**Nazwa przedmiotu:**

Analiza algorytmów

**Koordynator przedmiotu:**

Łukasz Skonieczny

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Informatyka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

AAL

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

udział w wykładach 30 godz.
udział w spotkaniach projektowych 15 godz.
przygotowanie do sprawdzianu i egzaminu 30 godz.
samodzielna realizacja projektów 45 godz.

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

udział w wykładach 30 godz.
udział w spotkaniach projektowych 15 godz.
w sumie 45 godz. co daje ok. 1,5 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

udział w spotkaniach projektowych 15 godz.
samodzielna realizacja projektów 45 godz.
w sumie 60 godz. co daje 2 ECTS

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

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

**Wymagania wstępne:**

Brak

**Limit liczby studentów:**

40

**Cel przedmiotu:**

Prezentacja, w możliwie pragmatycznym ujęciu, głównych pojęć, metod i wyników analizy złożoności i projektowania algorytmów obliczeniowych.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu

Wprowadzenie do tematyki (2h).
Problemy algorytmizowalne, algorytmy i programy, modele obliczeń; klasy złożoności problemów i algorytmów sekwencyjnych; rozmiar problemu, złożoność czasowa i pamięciowa; złożoność pesymistyczna, oczekiwana, zamortyzowana, oszacowania asymptotyczne; redukowalność algorytmów, kres górny złożoności, kres dolny i algorytmy optymalne.

Techniki analizy (4h).
Notacja asymptotyczna. Elementarne techniki analizy złożoności pesymistycznej i oczekiwanej; równania rekurencyjne liniowe jednorodne i niejednorodne, twierdzenie o rozwiązaniu równania z niejednorodnością wielomianowo-wykładniczą. Równania dekompozycji, postać kanoniczna Bentleya-Hakena-Saxe'a rozwiązywania równań dekompozycji. Funkcje tworzące.

Przykłady analizy - algorytmy i struktury podstawowe (4h).
Algorytmy Karatsuby i Strassena; analiza złożoności operacji dla kopców binarnych (heaps), algorytm selekcji, liniowy algorytm z medianą median, badanie ograniczenia dolnego dla operacji selekcji. Operacje na zbiorach, algorytmy UNION-FIND,zastosowania w problemach równoważności, algorytm Kruskala, dla drzew rozpinających.

Dekompozycja wielowymiarowa (6h).
Schemat dekompozycji i omiatania dla problemów geometrycznych, problemy globalne i przepytywania. Dominacja punktów w zbiorach wielowymiarowych; wyznaczanie punktów ekstremalnych. Problemy związane z metrykami (analiza bliskości). Przeszukiwanie zakresowe, drzewa dychotomiczne, k-d drzewa i drzewa zakresowe. Usuwanie degeneracji w problemach geometrycznych.

Problemy optymalizacji (6h).
Metody rozwiązywania i złożoność problemów optymalizacji. Metoda odrywania i algorytmy zachłanne. Algorytmy Kruskala, Prima, Dijkstry. Pojecie matroidu. Programowanie dynamiczne w problemach sieciowych i drzewach szukania, algorytm Floyda. Algorytmy szukania z nawrotami, metoda rozgałęzień i ograniczeń, algorytm Little'a dla problemu komiwojażera. Algorytm Helda-Karpa dla grafów nieskierowanych.

Metoda transformacji dziedziny (2h).
Dyskretna transformata Fouriera w dziedzinie zespolonej; FFT w ciałach skończonych i szybkie mnożenie wielomianów; szybkie mnożenie wielkich liczb.

Klasy złożoności (2h).
Modele obliczeń; problemy decyzyjne, obliczeniowe i optymalizacyjne. Model niedeterministyczny, klasy P i NP, problemy NP-trudne i NP-zupełne, problemy spełnialności, twierdzenie Cooka, technika dowodzenia przynależności problemów do klasy NPC, przykłady problemów w klasie NP. Klasyfikacja Gareya.

Algorytmy aproksymacyjne (2h).
Terminologia. Aproksymacje dla problemu minimalnego pokrycia wierzchołkowego grafu. Aproksymacje dla problemu komiwojażera (TSP), algorytm Christofidesa, ulepszanie iteracyjne. Twierdzenie o niemocy. Mataheurystyki, symulowane wyżarzanie, metodyka GRASP, tabu search, algorytmy genetyczne i ewolucyjne, algorytmy mrówkowe.

Zakres projektu

W ramach projektu studenci opracowują algorytmy dla zadanych problemów wymagających użycia kilku algorytmów podstawowych i przeprowadzają analizę złożoności pesymistycznej oraz pomiary czasu. Proponowane problemy projektowe dotyczą algorytmów geometrycznych, kombinatorycznych, optymalizacji, przetwarzania tekstów, symulacji sterowanej zdarzeniami, przetwarzania w grafach.

**Metody oceny:**

sprawdziany;
projekt semestralny;
egzamin

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Cormen T, Leiserson Ch, Rivest R: Wprowadzenie do algorytmów, WNT, Warszawa 1997, 2001, 2004.
2. Aho A.V, Hopcroft J.E, Ullman J.D: Projektowanie i Analiza Algorytmów, Helion, Gliwice 2003.
3. Sedgewick R: Algorytmy w C++ (1999); Algorytmy w C++: grafy (2003), ReadMe, Warszawa.
4. Reingold E.M., Nievergelt J., Deo N. : Algorytmy Kombinatoryczne, WNT, Warszawa 1985.

Literatura uzupełniająca

1. Skiena S, Revilla M: Wyzwania programistyczne, WSiP, Wwa 2004.
2. Lipski W.: Kombinatoryka dla Programistów, WNT, Warszawa 1982; 2004.
3. Banachowski L., Kreczmar A., Rytter W.: Analiza Algorytmów i Struktur Danych, WNT, Warszawa 1987; 1989.
4. Sysło M., Deo N., Kowalik J.: Algorytmy Optymalizacji Dyskretnej, PWN, Warszawa 1993; 1999.

**Witryna www przedmiotu:**

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

**Uwagi:**

Brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka AAL\_W01:**

ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych pojęć związanych z analizą złożoności obliczeniowej algorytmów, technik analizy z wykorzystaniem równań rekurencyjnych liniowych i równań dekompozycji

Weryfikacja:

sprawdziany; projekt semestralny; egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11

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

**Charakterystyka AAL\_W02:**

ma uporządkowaną wiedzę na temat złożoności quasioptymalnych algorytmów podstawowych (szukanie, sortowanie, selekcja)

Weryfikacja:

sprawdziany; projekt semestralny; egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11

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

**Charakterystyka AAL\_W03:**

ma uporządkowaną wiedzę na tematmetody dekompozycji wielowymiarowej dla problemów geometrycznych w zbiorach punktów

Weryfikacja:

sprawdziany; projekt semestralny; egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11, K\_W19

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

**Charakterystyka AAL\_W04:**

ma uporządkowaną wiedzę na tematmetod optymalizacji dyskretnej z użyciem strategii zachłannej, programowania dynamicznego, rozgałęzień i ograniczeń

Weryfikacja:

sprawdziany; projekt semestralny; egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W09, K\_W11, K\_W19

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

**Charakterystyka AAL\_W05:**

ma uporządkowaną wiedzę na tematmetody transformacji dziedziny, w tym FFT

Weryfikacja:

sprawdziany; projekt semestralny; egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W19

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

**Charakterystyka AAL\_W06:**

ma uporządkowaną wiedzę na tematnajważniejszych klas złożoności i metod aproksymacji rozwiązań problemów NP-trudnych

Weryfikacja:

sprawdziany; projekt semestralny; egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W09, K\_W11

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka AAL\_U01:**

potrafi znaleźć asymptotykę i rozwiązanie dokładne równania rekurencyjnego liniowego

Weryfikacja:

sprawdziany; projekt semestralny; egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o

**Charakterystyka AAL\_U02:**

potrafi rozwiązać nietrywialny problem obliczeniowy i ocenić złożoność asymptotyczną algorytmu

Weryfikacja:

sprawdziany; projekt semestralny; egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05, K\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o

**Charakterystyka AAL\_U03:**

potrafi zaplanować i przeprowadzić systematyczne testowanie algorytmu i pomiary czasu wykonania

Weryfikacja:

projekt semestralny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02, K\_U13, K\_U19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.4.o, III.P6S\_UW.3.o

**Charakterystyka AAL\_U04:**

potrafi rozpoznać stosowalność i wykorzystać odpowiednią metodę do rozwiązania problemu optymalizacji dyskretnej

Weryfikacja:

sprawdziany; projekt semestralny; egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.3.o

**Charakterystyka AAL\_U05:**

potrafi rozpoznać i potwierdzić przynależności problemu do klasy NP-trudnych lub NP-zupełnych

Weryfikacja:

projekt semestralny; egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.1.o

**Charakterystyka AAL\_U06:**

potrafi zaproponować metodę aproksymacji dla problemu NP-trudnego

Weryfikacja:

sprawdziany; projekt semestralny; egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U02, K\_U13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.4.o

**Charakterystyka AAL\_U07:**

potrafi przestrzegać przyjętego stylu kodowania i dokumentowania projektów algorytmicznych

Weryfikacja:

projekt semestralny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U13, K\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.4.o, III.P6S\_UW.3.o

**Charakterystyka AAL\_U08:**

potrafi planować działania projektowe wg wymaganego terminu

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_UK04

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

**Charakterystyka AAL\_U09:**

potrafi samodzielnie pozyskiwać poszerzające informacje o rozwiązywanym problemie

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_UK01

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