



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Obliczenia ewolucyjne [S1S1E>EWOL]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Sztuczna inteligencja/Artificial Intelligence

Rok/Semestr

4/7

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

22

Laboratorium

22

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Andrzej Jaszkiwicz  
andrzej.jaszkiwicz@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu matematyki dyskretnej, algorytmów i struktur danych lub algorytmiki praktycznej, badań operacyjnych, optymalizacji kombinatorycznej, statystyki i analizy danych oraz podstaw programowania.

### Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest przekazanie studentom wiedzy nt. nowoczesnych ewolucyjnych i metaheurystycznych metod optymalizacji z naciskiem na zastosowania do rozwiązywania zagadnień dyskretnych/kombinatorycznych. Po zakończeniu przedmiotu student powinien posiadać umiejętność opracowania i implementacji efektywnej metody optymalizacji dla konkretnego zagadnienia optymalizacji oraz umieć poszukiwać dalszych możliwości usprawnień w literaturze technicznej i naukowej.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

K1st\_W2: ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie podstawową wiedzę dotyczącą kluczowych obszarów informatyki z zakresu obliczeń ewolucyjnych

K1st\_W3: ma uporządkowaną wiedzę teoretyczną dotyczącą kluczowych zagadnień informatyki z

zakresu obliczeń ewolucyjnych

K1st\_W4: zna i rozumie podstawowe techniki, metody, algorytmy oraz narzędzia wykorzystywane w procesie rozwiązywania zadań informatycznych oraz problemów optymalizacji

K1st\_W7: ma podstawową wiedzę o cyklu życia oraz procesach zachodzących w programowych systemach informatycznych ze szczególnym uwzględnieniem systemów obliczeń ewolucyjnych

Umiejętności:

K1st\_U3: potrafi formułować i rozwiązywać złożone problemy dotyczące eksploracji danych, optymalizacji oraz podejmowania decyzji, stosując odpowiednio dobrane metody takie jak algorytmy grupowania, techniki klasyfikacji, podejścia do optymalizacji, metody przeszukiwania grafu lub narzędzia analizy decyzji

K1st\_U7: potrafi dokonać krytycznej analizy oraz oceny sposobu funkcjonowania systemów informatycznych oraz działania metod obliczeń ewolucyjnych

K1st\_U8: potrafi zaprojektować - zgodnie z zadaną specyfikacją - oraz zrealizować system informatyczny dla obliczeń ewolucyjnych, dobierając i stosując dostępne metody, techniki i narzędzia informatyczne (w tym język programowania)

K1st\_U9: ma umiejętność prostej adaptacji istniejących oraz formułowania i implementacji nowych algorytmów, w tym algorytmów typowych dla różnych nurtów obliczeń ewolucyjnych

K1st\_U10: potrafi pozyskiwać, analizować i przetwarzać dane różnego typu, dokonywać ich syntezy do wiedzy i wniosków przydatnych do rozwiązywania szerokiego spektrum problemów decyzyjnych

K1st\_U11: potrafi wykorzystywać oraz adaptować modele zachowań inteligentnych (np. algorytmy ewolucyjne) oraz narzędzia informatyczne symulujące te zachowania

Kompetencje społeczne:

K1st\_K1: rozumie, że w informatyce ze szczególnym uwzględnieniem obliczeń ewolucyjnych wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe, dostrzegając przy tym potrzebę ciągłego doskonalenia oraz podnoszenia własnych kompetencji

K1st\_K2: ma świadomość istotności wiedzy i badań naukowych związanych z informatyką i obliczeniami ewolucyjnymi w rozwiązywaniu praktycznych problemów o kluczowym znaczeniu dla funkcjonowania jednostek, firm, organizacji oraz całego społeczeństwa w takich przykładowych obszarach zastosowań jak transport, ochrona zdrowia, edukacja, bezpieczeństwo publiczne czy rozrywka

K1st\_K5: potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy, m.in. znajdując komercyjne zastosowania dla stworzonych systemów obliczeń ewolucyjnych, mając na uwadze nie tylko korzyści ekonomiczne, ale również aspekty prawne i społeczne

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Efekty kształcenia przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

- na podstawie aktywności na wykładach i odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach

b) w zakresie laboratoriów:

- na podstawie aktywności i oceny bieżącego postępu realizacji zadań

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na kolokwium pisemnym w formie pytań otwartych i testowych oraz zadań

- omówienie wyników kolokwium

b) w zakresie laboratoriów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenianie ciągle, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne), premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami

- ocenę sprawozdania przygotowywanego częściowo w trakcie zajęć, a częściowo po ich zakończeniu; ocena ta obejmuje także umiejętność pracy w zespole

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:

- wykazanie się ciekawymi umiejętnościami ponadprogramowymi,

- omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia,

- uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,

- umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadanie szczegółowe w

laboratorium,  
- uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych.

## Treści programowe

Elementy zagadnienia optymalizacji. Klasyfikacja metod optymalizacji. Źródła trudności zagadnień optymalizacji. Przykłady zagadnień optymalizacji z naciskiem na zagadnienia dyskretne/kombinatoryczne. Metody pełnego przeglądu. Idea metody podziału i ograniczeń. Złożoność pełnego przeglądu w przypadku obliczeń kwantowych. Przeszukiwanie losowe. Heurystyki zachłanne. Randomizacja heurystyk zachłannych. Heurystyki zachłanne oparte na żalu (regret). Idea sąsiedztwa. Przeszukiwanie lokalne w wersji stromej i zachłannej. Poprawa efektywności lokalnego przeszukiwania: obliczanie delty funkcji celu, wykorzystanie ocen ruchów z poprzednich iteracji, ruchy kandydackie, pamięć globalna ocen (składowych) ruchów, techniki zaawansowane. Lokalne przeszukiwanie z wieloma punktami startowymi. Lokalne przeszukiwanie ze zmiennym sąsiedztwem. Iteracyjne przeszukiwanie lokalne. Adaptacyjne przeszukiwanie lokalne. Wieloskaliwe przeszukiwanie sąsiedztwa. Symulowane wyżarzanie i pochodne algorytmy. Przeszukiwanie Tabu. Pamięć długoterminowa. Algorytmy populacyjne i inspirowane biologicznie. Algorytmy kolonii mrówek. Algorytmy genetyczne. Algorytmy ewolucyjne. Krzyżowanie i rekombinacja. Pojęcie i rola schematów. Metody selekcji. Sposoby kodowania rozwiązań. Kodowanie pośrednie. Hybrydowe algorytmy ewolucyjne. Hiper-heurystyki i hiper-heurystyki genetyczne. Sposoby uwzględniania ograniczeń. Ogólny schemat ewolucyjnych metod optymalizacji. Twierdzenie "No free lunch" - założenia, zarys dowodu, zakres stosowania, wnioski praktyczne. Miary trudności zagadnień optymalizacji. Analiza krajobrazu funkcji celu. Systematyczne projektowanie ewolucyjnych metod optymalizacji dla konkretnych problemów. Przykłady zastosowań systematycznej metodyki projektowania ewolucyjnych metod optymalizacji. Sposoby eksperymentalnej oceny ewolucyjnych metod optymalizacji. Aktualne trendy rozwojowe.

## Tematyka zajęć

Metody przybliżonej optymalizacji złożonych problemów optymalizacji, w szczególności optymalizacji kombinatorycznej, w tym metody optymalizacji wielokryterialnej. Podstawy teoretyczne takich metod.

## Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja multimedialna, demonstracja, dyskusja
2. Ćwiczenia laboratoryjne: słowne wprowadzenie, zadania praktyczne, programowanie, wykonywanie i analiza wyników eksperymentów obliczeniowych, dyskusja. W ramach ćwiczeń laboratoryjnych studenci pracują w grupach dwuosobowych nad wybranym zagadnieniem optymalizacji opracowując na kolejnych zajęciach coraz bardziej zaawansowane ewolucyjne metody optymalizacji, bazując na metodach opracowanych podczas poprzednich zajęć.

## Literatura

Podstawowa:

1. Jarosław Arabas, Wykłady z algorytmów ewolucyjnych, WNT, 2006.
2. Zbigniew Michalewicz, Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne, Helion, 2003.
3. Z. Michalewicz, Jak to Rozwiązać, czyli Nowoczesna Heurystyka, WNT, 2006

Uzupełniająca:

1. Jaszkievicz A., Distance preserving recombination operator for earth observation satellites operations scheduling, Journal of Mathematical Modelling and Algorithms, Volume 7, Issue 1, March 2008, Pages 25-42.
2. Lust, T., Jaszkievicz, A., Speed-up techniques for solving large-scale biobjective TSP, 2010, Computers and Operations Research, 37(3), pp. 521-533.
3. Deep Infeasibility Exploration Method for Vehicle Routing Problems / Piotr Beling, Piotr Cybula, Andrzej Jaszkievicz (WliT), Przemysław Pełka, Marek Rogalski, Piotr Sielski // W: Evolutionary Computation in Combinatorial Optimization : 22nd European Conference, EvoCOP 2022, Held as Part of EvoStar 2022, Madrid, Spain, April 20-22, 2022 : Proceedings / red. Leslie Pérez Cáceres, Sébastien Verel - Cham, Switzerland : Springer, 2022 - s. 62-78.
4. Evolutionary Algorithm for Vehicle Routing with Diversity Oscillation Mechanism / Piotr Cybula,

Andrzej Jaskiewicz (WliIT), Przemysław Pełka, Marek Rogalski, Piotr Sielski // W: Parallel Problem Solving from Nature - PPSN XVII : 17th International Conference, PPSN 2022, Dortmund, Germany, September 10-14, 2022, Proceedings, Part I / red. Günter Rudolph - Cham, Switzerland : Springer, 2022 - s. 279-293.

5. Effective recombination operators for the family of vehicle routing problems / Piotr Cybula, Marek Rogalski, Piotr Sielski, Andrzej Jaskiewicz (WliIT), Przemysław Pełka // W: GECCO '21: Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion / red. Francisko Chicano, Krzysztof Krawiec (WliIT) - New York, United States : Association for Computing Machinery (ACM), 2021 - s. 121-122.

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	44	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu, wykonanie projektu)	56	2,00