



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Topologiczna analiza danych, PG_00051783						
Kierunek studiów	Matematyka						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2022 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2023/2024		
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć			Grupa zajęć fakultatywnych Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	2	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	4	Liczba punktów ECTS			3.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej -> Instytut Matematyki Stosowanej -> Zakład Równań Różniczkowych i Zastosowań Matematyki						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	dr hab. Paweł Pilarczyk					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	Michał Palczewski dr hab. Paweł Pilarczyk					
Formy zajęć i metody nauczania	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	15.0	15.0	0.0	60
W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0							
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów	Udział w konsultacjach		Praca własna studenta		RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	60	5.0		10.0		75
Cel przedmiotu	Zapoznanie się z matematycznymi podstawami oraz technikami komputerowymi topologii obliczeniowej i topologicznej analizy danych, a także z przykładowymi zastosowaniami w wybranych dziedzinach naukowych.						
Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy		Efekt z przedmiotu		Sposób weryfikacji i oceny efektu		
	[K7_U13] rozumie matematyczne podstawy analizy algorytmów i procesów obliczeniowych, potrafi konstruować algorytmy o dobrych własnościach numerycznych, służące do rozwiązywania typowych i nietypowych problemów matematycznych		Umie stosować wybrane narzędzia komputerowe do obliczeń topologicznych. Potrafi opisać i wyjaśnić wybrane zagadnienia oraz metody topologii obliczeniowej i analizy danych.		[SU5] Ocena umiejętności zaprezentowania wyników realizacji zadania [SU1] Ocena realizacji zadania		
	[K7_W11] zna matematyczne podstawy teorii informacji, teorii algorytmów i kryptografii oraz ich praktyczne zastosowania m.in. w programowaniu i szeroko rozumianej informatyce		Zna wybraną terminologię i matematyczne podstawy topologii obliczeniowej oraz topologicznej analizy danych.		[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej		

Treści przedmiotu	<p>Wykład:</p> <p>Podstawowe idee topologii obliczeniowej. Kompleksy sympleksyjne i kompleksy kostkowe. Definicja oraz algorytmy obliczania homologii. Odwzorowania indukowane w homologii. Kompleks Čecha i kompleks Vietoris-Ripsa. Homologia persystentna i algorytmy jej obliczania. Diagramy persystencji. Oprogramowanie do obliczania homologii sympleksyjnej i kostkowej oraz homologii persystentnej. Odległość diagramów persystencji. Krajobrazy persystencji, sylwetki persystencji, obrazy persystencji. Topologiczna analiza szeregów czasowych. Algorytm topologicznej eksploracji danych Mapper. Topologiczna analiza układów dynamicznych.</p> <p>Laboratorium:</p> <p>Oprogramowanie CHomP do obliczania homologii. Porównanie homologii nad pierścieniem liczb całkowitych oraz nad ciałem \mathbb{Z}_p. Przybliżanie zbiorów w \mathbb{R}^n zbiorami kostkowymi. Oprogramowanie do obliczania homologii persystentnej, m.in. Dionysus, Ripser, Persim. Kody kreskowe (barcodes). Praktyczne obliczanie odległości Gromowa-Hausdorffa. Obliczanie odległości bottleneck i odległości Wassersteina między diagramami persystencji. Praktyczne konstruowanie krajobrazów persystencji. Topologiczna analiza danych przy wykorzystaniu oprogramowania GUDHI.</p> <p>Projekt:</p> <p>Zapoznanie się z wybranymi metodami i zastosowaniami topologicznej analizy danych na podstawie wybranej literatury naukowej (artykuły w czasopismach międzynarodowych), np. dotyczącej analizy danych biologicznych.</p>														
Wymagania wstępne i dodatkowe	<p>Umiejętność pisania prostych programów komputerowych w Pythonie oraz w R.</p> <p>Podstawowa znajomość topologii algebraicznej.</p> <p>Znajomość podstawowych pojęć i metod analizy danych.</p>														
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	<table border="1" data-bbox="448 1106 1487 1290"> <thead> <tr> <th>Sposób oceniania (składowe)</th> <th>Próg zaliczeniowy</th> <th>Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>projekty grupowe</td> <td>60.0%</td> <td>30.0%</td> </tr> <tr> <td>10-minutowe kartkówki na wykładzie</td> <td>60.0%</td> <td>40.0%</td> </tr> <tr> <td>cotygodniowe zadania laboratoryjne</td> <td>60.0%</td> <td>30.0%</td> </tr> </tbody> </table>			Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	projekty grupowe	60.0%	30.0%	10-minutowe kartkówki na wykładzie	60.0%	40.0%	cotygodniowe zadania laboratoryjne	60.0%	30.0%
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej													
projekty grupowe	60.0%	30.0%													
10-minutowe kartkówki na wykładzie	60.0%	40.0%													
cotygodniowe zadania laboratoryjne	60.0%	30.0%													
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	<p>T. Kaczynski, K. Mischaikow, M. Mrozek. Computational homology. Applied Mathematical Sciences, vol 157. Springer-Verlag, New York 2004.</p> <p>Frédéric Chazal, Bertrand Michel: An introduction to Topological Data Analysis: fundamental and practical aspects for data scientists. https://arxiv.org/abs/1710.04019</p>													
	Uzupełniająca lista lektur	<p>C.J.A. Delfinado, H. Edelsbrunner, An incremental algorithm for Betti numbers of simplicial complexes on the 3-sphere, Computer Aided Geometric Design, Volume 12, Issue 7 (1995), 771-784, DOI: 10.1016/0167-8396(95)00016-Y</p> <p>T. Kaczyński, M. Mrozek, M. Ślusarek, Homology computation by reduction of chain complexes, Computers & Mathematics with Applications 35(4):59-70 (1998), DOI: 10.1016/S0898-1221(97)00289-7</p>													
	Adresy eZasobów	<p>Podstawowe</p> <p>https://people.clas.ufl.edu/peterbubenik/intro-to-tda/ - Peter Bubenik: Wprowadzenie do topologicznej analizy danych. Wybór materiałów wprowadzających do tematyki. (Dostęp: 17.02.2021.)</p> <p>Adresy na platformie eNauczanie:</p> <p>Topologiczna analiza danych 2024 - Moodle ID: 31166 https://enauczanie.pg.edu.pl/moodle/course/view.php?id=31166</p>													

Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	Definicja kostki elementarnej, zbioru kostkowego, łańcuchowego kompleksu kostkowego oraz kostkowych grup homologii. Jakie są grupy homologii dwóch torusów stykających się w jednym punkcie? Definicja homologii persystentnej chmury punktów w R^n . Jak definiuje się odległość pomiędzy dwoma diagramami persystencji?
Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu	Nie dotyczy