

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Automatyka i Robotyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: A

Stopień studiów: I

Specjalności: Automatyka systemów konwersji energii

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Uczenie maszynowe w systemach cieplnych i przepływowych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Machine learning in thermal and flow systems
KOD PRZEDMIOTU	WM AIR oIS D6 25/26
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	7

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
7	14	0	14	14	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami i metodami uczenia maszynowego.

Cel 2 Zaprezentowanie i przećwiczenie zastosowania metod widzenia komputerowego.

Cel 3 Przygotowanie studentów do wdrażania rozwiązań opartych o modele uczenia maszynowego na rzeczywistych urządzeniach cieplno-przepływowych.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość podstaw języka C, umiejętność kompilacji programów napisanych w tym języku na procesory wykorzystywane na urządzeniach technicznych.
- 2 Znajomość podstaw języka Python z uwzględnieniem wybranych pakietów do obróbki i wizualizacji danych.
- 3 Znajomość pojęć i podstawowych zagadnień z zakresu termodynamiki, mechaniki płynów, automatyki cieplnej i chłodniczej oraz systemów bezpieczeństwa w obiektach budowlanych

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student definiuje i opisuje podstawowe zagadnienia z zakresu uczenia maszynowego, opisać proces treningu, walidacji i wdrożenia modelu ML.

EK2 Wiedza Student rozpoznaje podstawowe metryki określające jakość modelu dla różnych zagadnień z zakresu uczenia maszynowego.

EK3 Wiedza Student opisuje wybrane parametry popularnych metod uczenia maszynowego i potrafi opisać ich wpływ na zachowanie modeli.

EK4 Umiejętności Student wybiera dane, metodę, trenuje i testuje model

EK5 Umiejętności Student tworzy i kompiluje program wykorzystujący model uczenia maszynowego i wdraża go na prawdziwym urządzeniu.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Podstawy obróbki, przetwarzania i wizualizacji danych w języku Python. Biblioteki ML/AI: Scikit-learn, Tensorflow	2
K2	Zastosowanie metod regresji w problemach ciepłno-przepływowych	2
K3	Klasyfikacja danych dotyczących laminarności/burzliwości przepływu z wykorzystaniem metod ML	2
K4	Konwersja modeli ML na urządzenia o ograniczonych zasobach. Biblioteka LiteRT.	2
K5	Predykcja zmiany wartości przegrzania na podstawie danych w postaci szeregów czasowych dla rzeczywistego scenariusza	2
K6	Wykrywanie pożaru na zdjęciach z kamer termowizyjnych	2
K7	Detekcja postaci/przedmiotów na zdjęciach z kamer termowizyjnych	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Omówienie praktycznych problemów rozwiązywanych w ramach laboratoriów	2
L2	Wybór tematów spośród zaproponowanych zagadnień problemowych . Przygotowanie danych/środowiska treningowego.	2
L3	Konsultacje i praca nad tematem (wybór i trening modeli)	2
L4	Wdrożenie i test wstępnie wytrenowanych modeli	2
L5	Konsultacje i praca na tematem (opracowanie programu wykorzystującego wytrenowany model)	2
L6	Wdrożenie i test pełnego modelu	2
L7	Prezentacja wyników i rezultatów zastosowania metod ML w wybranych problemach	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Ogólne pojęcia z zakresu uczenia maszynowego. Przykłady zastosowań ML w problemach cieplnych/przepływowych. Biblioteki: Scikit-learn [2], Tensorflow [3]. Pojęcia zbioru treningowego/walidacyjnego/testowego, nadmiernego dopasowania, regularyzacji modeli.	2
W2	Problem regresji w uczeniu maszynowym. regresja liniowa, wykorzystanie sieci neuronowych do rozwiązywania problemów regresyjnych. Metryki dla regresji. Aktywacja liniowa. Zjawiska przetrenowania w sieciach neuronowych i jak im zapobiegać.	2
W3	Problem klasyfikacji w ML. Metody klasyfikacji: SVC, regresja logistyczna, kNN, drzewo decyzyjne, las losowy. Metryki dla problemu klasyfikacji. Zastosowania prostych sieci neuronowych do problemu klasyfikacji. Nieliniowe funkcje aktywacji.	2
W4	Wykorzystanie wytrenowanych modeli i elementów uczenia maszynowego w automatyce cieplnej. Deployment modeli na urządzeniach o ograniczonych zasobach. Konwersja modeli. Biblioteka LiteRT (dawne TensorFlow LITE).	2
W5	Szeregi czasowe. Pojęcia trendu, wahania sezonowego/cyklicznego. Zastosowanie transformaty Fouriera do wykrywania okresowości w szeregach czasowych. Modele autoregresyjne, zintegrowane, ze średnią ruchomą. ARIMA. Sieci neuronowe typu LSTM	2
W6	Widzenie komputerowe. Reprezentacja obrazu w komputerze. Detekcja krawędzi - filtr Cannyego. Klasyfikacja obrazów. Konwolucyjne sieci neuronowe. Warstwy konwolucyjna, poolingowa. Pojęcie fine-tuningu pretrenowanych sieci neuronowych.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W7	Detekcja obiektów i segmentacja obrazów. Metody YOLO, Fast RNN, Faster R-CNN. Wykrywania postaci i przedmiotów na zdjęciach termowizyjnych. Praktyczne przykłady zastosowań segmentacji obrazów.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Konsultacje

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	42
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	9
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	75
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 ocena z kolokwium z ćwiczeń laboratoryjnych

F2 ocena z wykonania ćwiczeń z laboratorium komputerowego

OCENA PODSUMOWUJĄCA**P1** średnia arytmetyczna ocen formujących**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Uzyskanie pozytywnych ocen formujących**W2** Oddanie poprawnie wykonanych sprawozdań z wiczeń laboratoryjnych**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	-Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0
NA OCENĘ 3.0	-Student uzyskał 51% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 60% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	-Student uzyskał 70% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	-Student uzyskał 80% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Student bezbłędnie definiuje i opisuje podstawowe zagadnienia z zakresu uczenia maszynowego, opisać proces treningu, walidacji i wdrożenia modelu ML
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	-Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0
NA OCENĘ 3.0	-Student uzyskał 51% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 60% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	-Student uzyskał 70% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	-Student uzyskał 80% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Student bezbłędnie rozpoznaje podstawowe metryki określające jakość modelu dla różnych zagadnień z zakresu uczenia maszynowego
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	-Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0
NA OCENĘ 3.0	-Student uzyskał 51% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 60% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	-Student uzyskał 70% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	-Student uzyskał 80% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Student bezbłędnie opisuje wybrane parametry popularnych metod uczenia maszynowego i potrafi opisać ich wpływ na zachowanie modeli

EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	-Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0
NA OCENĘ 3.0	-Student uzyskał 51% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 60% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	-Student uzyskał 70% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	-Student uzyskał 80% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Student bezbłędnie wybiera dane, metodę, trenuje i testuje model
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	-Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0
NA OCENĘ 3.0	-Student uzyskał 51% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 60% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.0	-Student uzyskał 70% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 4.5	-Student uzyskał 80% punktów na ocenę 5.0
NA OCENĘ 5.0	Student bezbłędnie tworzy i kompiluje program wykorzystujący model uczenia maszynowego i wdraża go na prawdziwym urządzeniu.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSODY OCENY
EK1	AiR-1-W01 AiR-1-W02 AiR-1-W04 AiR-1-W11 AiR-1-W13	Cel 1 Cel 2 Cel 3	K1 K2 K3 K4 K5 K6 K7 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK2	AiR-1-W01 AiR-1-W02 AiR-1-W04 AiR-1-W11 AiR-1-W13	Cel 1 Cel 2 Cel 3	K1 K2 K3 K4 K5 K6 K7 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2 N3	F1 F2 P1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK3	AiR-1-W01 AiR-1-W02 AiR-1-W04 AiR-1-W11 AiR-1-W13	Cel 1 Cel 2 Cel 3	K1 K2 K3 K4 K5 K6 K7 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4	AiR-1-U10 AiR-1-U11 AiR-1-U3 AiR-1-U4 AiR-1-U5 AiR-1-U6	Cel 1 Cel 2 Cel 3	K3 K4 K5 K6 K7 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 W3 W4	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK5	AiR-1-U10 AiR-1-U11 AiR-1-U3 AiR-1-U4 AiR-1-U5 AiR-1-U6	Cel 1 Cel 2 Cel 3	K1 K4 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7	N1 N2 N3	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Bisho, Ch.K. **Pattern** — *Pattern Recognition and Machine Learning*, , New York,, 2007, Springer
- [2] | Cournapeau, D. — *Scikit-learn- User Guide*, https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html, , 2024, Wydawnictwo
- [3] | Abad, M. i inni — *TensorFlow: Large-scale machine learning on heterogeneous systems, 2015. Software available from tensorflow.org.*, , 2015, Wydawnictwo
- [4] | Abad, M. i inni — *Omówienie LiteRT. Google AI for developers*, , 2024, <https://ai.google.dev/edge/litert?hl=pl>,
- [5] | Goodfellow, I. Bengio, Y., Courville, — *Deep Learning*, , 2016, MIT Press

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Awad, M.; Khanna, R — *Efficient Learning Machines: Theories, Concepts, and Applications for Engineers and System Designers*, , 2015,
- [2] | Kwolek, B. — *Adaptive real-time image processing for cognitive vision systems*, , 2007,
- [3] | | Hastie, T.; Tibshirani, R.; Friedman, — *The Elements of Statistical Learning*, Miejscowość, 2008, Springer,

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Beata, Adela Niezgoda-Żelasko (kontakt: bniezgo@mech.pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Jan Kuchmacz (kontakt: jan.kuchmacz@pk.edu.p)

2 mgr inż. Marlena Sołek (kontakt: marlena.solek@pk.edu.pl)

3 mgr inż. Lena Krawczyk (kontakt: lena.krawczyk1@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....
.....