



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Głębokie sieci neuronowe

### Przedmiot

Kierunek studiów

Informatyka

Studia w zakresie (specjalność)

Inteligentne Technologie Informatyczne

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

30

### Liczba punktów ECTS

5

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

prof. dr hab. inż. Krzysztof Krawiec, prof. PP

email: krawiec@cs.put.poznan.pl

tel: 61 6653061

wydział: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

adres: ul. Piotrowo 2, 60-965 Poznań

mgr inż. Jakub Bednarek

email: jakub.bednarek@put.poznan.pl

tel: 61 6653063

wydział: Wydział Informatyki i Telekomunikacji

adres: ul. Piotrowo 2, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

Spełnione cele kształcenia typowe dla pierwszego stopnia studiów wg odpowiedniej uchwały Senatu PP.

### Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy z wybranymi zagadnieniami sieci neuronowych, głębokich sieci neuronowych, i powiązanych zagadnień uczenia maszynowego.
2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów i zadań uczenia maszynowego z wykorzystaniem głębokich sieci neuronowych, zwłaszcza klasyfikacji, regresji i inżynierii cech.
3. Nabranie doświadczenia w zakresie wykorzystywania tych umiejętności w wybranych zastosowaniach praktycznych.
4. Kształtowanie u studentów umiejętności efektywnej pracy nad małymi przedsięwzięciami projektowo-programistycznymi w zakresie głębokich sieci neuronowych, w tym współpracy w małych grupach projektowych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza



Student ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie głębokich sieci neuronowych (K2st\_W2)

ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu informatyki, takimi jak: głębokie sieci neuronowe, uczenie maszynowe, inżynieria cech. (K2st\_W3)

ma zaawansowaną i szczegółową wiedzę o procesach zachodzących w cyklu życia systemów informatycznych sprzętowych lub programowych stosowanych do rozwiązywania wybranych zadań charakterystycznych dla głębokich sieci neuronowych. (K2st\_W5)

zna zaawansowane metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich oraz przy prowadzeniu prac badawczych typowych dla klasyfikacji, regresji, inżynierii cech z wykorzystaniem głębokich sieci neuronowych. (K2st\_W6)

#### Umiejętności

Student potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami rozwiązywanymi przy pomocy głębokich sieci neuronowych i prostymi problemami badawczymi (K2st\_U3)

potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań w obszarze zastosowań głębokich sieci neuronowych oraz prostych problemów badawczych metody eksperymentalne (K2st\_U4)

potrafi - przy formułowaniu i rozwiązywaniu typowych dla głębokich sieci neuronowych - integrować wiedzę z różnych obszarów informatyki (a w razie potrzeby także wiedzę z innych dyscyplin naukowych) (K2st\_U5)

potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć dotyczących głębokich sieci neuronowych (K2st\_U6)

potrafi zaproponować ulepszenia (usprawnienia) istniejących rozwiązań technicznych w obszarze głębokich sieci neuronowych (K2st\_U8)

potrafi - stosując m.in. koncepcyjnie nowe metody - rozwiązywać złożone zadania typowe dla głębokich sieci neuronowych, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy (K2st\_U10)

#### Kompetencje społeczne

Student rozumie, że w zakresie głębokich sieci neuronowych wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe (K2st\_K1)

rozumie znaczenie wykorzystania najnowszej wiedzy z zakresu głębokich sieci neuronowych dla rozwiązywania praktycznych problemów (K2st\_K2)

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

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:



Efekty kształcenia 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:

- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym składającym się z 5-8 pytań egzaminacyjnych powiązanych bezpośrednio z treścią wykładu. W przybliżeniu połowa pytań dotyczy zagadnień teoretycznych (zdefiniuj, opisz, scharakteryzuj, etc.), a druga połowa zadań obliczeniowych (np. zastosuj algorytm uczenia SGD do pojedynczego neuronu). Łączna liczba punktów to 25, do uzyskania oceny 3.0 wymagane jest osiągnięcie 13 punktów.

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

- ocenę postępu prac w kilku punktach kontrolnych w trakcie semestru, na podstawie projektu i jego dokumentacji, przygotowywanych częściowo w trakcie zajęć, a częściowo po ich zakończeniu; ocena ta obejmuje także umiejętność pracy w zespole,

- ocenę i obronę przez studenta finalnego sprawozdania z realizacji projektu, połączoną z prezentacją przed pozostałymi uczestnikami kursu.

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:

- efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,

- uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,

- wskazywanie trudności percepcyjnych studentów umożliwiające bieżące doskonalenia procesu dydaktycznego.

## Treści programowe

### Wykład:

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

Ogólnym celem jest poznanie przez studentów teoretycznych i praktycznych aspektów sztucznych sieci neuronowych, a w szczególności:

1. Opanowanie podstaw sztucznych sieci neuronowych jako metod uczenia maszynowego i optymalizacji
2. Opanowanie wybranych metod uczenia związanych ze sztucznymi sieciami neuronowymi,
3. Nabycie umiejętności stosowania głębokich sieci neuronowych do rozwiązywania problemów uczenia maszynowego, rozpoznawania obrazów i analizy szeregów czasowych.

Aby osiągnąć powyższe cele, program tego kursu został zorganizowany w następujący sposób:

Wprowadzenie. Definicja głębokich sieci neuronowych jako specyficznego paradygmatu uczenia



maszynowego, optymalizacji i modelowania. Definicja parametrów i hiperparametrów modeli. Omówienie modułowych charakterystyk modeli głębokich. Opis najważniejszych i najczęściej używanych elementów głębokich sieci neuronowych, w tym warstw gęstych, splotowych, agregujących, fałdujących, redukujących i resztkowych. Komponenty nieliniowe i normalizujące. Powiązanie z wybranymi koncepcjami programowania funkcjonalnego. Taksonomia funkcji straty i charakterystyka najczęściej stosowanych funkcji straty. Uczenie się poprzez hetero- i auto-asocjację. Implementacja algorytmów głębokich sieci neuronowych. Głębokie architektury do analizy struktur kombinatorycznych o zmiennej wielkości, zwłaszcza grafów. Głębokie modele uczenia się bez nadzoru, w szczególności do analizy skupień. Modele generatywne (GAN). Ilustracja przedstawiająca działanie wybranych modeli na różne metryki.

### Zajęcia laboratoryjne:

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych ćwiczeń, odbywających się w laboratorium, poprzedzonych 6-godziną sesją instruktazową (trzy spotkania) na początku semestru. Ćwiczenia realizowane są przez 2-osobowe zespoły studentów.

Program laboratorium obejmuje następujące zagadnienia: Wprowadzenie (2h): Prezentacja założeń części laboratoryjnej przedmiotu. Prezentacja narzędzi informatycznych wykorzystywanych w części laboratoryjnej (biblioteki programistyczne, środowiska programistyczne). Sesja instruktazowa (6h): Ćwiczenia polegające na implementacji wybranych modeli sieci neuronowych w popularnych środowiskach (Python, Keras, Tensorflow, Pytorch). Testowanie zaimplementowanych algorytmów na danych rzeczywistych i sztucznych. Ocena poprawności i skuteczności algorytmów (w szczególności złożoność czasowa). Dobre praktyki projektowania i implementacji sieci neuronowych Typowe błędy i sposoby ich unikania. Realizacja projektów w grupach (22h): Realizacja, w grupach dwuosobowych, projektów programistycznych mających na celu realizację konkretnych zadań.

### Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, demonstracja.
2. Ćwiczenia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań, projektowanie systemów indywidualnie i w małych grupach (typowo dwuosobowych), implementacja modeli sieci neuronowych, przeprowadzanie eksperymentów obliczeniowych, dyskusja, prezentacja wyników eksperymentów obliczeniowych i działania zaimplementowanych metod.

### Literatura

Podstawowa

1. Josh Patterson, Adam Gibson, Deep learning : praktyczne wprowadzenie. Grupa Wydawnicza Helion. 2018
2. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Deep learning: systemy uczące się. Wydawnictwo



Naukowe PWN, 2018

Uzupełniająca

1. Valentino Zocca, Gianmario Spacagna, Deep learning: uczenie głębokie z językiem Python: sztuczna inteligencja i sieci neuronowe, Grupa Wydawnicza Helion, 2018.
2. Krzysztof Krawiec Jerzy Stefanowski. Uczenie maszynowe i sieci neuronowe. Politechnika Poznańska. Wydawnictwo, 2004

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	125	5
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,5
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do egzaminu, przygotowanie sprawozdania końcowego z realizacji zajęć laboratoryjnych) <sup>1</sup>	65	2,5

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