**Nazwa przedmiotu:**

Wstęp do algorytmów ewolucyjnych

**Koordynator przedmiotu:**

 Dr hab. inż. Jarosław Arabas, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Informatyka i Systemy Informacyjne

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne

**Kod przedmiotu:**

1120-INMSI-MSP-0125

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. godziny kontaktowe – 50 h; w tym
 a) obecność na wykładzie – 30 h
 b) obecność na zajęciach projektowych – 15 h
 c) konsultacje – 3 h
 d) obecność na egzaminie – 2 h
2. praca własna studenta – 50 h; w tym
 a) dodatkowe godziny przeznaczone na realizację projektu – 15 h
 b) przygotowanie prezentacji projektu – 15 h
 c) przygotowanie do egzaminu, zapoznanie się z literaturą – 20 h
Razem 100 h, co odpowiada 4 pkt. ECTS

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

1. obecność na wykładzie – 30 h
2. obecność na zajęciach projektowych – 15 h
3. konsultacje – 3 h
4. obecność na egzaminie – 2 h
Razem 50 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1. obecność na zajęciach projektowych – 15 h
2. dodatkowe godziny przeznaczone na realizację projektu – 15 h
Razem 30 h, co odpowiada 1 pkt. ECTS

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawowe informacje z zakresu rachunku prawdopodobieństwa i analizy matematycznej

**Limit liczby studentów:**

Bez limitu

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami ewolucyjnymi i ich wykorzystaniem w optymalizacji globalnej. W ramach przedmiotu studenci poznają:
- podstawowe odmiany algorytmów ewolucyjnych,
- elementy analizy teoretycznej algorytmów ewolucyjnych,
- wybrane metaheurystyki,
- techniki benchmarkowania stochastycznych metod optymalizacji.

**Treści kształcenia:**

Wykład
Zadanie optymalizacji kombinatorycznej i w Rn .Metoda optymalizacji jako sposób uszeregowania punktów z przestrzeni przeszukiwań. Ograniczenia funkcyjne i zbiór dopuszczalny. Przegląd metod optymalizacji w Rn jako ilustracja zasady uszeregowania punktów z przestrzeni. Wzmiankowane metody to sympleks Neldera-Meada oraz metody dwufazowe, np. największego spadku i zmiennej metryki. Metoda symulowanego wyżarzania. Zadanie optymalizacji globalnej jako zadanie opuszczania obszaru przyciągania minimum lokalnego (przekraczania siodeł). Sprzeczność między zbieżnością do minimum lokalnego a zdolnością odnajdowania minimum globalnego. Algorytm ewolucyjny: metody selekcji, operacje genetyczne dla optymalizacji w Rn i {0,1}n. Techniki uwzględniania ograniczeń – zewnętrzna funkcja kary, specjalizowane kodowanie, naprawa rozwiązań niedopuszczalnych. Technika poprawy zbieżności – hybrydyzacja z metodami optymalizacji lokalnej, darwinowski a lamarkowski schemat ewolucji. Metody analizy algorytmu ewolucyjnego – twierdzenie o schematach, analiza bazująca na dynamice rozkładu próbkowania populacji nieskończonej, analiza wykorzystująca model Markowa (wg Vose'a), inne podejścia. Dostosowywanie algorytmu ewolucyjnego do niestandardowych przestrzeni przeszukiwań – specjalizowane reprezentacje i operacje genetyczne. Jak projektować operacje genetyczne aby algorytm ewolucyjny działał prawidłowo. Optymalizacja metodą immunologiczną – podobieństwa i różnice z algorytmem ewolucyjnym. Optymalizacja metodą trajektorii cząstki. Optymalizacja rojem cząstek. Podobieństwo z wielostartową metodą największego spadku. Optymalizacja globalna algorytmem bazującym na grupowaniu (wg Toerna). Usprawnianie metod optymalizacji globalnej poprzez modyfikacje zbioru rozwiązań dopuszczalnych (metoda tabu) lub wprowadzanie funkcji kary skoncentrowanych w minimach lokalnych.
Projekt
Testowanie wybranego algorytmu optymalizacji na zadaniach testowych. Algorytm wymaga zakodowania w języku programowania (np. C/C++ i pochodne lub R). W ramach projektu przygotowane jest jedno lub kilka zadań praktycznych, wymagających nietypowego użycia.

**Metody oceny:**

Do zdobycia jest w sumie 100 punktów, w tym 50 punktów w ramach projektu oraz 50 punktów z egzaminu. Warunkiem z koniecznym zaliczenia jest zdobycie w sumie co najmniej 10 punktów z egzaminu i co najmniej 10 punktów z projektu. Egzamin polega na samodzielnym rozwiązaniu zadań. Pod warunkiem spełnienia kryteriów opisanych wcześniej, ocena ustalana jest wg następującego przelicznika:
- 91-100 – bardzo dobra (5,0)
- 81-90 – ponad dobra (4,5)
- 71-80 – dobra (4,0)
- 61-70 – dość dobra (3,5)
- 51-60 – dostateczna (3,0)
- 0-50 – niedostateczna (2,0)

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. J. Arabas, Wykłady z algorytmów ewolucyjnych, WNT, 2001.
2. Z. Michalewicz, D. Fogel, Jak to rozwiązać czyli nowoczesna heurystyka, WNT, 2005.
3. A. Stachurski, A. Wierzbicki, Podstawy optymalizacji, PW, 2001.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Zna zaawansowane metody uczenia maszynowego, metody ewolucyjne oraz metody inteligencji obliczeniowej

Weryfikacja:

ocena z egzaminu oraz wykonania i prezentacji projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2SI\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W02:**

Zna techniki przeprowadzania i oceny eksperymentów badających skuteczność algorytmów ewolucyjnych.

Weryfikacja:

ocena wykonania, prezentacji i dyskusji projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2SI\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Posiada umiejętność gromadzenia, selekcji i krytycznej interpretacji informacji technicznej oraz zdolność formułowania poglądów, idei, problemów i ich rozwiązań oraz zdolność ich wyrażania i prezentowania specjalistom i niespecjalistom

Weryfikacja:

ocena z egzaminu oraz wykonania i prezentacji projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U02:**

Potrafi zaplanować, przygotować i przeprowadzić eksperyment badawczy

Weryfikacja:

ocena wykonania, prezentacji i dyskusji projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U03:**

Potrafi projektować systemy informatyczne oparte o algorytmy genetyczne i metody ewolucyjne

Weryfikacja:

ocena wykonania, prezentacji i dyskusji projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2SI\_U07, I2SI\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U04:**

Potrafi stosować metaheurystyczne metody optymalizacyjne

Weryfikacja:

ocena wykonania, prezentacji i dyskusji projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2SI\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Ma świadomość potrzeby samokształcenia w ramach procesu kształcenia ustawicznego.

Weryfikacja:

ocena wykonania, prezentacji i dyskusji projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_K01, I2\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka K02:**

Ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania w ramach pracy zespołowej

Weryfikacja:

ocena wykonania, prezentacji i dyskusji projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I2\_K05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**