



SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ IPPT PAN

Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Matematyczne podstawy uczenia maszynowego				
	w j. angielskim	Mathematical Foundations of Machine Learning				
Rodzaj zajęć	wykład					
Kierownik przedmiotu	dr Tomasz Steifer	Prowadzący zajęcia	dr Tomasz Steifer			
Jednostka realizująca	ZMD	Dyscyplina/y naukowa/e	Informatyka techniczna			
Poziom kształcenia	Kształcenie doktorantów		Semestr studiów	zimowy		
Język zajęć	angielski					
Forma zaliczenia	egzamin ustny		Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	3
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2				
	łącznie w semestrze	30				

1. Wymagania wstępne

Podstawowe wykształcenie matematyczne, zwłaszcza z zakresu teorii prawdopodobieństwa. Dodatkowo, kurs programowania lub równoważnie kurs logiki matematycznej

2. Cele przedmiotu

Kurs stanowi przegląd podstawowych modeli matematycznych w teorii uczenia maszynowego. Wykłady rozpoczną się od historycznych modeli Golda i Solomoffa, a następnie obejmą podstawy teorii uczenia obliczeniowego, przechodząc od predykcji z ekspertami, przez optymalizację, aż po nowoczesne architektury sieci neuronowych. Plan kursu może zostać dostosowany do naukowych zainteresowań studentów.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

1. Problem indukcji
2. Indukcja Solomonoffa, mieszaniny bayesowskie.
3. Algorytm połówkowy, perceptron.
4. Uczenie PAC, lemat Hoeffdinga-Azumy, jednostajna zbieżność dla skończonych klas.
5. Jednostajna zbieżność dla nieskończonych klas, wymiar VC, podstawowe twierdzenie uczenia statystycznego.
6. Słabe i mocne uczenie, AdaBoost.
7. Uczenie online, wymiar Littlestone'a, SOA.
8. Predykcja z ekspertów, Exponential Weights Algorithm.
9. Stochastic Gradient Descent.
10. Sieci neuronowe, twierdzenia o aproksymacji.
11. Ograniczenia Transformera
12. Test Weisfeilera-Lemana test i grafowe sieci neuronowe.

Laboratorium

4. Efekty uczenia się			
Numer efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się zgodnie z 8. PRK	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
1	Absolwent ma wiedzę na temat problematyki matematycznych podstaw uczenia maszynowego.	P8S_WG	egzamin ustny
2			
3			
Umiejętności			
1	Absolwent potrafi udowodnić wybrane twierdzenia matematyczne na metod uczenia maszynowego.	P8S_UW	egzamin ustny
2			
3			
4			
Komunikowanie się			
1			
2			
3			
Kompetencje społeczne			
1	Absolwent jest gotów do krytycznej oceny własnego wkładu w rozwój reprezentowanej dyscypliny naukowej	P8S_KK	ocena aktywności w trakcie zajęć
2			

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny

6. Literatura
1. Shalev-Shwartz, Shai, and Shai Ben-David. <u>Understanding machine learning: From theory to algorithms</u>. Cambridge university press, 2014. 2. Sanford, Clayton, Daniel J. Hsu, and Matus Telgarsky. "Representational strengths and limitations of transformers." <u>Advances in Neural Information Processing Systems</u> 36 (2024). 3. Vaswani, A. "Attention is all you need." <u>Advances in Neural Information Processing Systems</u> (2017). 4. Morris, Christopher, et al. "Weisfeiler and Leman go neural: Higher-order graph neural networks." <u>Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence</u>. Vol. 33. No. 01. 2019.

7. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**		
Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z wykładowcą wynikające z planu	30



SZKOŁA DOKTORSKA IPPT PAN

2	Godziny kontaktowe z wykładowcą w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	5
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	15
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	40
Summaryczny nakład pracy studenta		90
Liczba punktów ECTS		3

** 1 ECTS pracy = $25 \div 30$ godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS $\approx$ 60 godzin; 4 ECTS $\approx$ 110 godzin)