjne (RMLP, Elmana, RTRN), sieci samoorganizujące i algorytmy ich uczenia (Kohonena, Sammona), głębokie sieci neuronowe (konwolucyjne CNN, DBN, rekurencyjne LSTM), złożoność algorytmu sieci neuronowej, aspekty przetwarzania potokowego i równoległego w sieciach neuronowych, implementacja sprzętowa w systemach cyfrowych (TinyML), implementacja sprzętowa w układach dedykowanych ASIC, półprzewodnikowej implementacji sieci neuronowych drugiej generacji, omówienia zastosowań sieci neuronowych w systemach brzegowych, sieci neuronowe w zadaniu analizy danych z sensorów, implementacja preprocesorów i klasyfikatorów, metody oceny klasyfikatorów, funkcje błędów, krzywe ROC, macierze konfuzji.

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w formie trzydziestu godzin ćwiczeń odbywających się w laboratorium, poprzedzonych 2-godzinną sesją instruktazową na początku semestru. Wszystkie zajęcia laboratoryjne realizowane są przez 2-osobowe zespoły studentów. Program laboratorium obejmuje następujące zagadnienia: podstawy narzędzi Tensorflow i Keras, implementacja i testowanie podstawowych architektur i algorytmów uczenia sieci neuronowych, główne problemy w uczeniu sieci neuronowych i ich rozwiązania, metodologia rozwijania modeli sieci neuronowych, optymalizacja modeli sieci neuronowych.

## Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja multimedialna uzupełniona przykładami podawanymi na tablicy
2. Ćwiczenia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań, ćwiczenia praktyczne, analiza danych, symulacja, dyskusja, praca w zespole, studium przypadków, pokaz multimedialny.

## Literatura

Podstawowa

1. S. Osowski, Sieci neuronowe do przetwarzania informacji, OWPW, 2020
2. A. W. Trask, Zrozumieć głębokie uczenie, PWN, 2019
3. R. Bharath, S. Leszek, Głębokie uczenie z TensorFlow : od regresji liniowej po uczenie przez wzmacnianie, Helion, 2020

Uzupełniająca

1. S. J. Russell, P. Norvig, Artificial intelligence: a modern approach, Pearson, 2021
2. S. Szczęsny, 0.3 V 2.5 nW per channel current-mode CMOS perceptron for biomedical signal processing in amperometry, IEEE Sensor Journal 17(17), pp. 5399-5409, 2017
3. S. Szczęsny, High Speed and Low Sensitive Current-Mode CMOS Perceptron, Microelectronic Engineering 165, pp. 41-51, 2016

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

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