**Nazwa przedmiotu:**

Współczesne techniki heurystyczne

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Piotr Bilski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

WMH

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

30 godzin - uczestnictwo w wykładzie oraz kolokwia ch
15 godzin - uczestnictwo w konsultacjach prohjektowych
20 godzin - wykonywanie projektu w domu (analiza literatury opisującej algorytm, tworzenie kodu programu, pisanie dokumentacji projektu, testowanie programu na danych)
10 godzin - analiza materiałów wykładowych w domu
20 godzin - przygotowanie do kolokwiów
20 godzin - przygotowanie do egzaminu
2 godziny - uczestnictwo w egzaminie

Razem: 117 godzin (5 punktów ETCS)

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

3 punkty ECTS (uczestnictwo w wykładach, kolokwiach, egzaminie oraz prezentacja projektów)

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2 punkty ECTS (tworzenie i testowanie projektu, pisanie dokumentacji)

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 30h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

 - znajomość podstaw programowania, umiejętność programowania w języku wysokiego poziomu (C++/C#/Java itp.) lub języku obliczeń naukowych (Matlab/R itp.)
 - umiejętność projektowania i implementacji algorytmów, znajomość struktur danych wykorzystywanych w programie komputerowym
 - znajomość matematyki na poziomie pozwalającym zrozumieć metody przedstawiane na przedmiocie (optymalizacja, klasyfikacja, regresja, logika rozmyta itp.)

**Limit liczby studentów:**

60

**Cel przedmiotu:**

Przedmiot ma na celu zapoznanie studentów z najpopularniejszymi metodami heurystycznymi stosowanymi obecnie w naukach technicznych. Omawiane są zagadnienia z dziedziny optymalizacji, klasyfikacji oraz aproksymacji, prezentuje się również metody sztucznej inteligencji do rozwiązywania takich problemów. Przedmiot zawiera zarówno omówienie teoretyczne algorytmów, jak i przykłady ich praktycznych implementacji. Bezpośrednie efekty kształcenia to nabycie przez studentów ogólnej wiedzy na temat współczesnych algorytmów heurystycznych wykorzystywanych w różnych dziedzinach nauki i techniki. Ponadto studenci zyskają umiejętność projektowania i testowania konkretnych metod.

**Treści kształcenia:**

1. Wstęp. Definicja heurystyk. Przykłady problemów trudnych obliczeniowo (np. SAT, TSP). Definicje i rodzaje złożoności obliczeniowej. Zadania metod heurystycznych:
o Klasyfikacja
o Aproksymacja
o Optymalizacja
2. Klasyfikacja problemów. Zasady tworzenia metody heurystycznej. Reprezentacja rozwiązania oraz funkcji oceny. Definicja sąsiedztwa. Rozwiązania dopuszczalne, funkcje kary.
3. Podstawowe problemy metod heurystycznych. Dokładność i stacjonarność modeli. Metody klasyczne
o metody lokalne i globalne
o metody dokładne i przybliżone
o metody Monte Carlo
4. Podstawowe algorytmy optymalizacyjne. Podstawowe operacje w metodach lokalnych
o Metody pełnego przeglądu
o metody wspinania się po wzgórzu
o metody k-optymalne
6. Sieci neuronowe. Modele neuronów. Rodzaje sieci neuronowych i ich wykorzystanie w heurystykach. Metody uczenia sieci
o Sieci jednokierunkowe (perceptrony)
o Sieci rekurencyjne (Hopfielda)
o Sieci w uczeniu bez nadzoru
7. Programowanie liniowe. Metoda simpleks.
8. Metody budowania rozwiązań cząstkowych (2h)
o Strategia Divide and Conquer
o Metoda Branch and Bound
o Metody optymalizacji drzew (algorytm A\*)
9. Metody unikania lokalnych optimów: symulowane wyżarzanie oraz przeszukiwanie z tabu.
10. Algorytmy genetyczne i ewolucyjne, programowanie ewolucyjne:
o Kodowanie chromosomu: reprezentacja genetyczna i ewolucyjna
o Operatory genetyczne, mechanizm selekcji
o Wybrane zastosowania: Problem komiwojażera, problem routingu w sieci telekomunikacyjnej.
o Programowanie ewolucyjne
o Strategie ewolucyjne
11. Systemy oparte na zbiorach rozmytych.
o Podstawowe definicje
o Zmienne lingwistyczne
o Operacje na zbiorach rozmytych
o Funkcje przynależności i singletony
12. Wnioskowanie rozmyte.
o Systemy Mamdaniego, Takagi-Sugeno i Larsena
o Reguły rozmyte
o Operacje rozmywania, wyostrzania i agregacji
o Przykłady działania systemu

**Metody oceny:**

 - dwa kolokwia pisemna w czasie trwania semestru
 - ocena projektu programistycznego na podstawie prezentacji działającego programu oraz dokumentacji opisującej projekt.
 - egzamin pisemny w sesji

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Z. Michalewicz, D. B. Fogel, „Jak to rozwiązać, czyli nowoczesna heurystyka”, WNT, Warszawa, 2006.
B. S. Butkiewicz, „Metody wnioskowania przybliżonego. Właściwości i zastosowanie”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2001.
S. Osowski, „Sieci neuronowe do przetwarzania informacji”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszwa, 2006.
J. Hertz, A. Krogh, R.G. Palmer, „Wstęp do teorii obliczeń neuronowych”, WNT, Warszawa, 1993.
J. Arabas, „Wykłady z algorytmów ewolucyjnych”, WNT Warszawa, 2001.

**Witryna www przedmiotu:**

http://berni.ire.pw.edu.pl/WMH/

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Posiada wiedzę na temat współczesnych algorytmów heurystycznych (w szczególności metod lokalnych, sieci neuronowych, algorytmów ewolucyjnych i logiki rozmytej) oraz ich potencjalnych zastosowań w telekomunikacji i dziedzinach pokrewnych.

Weryfikacja:

kolokwia pisemne, egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W03, K\_W08, K\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka W02:**

Rozumie potrzebę stosowania technik heurystycznych do rozwiązywania problemów techniki (optymalizacyjnych, klasyfikacyjnych i aproksymacyjnych).

Weryfikacja:

kolokwia pisemne, egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W04, K\_W12, K\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, I.P7S\_WK, III.P7S\_WK.o

**Charakterystyka W03:**

Ma wiedzę na temat umiejscowienia metod heurystycznych w dziedzinie sztucznej inteligencji oraz trendów rozwojowych w nich zachodzących.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03, K\_W13, K\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi zaimplementować wybrany algorytm heurystyczny w języku programowania wysokiego poziomu lub języku obliczeń inżynierskich i naukowych.

Weryfikacja:

projekt programistyczny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09, K\_U12, K\_U14, K\_U01, K\_U06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.3.o, I.P7S\_UK

**Charakterystyka U02:**

Potrafi zbadać złożoność obliczeniową zaimplementowanego algorytmu na podstawie pomiarów eksperymentalnych z udziałem danych trenujących i testujących.

Weryfikacja:

sprawozdanie projektu programistycznego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02, K\_U09, K\_U10, K\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UK, I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.3.o

**Charakterystyka U03:**

Umie stworzyć dokumentację wytworzonego oprogramowania oraz przedstawić je podczas ustnej prezentacji.

Weryfikacja:

sprawozdanie projektu programistycznego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02, K\_U05, K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UK, I.P7S\_UW

**Charakterystyka U04:**

Potrafi rozwiązywać proste problemy obliczeniowe wymagające zastosowania jednej z metod heurystycznych i dopasowania jej do konkretnej sytuacji.

Weryfikacja:

kolokwium pisemne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05, K\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.3.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Rozumie znaczenie metod heurystycznych w poprawie jakości ludzkiego życia.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK, I.P7S\_KR