**Nazwa przedmiotu:**

Metody optymalizacji

**Koordynator przedmiotu:**

Prof. Radosław Pytlak

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria i Analiza Danych

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne

**Kod przedmiotu:**

.

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

1. godziny kontaktowe – 68 h; w tym
 a) obecność na wykładach – 30 h
 b) obecność na ćwiczeniach – 15 h
 c) obecność na laboratoriach – 15 h
 d) konsultacje – 5 h
 e) obecność na egzaminie – 3 h
2. praca własna studenta – 60 h; w tym
 a) przygotowanie do ćwiczeń i do kolokwiów – 15 h
 b) przygotowanie do laboratoriów – 10 h
 c) przygotowanie sprawozdań z zadań domowych – 15 h
 d) zapoznanie się z literaturą – 10 h
 e) przygotowanie do egzaminu – 10 h
Razem 128 h, co odpowiada 5 pkt. ECTS

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

1. obecność na wykładach – 30 h
2. obecność na ćwiczeniach – 15 h
3. obecność na laboratoriach – 15 h
4. konsultacje – 5 h
5. obecność na egzaminie – 3 h
Razem 68 h, co odpowiada 3 pkt. ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1. obecność na laboratoriach – 15 h
2. przygotowanie do laboratoriów – 10 h
3. przygotowanie sprawozdań z zadań domowych – 15 h
Razem 40 h, co odpowiada 2 pkt. ECTS

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

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

**Wymagania wstępne:**

Analiza matematyczna (rachunek różniczkowy)
Algebra liniowa (rachunek macierzowy)
Metody numeryczne

**Limit liczby studentów:**

.

**Cel przedmiotu:**

Wprowadzenie do podstawowych zastosowań optymalizacji: analiza danych (wyznaczanie wartości estymatorów modeli statystycznych); rozwiązywanie zadań sterowania optymalnego (w szczególności kalibracja modeli dy-namicznych); opracowanie i weryfikacja reguł decyzyjnych; badania opera-cyjne (harmonogramowanie procesów, rozwiązywanie zadań przydziału); wyznaczanie przepływów w sieciach.
Przedstawienie warunków koniecznych i dostatecznych optymalności dla zadań optymalizacji: warunki optymalności dla zadań bez ograniczeń; warunki KKT dla zadań z ograniczeniami.
Przedstawienie podstawowych metod spadku dla zadań optymalizacji bez ograniczeń: szybkość zbieżności metod; metody gradientów sprzężonych; metoda Newtona; metody quasi-newtonowskie; wprowadzenie do metod obszaru zaufania (trust region methods)
Omówienie podstawowych metod dla zadań z ograniczeniami: metody funkcji kary; metody rozszerzonego lagrangianu; metody dokładnej funkcji kary; metody SQP.
Omówienie zadania dualnego do zadania wypukłego, metody sympleks oraz metody punktu wewnętrznego dla zadań programowania liniowego oraz kwadratowego.
Wprowadzenie do zadań programowania całkowitoliczbowego, zadania zrelaksowane oraz podstawowe metody rozwiązywania zadań optymalizacji całkowitoliczbowej.

W ramach laboratorium zrealizowane zostaną: rozwiązywanie zadań estymacji parametrów modeli regresji z wykorzystaniem procedury typu lasso; rozwiązywanie zadań optymalizacji za pośrednictwem środowiska Matlab, serwera NEOS oraz środowiska języka Python; zaznajomienie z podstawowymi językami modelowania zadań optymalizacji.

**Treści kształcenia:**

1. Przykłady i klasyfikacja zadań optymalizacji.
2. Rozwiązania globalne i lokalne zadań optymalizacji bez ograniczeń. Warunki optymalności (konieczne i dostateczne) dla zadań optymalizacji bez ograniczeń. Zbiory i funkcje wypukłe i ich znaczenie w optymalizacji.
3. Metody spadku (z minimalizacją w kierunku) oraz metody obszaru zaufania (trust region) dla zadań optymalizacji bez ograniczeń. Ogólne warunki zbieżności metod spadku. Szybkość zbieżności metod optymalizacji.
4. Metoda gradientów sprzężonych. Metoda Newtona oraz metody quasi-newtonowskie.
5. Liniowe zadanie najmniejszych kwadratów. Metoda dekompozycji QR oraz równań normalnych rozwiązywania liniowego zadania najmniejszych kwadratów. Metoda Gaussa-Newtona dla zadania najmniejszych kwadratów.. Metoda Newtona dla rozwiązywania układu nieliniowych równań algebraicznych.
6. Warunki optymalności dla zadań optymalizacji z ograniczeniami: warunki konieczne KKT; warunki dostateczne optymalności; warunki regularności ograniczeń.
7. Zadania dualne dla wypukłych zadań optymalizacji z ograniczeniami.
8. Zadanie programowania liniowego. Metoda sympleks.
9. Metody punktu wewnętrznego rozwiązywania zadań programowania liniowego.
10. Wprowadzenie do rozwiązywania zadań optymalizacji z ograniczeniami: metoda funkcji kary; metoda rozszerzonego lagrangianu; metoda dokładnej funkcji kary.
11. Metody SQP; metody eliminacji zmiennych; metody rozwiązywania zadań kwadratowych.
12. Przykłady zadań optymalizacji całkowitoliczbowej.
13. Warunki optymalności dla zadań optymalizacji całkowitoliczbowej; relaksacja zadania programowania liniowego; relaksacja Lagrange’a. Złożoność zadań optymalizacji całkowitoliczbowej.
14. Metoda podziału i ograniczeń (branch and bound) dla zadań optymalizacji całkowitoliczbowej.
15. Metoda płaszczyzn odcinających i metoda generacji kolumn dla zadań optymalizacji całkowitoliczbowej.

**Metody oceny:**

Ocena przedmiotu składa się z ocen cząstkowych: kolokwia – 30%; aktywność na ćwiczeniach – 10%; sprawozdania z zadań domowych – 20%; egzamin – 40%.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

J. Nocedal, S.J. Wright, Numerical Optimization, Springer, 2006
S. Boyd, L. Vandenberghe, Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004
L.A. Wolsey. Integer Programming, J. Wiley & Sons, 1998.
D.P. Bertsekas, Nonlinear Programming, Athena Scientific, 1999.

**Witryna www przedmiotu:**

.

**Uwagi:**

.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Ma podstawową wiedzę z zakresu warunków optymalności zadań optymalizacji.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** DS\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka W02:**

Ma wiedzę z zakresu metod numerycznych dla nieliniowych zadań optymalizacji.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** DS\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka W03:**

Ma podstawową wiedzę z zakresu teorii i metod obliczeniowych optymalizacji całkowitoliczbowej.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** DS\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi rozwiązywać zadania optymalizacji z wykorzystaniem właściwego pakietu numerycznego optymalizacji.

Weryfikacja:

kolokwium oraz sprawozdania z zadań domowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** DS\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW

**Charakterystyka U02:**

Potrafi sformułować i rozwiązać złożone zadanie optymalizacji z wykorzystaniem języka modelowania optymalizacji.

Weryfikacja:

kolokwium oraz sprawozdania z zadań domowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** DS\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Rozumie proces postępu w dziedzinie analizy danych i konieczność ciągłego samokształcenia.

Weryfikacja:

kolokwium oraz sprawozdania z zadań domowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** DS\_K01, DS\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KK, I.P6S\_KO

**Charakterystyka K02:**

Prawidłowo ocenia skutki pozytywne i zagrożenia związane z wdrażaniem rozwiązań dotyczących analizy danych.

Weryfikacja:

kolokwium oraz sprawozdania z zadań domowych

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** DS\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KO, I.P6S\_KR