

KARTA PRZEDMIOTU (SYLABUS)

Opis przedmiotu

Kod przedmiotu	Nazwa przedmiotu	Uczenie ze wzmocnieniem w mechatronice		
RiSI/O/II/ST/B6		Reinforcement Learning in Mechatronics		
Język wykładowy	Polski			
Rok akademicki	2026/2027			
Kierunek	Robotyka i Sztuczna Inteligencja			
w zakresie	-			
Poziom studiów	studia drugiego stopnia			
Profil studiów	ogólnoakademicki			
Forma studiów	studia stacjonarne			
Semestr / semestry	III			
Przynależność do grupy zajęć	Grupa zajęć kierunkowych			
Status przedmiotu	Obowiązkowy			
Formy realizacji zajęć dydaktycznych, wymiar, punkty ECTS	Forma zajęć	Liczba godzin zajęć dydaktycznych	Liczba punktów ECTS	
	Wykład	15	3	
	Projekt	30		
Powiązanie przedmiotu	z profilem studiów	związany z prowadzoną działalnością naukową w dyscyplinie Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne, do której przyporządkowany jest kierunek studiów		3 ECTS
	z uprawnieniami	służy zdobywaniu przez studenta kompetencji inżynierskich		3 ECTS
	z dyscypliną	Automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne		3 ECTS
Forma nauczania	Tradycyjna, zajęcia zorganizowane w Uczelni / zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość / inne			
Wymagania wstępne	Mechatronika, programowanie, uczenie maszynowe, systemy sterowania			
Jednostka prowadząca	KMSiM, Wydział Mechaniczny			
Koordynator	Dr hab. inż. Iwona Komorska, prof. URad			
Adres strony internetowej pjo	www.wm.uniwersytetradom.pl			
Adres e-mail, telefon koordynatora	Iwona.komorska@urad.edu.pl			

EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE, REALIZACJA ZAJĘĆ
DYDAKTYCZNYCH, WERYFIKACJA EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Cel kształcenia:	Nabycie wiedzy o teoretycznych podstawach algorytmów uczenia ze wzmocnieniem (RL) oraz umiejętności ich praktycznego zastosowania do optymalizacji sterowania nieliniowymi układami mechatronicznymi i robotycznymi przy użyciu symulacji oraz sprzętu rzeczywistego.
Treści programowe:	<p>Wykład: Paradygmat RL i podstawy matematyczne procesów decyzyjnych Markowa (MDP). Klasyczne algorytmy uczenia oparte na tabelach i różnicach czasowych (Q-Learning, SARSA). Głębokie uczenie ze wzmocnieniem (Deep RL) – architektury DQN oraz PPO w sterowaniu ciągłym. Strategie projektowania funkcji nagrody (reward shaping) dla systemów mechanicznych. Problematyka stabilności i bezpieczeństwa (Safe RL) w interakcji z otoczeniem fizycznym. Metody transferu wiedzy Sim-to-Real oraz modelowanie niepewności pomiarowych</p> <p>Projekt: Budowa środowisk symulacyjnych dla układów dynamicznych w środowisku Matlab/Simulink (Reinforcement Learning Toolbox) lub Python (Gymnasium/PyTorch). Symulacja i trening agenta RL do stabilizacji nieliniowych modeli (np. odwrócone wahadło, serwomechanizm). Implementacja algorytmów uczenia w środowisku wirtualnym i analiza zbieżności procesu optymalizacji. Wdrożenie wypracowanego modelu RL na fizycznym stanowisku laboratoryjnym Quanser Qube - Servo 2 (balansowanie wahadła) lub Quanser QArm (planowanie ruchu manipulatora). Walidacja wyników, dostrajanie parametrów agenta w czasie rzeczywistym oraz opracowanie raportu z badań.</p>
Metody dydaktyczne (kształcenia):	Wykład informacyjno-problemowy z analizą przypadków wdrożeń przemysłowych. Projekt prowadzony w formule Project Based Learning (PBL), gdzie studenci przechodzą pełną ścieżkę od symulacji numerycznej do wdrożenia algorytmu na fizycznym urządzeniu.
Rygor zaliczenia, kryteria oceny osiągniętych efektów uczenia się, sposób obliczania oceny końcowej:	<p>Egzamin pisemny w formie testu sprawdzającego rozumienie podstaw algorytmicznych RL.</p> <p>Ocena z projektu na podstawie sprawności działania agenta na sprzęcie Quanser, jakości dokumentacji projektowej oraz analizy porównawczej wyników symulacyjnych z rzeczywistymi.</p>

Efekty uczenia się dla przedmiotu w odniesieniu do efektów kierunkowych i formy zajęć				Metody weryfikacji efektów uczenia się	
Numer efektu uczenia się	Opis efektów uczenia się dla przedmiotu (PEU) Student, który zaliczył przedmiot (W) zna	Kierunkowy efekt uczenia się (KEU)	Forma zajęć	Forma weryfikacji (zaliczeń)	Metody sprawdzania i oceny

	i rozumie / (U) potrafi / (K) jest gotów do:				
W1	Student zna i rozumie teoretyczne podstawy algorytmów uczenia ze wzmocnieniem oraz zasady ich wykorzystania w inteligentnym sterowaniu i optymalizacji zachowań układów mechatronicznych.	K_WG07, K_WG04, K_WG08	Wykład	Egzamin pisemny	Pisemny test sprawdzający poziom opanowania wiedzy teoretycznej.
U1	Student potrafi zaimplementować, wytrenować oraz zwalidować agentów uczenia ze wzmocnieniem do realizacji zadań sterowania nieliniowymi procesami fizycznymi w środowisku mechatronicznym.	K_UW06, K_UW07	Projekt	zaliczenie na ocenę	ocena projektu, dokumentacji projektowej, prezentacji wyników oraz stopnia realizacji założeń zadania.
K1	Student jest gotów do krytycznej oceny stabilności i wiarygodności wyników uzyskiwanych przez modele uczenia ze wzmocnieniem, uwzględniając bezpieczeństwo systemów fizycznych.	K_KK01	Projekt	zaliczenie na ocenę	ocena projektu, dokumentacji projektowej, prezentacji wyników oraz stopnia realizacji założeń zadania.

Literatura i pomoce naukowe
<p>Literatura:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lapan M., "Głębokie uczenie przez wzmacnianie", Wyd. Helion, 2022. 2. Sutton R. S., Barto A. G., "Reinforcement Learning: An Introduction", MIT Press, 2018. <p>Kursy wideo i tutoriale</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Matlab Reinforcement Learning Toolbox Documentation, https://www.mathworks.com/help/reinforcement-learning/index.html?s_tid=srchtitle_support_results_1_Reinforcement%2520Learning. 2. Matlab Reinforcement Learning on Hardware https://www.mathworks.com/support/search.html/videos/reinforcement-learning-on-hardware-1765346150358.html?fq%5B%5D=asset_type_name:video&fq%5B%5D=category:reinforcement-learning/index&page=1 3. Quanser Resources - Quanser

Nakład pracy studenta potrzebny do osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się – bilans punktów ECTS		
Udział w zajęciach/aktywność	Obciążenie studenta [h]	
	Zajęcia bez nauczyciela-praca własna studenta (ZBN)	Zajęcia dydaktyczne
Udział w wykładach/ćwiczeniach/laboratoriach	X	45 h
Przygotowanie do wykładów/ćwiczeń/lab	30 h	X
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	30 h / 1,2 ECTS	45 h / 1,8 ECTS
Punkty ECTS za przedmiot	3 ECTS	

Informacje dodatkowe, uwagi
W przypadku studentów ze szczególnymi potrzebami, w tym: z niepełnosprawnością, przewlekłe chorych, określone powyżej (w karcie) metody i formy weryfikacji efektów uczenia się dostosowuje się odpowiednio do indywidualnych potrzeb tych studentów.

Szczegółowe zasady i formy wsparcia studentów ze szczególnymi potrzebami: w tym z niepełnosprawnością, przewlekle chorych podczas zajęć, zaliczeń i egzaminów określono w: Regulaminie Studiów, Zasadach Studiowania, Procedurze dotyczącej zapewnienia dostępności procesu kształcenia studentom ze szczególnymi potrzebami, w tym: z niepełnosprawnością, przewlekle chorych.