**Nazwa przedmiotu:**

Przeszukiwanie i optymalizacja

**Koordynator przedmiotu:**

Rajmund Kożuszek

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Informatyka

**Grupa przedmiotów:**

Sztuczna inteligencja

**Kod przedmiotu:**

POP

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. liczba godzin kontaktowych – 35 godz., w tym
 obecność na wykładach: 30 godz.,
 udział w spotkaniach i konsultacjach przygotowujących do kolokwiów oraz związanych z realizacją przedmiotu: 1 godz.
 konsultacje z prowadzącym projekt – dyskusja zadania projektowego oraz odbiór etapów projektu: 4 godz.
2. praca własna studenta – 65 godz., w tym
 realizacja zadań projektowych: 55 godz. (obejmuje także zapoznanie się z niezbędną literaturą oraz oprogramowaniem)
 przygotowanie do kolokwiów: 10 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

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

1,25 pkt. ECTS, co odpowiada 35 godz. kontaktowym

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 pkt. ECTS, co odpowiada 55 godz. realizacji projektu

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawy Informatyki i Programowania, Probabilistyka, Wprowadzenie do Sztucznej Inteligencji

**Limit liczby studentów:**

60

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z elementami teorii oraz podstawowymi algorytmami przeszukiwania i optymalizacji.
Student zdobędzie umiejętność formułowania i rozwiązywania problemów jako zadania przeszukiwania bądź optymalizacji. Student potrafił będzie dobrać odpowiednią metodę do postawionego zadania.

**Treści kształcenia:**

WYKŁADY:

1. Wprowadzenie (2 godz.)
Informacje o przedmiocie. Regulamin przedmiotu, literatura uzupełniająca. Podstawowe pojęcia: zadanie przeszukiwania, ciągłe i dyskretne i przestrzenie przeszukiwań, zagadnienie sformułowania funkcji celu, heurystyka, metaheurystyka, optymalizacja lokalna vs. globalna
2. Przeszukiwanie (2 godz.)
Typowe zadania kombinatoryczne. Przeszukiwanie wyczerpujące vs. metody heurystyczne (powtórzenie i uzupełnienie).
3. Optymalizacja z ograniczeniami (2 godz.)
Geneza ograniczeń, sposoby ich uwzględniania poprzez przeformułowanie zadania optymalizacji lub modyfikacje metody przeszukiwania.
4. Algorytmy optymalizacji z jednym punktem roboczym (4h)
Metoda największego spadku/wzrostu, metody uwzględniające gradient funkcji celu, metody pseudonewtonowskie, błądzenie przypadkowe, symulowane wyżarzanie
5. Modyfikacje jednopunktowych metod optymalizacji (2h)
Tabu, sąsiedztwo o zmiennym promieniu
6. Podstawowe wielopunktowe algorytmy optymalizacji (4h)
Simplex Neldera-Meada, algorytm ewolucyjny (powtórzenie i uzupełnienie), optymalizacja rojem cząstek, ewolucja różnicowa, strategie ewolucyjne (powtórzenie i uzupełnienie).
7. Algorytmy optymalizacji bazujące na adaptacji rozkładu prawdopodobieństwa (2h)
EDA, CMA-ES
8. Ocena stochastycznych algorytmów optymalizacji (2 h)
Specyfika metod stochastycznych, zadania benchmarkowe.
9. Elementy składowe algorytmu ewolucyjnego (2 h)
Metody selekcji, sukcesji, mutacji, krzyżowania. Ich wpływ na zdolności eksploatacji i eksploracji algorytmu. Zachowanie algorytmu na kilku przykładowych funkcjach celu
Algorytmy bezparametrowe.
10. Hybrydyzacja metod optymalizacji (2h)
Połączenie kilku metod optymalizacji, w tym metody lokalnej i globalnej.
11. Optymalizacja wielokryterialna (2h)
Metody optymalizacji wielokryterialnej, skalaryzacja
12. Źródła trudności zadań optymalizacyjnych (2h).
Cechy funkcji celu lub ograniczeń powodujące to, że zadanie optymalizacji jest trudne, np.: złe uwarunkowanie, klątwa wymiarowości, zwodniczość, zadania typu igła w stogu siana.

Projekt:
Celem projektu jest zdobycie doświadczeń praktycznych w zakresie implementowania i stosowania omawianych algorytmów.
Zakres projektu
1. Eksperymenty z użyciem dostępnych bibliotek dostarczających implementacji algorytmów optymalizacji.
2. Samodzielna implementacja lub modyfikacja dostępnej implementacji algorytmu przeszukiwania bądź optymalizacji i badanie jego właściwości.
3. Analiza porównawcza metod optymalizacji bazująca na zestawach zadań testowych oraz analizie statystycznej wyników porównywanych metod.

**Metody oceny:**

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo. Podczas wykładu wprowadzane będą elementy personalizacji. Istotna będzie interakcja z prowadzącym, co pozwoli na uzyskanie sprzężenia zwrotnego w czasie rzeczywistym, co z kolei pozwoli na dostosowanie tematyki i tempa wykładu do rzeczywistych potrzeb.
- Projekt w wymiarze 1 godz. tygodniowo; w ramach realizacji projektu studenci dobiorą się w zespoły dwuosobowe i będą zobowiązani do wspólnego rozwiązania zadania. Zastosowana będzie tu metoda nauczania opartego na badaniach (ang. research-based teaching). Studenci będą brali udział w pracach badawczych, przez co w większym stopniu dotkną problemu niejednoznaczności zadań optymalizacji. Pozwoli im to łatwiej zrozumieć, że nie zawsze istnieją proste odpowiedzi i rozwiązania problemów. W części projektów zostanie również wdrożona idea, gamifikacji, tj. wyniki optymalizacji uzyskane przez każdą z grup będą ze sobą konkurować. Przez osiągnięciem wyznaczonego terminu, każdy zespół będzie mógł wielokrotnie poprawiać uzyskane przez siebie wyniki.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:
• ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadania projektowego;
• ocenę wiedzy wykazanej na dwóch kolokwiach pisemnych.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

• J. Arabas: Wykłady z algorytmów ewolucyjnych. WNT, 2004
• Krzysztof Trojanowski: Metaheurystyki praktycznie, WSISIZ, 2008 (wyd. II)
• P. Wawrzyński: Podstawy sztucznej inteligencji, OWPW, 2014

**Witryna www przedmiotu:**

https://usosweb.usos.pw.edu.pl/kontroler.php?\_action=katalog2/przedmioty/pokazPrzedmiot&prz\_kod=103A-INSZI-ISP-POP

**Uwagi:**

(-)

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

ma szczegółową wiedzę obejmującą algorytmy heurystyczne i optymalizacyjne

Weryfikacja:

kolokwium, ocena projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

potrafi, przy identyfikowaniu problemów i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich oraz problemów badawczych, w tym zadań i problemów złożonych i nietypowych, związanych z systemami informatycznymi oraz ich rozwiązywaniu:
a) wykorzystywać posiadaną wiedzę z zakresu nauk podstawowych oraz nauk technicznych,
b) pozyskiwać uzupełniające tę wiedzę informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; dokonywać ich selekcji, interpretacji i krytycznej oceny, integrować uzyskane informacje, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U02:**

potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty (symulacje komputerowe), analizować i interpretować uzyskane wyniki oraz wyciągać wnioski

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.o, P6U\_U, I.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U03:**

potrafi pracować indywidualnie i w zespole, potrafi dotrzymywać terminów

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UO

**Charakterystyka U04:**

potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego, przygotować tekst zawierający m.in. omówienie uzyskanych wyników oraz rzetelnie przedstawić zalety i wady proponowanego rozwiązania

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UK

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

rozumie znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz potrzebę zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności w samodzielnym rozwiązywaniu problemu; ma świadomość ważności zachowania w sposób profesjonalny

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KK, I.P6S\_KR