**Nazwa przedmiotu:**

Algorytmy i struktury danych

**Koordynator przedmiotu:**

Rajmund Kożuszek

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Informatyka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

AISDI

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

6

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

1. liczba godzin kontaktowych – 94 godz., w tym
 obecność na wykładach: 60 godz.,
 obecność na zajęciach laboratoryjnych: 30 godz.,
 udział w konsultacjach związanych z realizacją przedmiotu: 4 godz.
2. praca własna studenta – 76 godz., w tym
 analiza literatury i materiałów wykładowych związana z przygotowaniem do kolejnych wykładów, wykonanie wskazanych zadań przykładowych: 20 godz.
 wykonanie ćwiczeń przygotowawczych do laboratorium: 30 godz.
 wykonanie zadania projektowego: 16 godz.
 przygotowanie do egzaminu: 10 godz.
Łączny nakład pracy studenta wynosi 170 godz., co odpowiada 6 pkt. ECTS.

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

3.5 pkt. ECTS, co odpowiada 94 godz. kontaktowym.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

3 pkt. ECTS, co odpowiada 60 + 16 = 76 godz. realizacji ćwiczeń

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 60h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 30h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Matematyka konkretna 1 (MAKO1), Podstawy programowania i informatyki (PIPR)

**Limit liczby studentów:**

150

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przedstawienie najważniejszych struktur danych i algorytmów oraz pokazanie sposobów ich implementacji we współczesnych językach programowania. Wyjaśnione zostaną zagadnienia dotyczące oceny złożoności czasowej i pamięciowej algorytmów. Treść przedmiotu pozwoli studentom na dobór właściwej struktury danych i algorytmu do rozwiązywanego problemu programistycznego, a następnie stworzenie ich poprawnej implementacji. W ramach przedmiotu omówione zostaną również zagadnienia dotyczące definiowania języków formalnych. Przedstawione zostaną podstawowe klasy gramatyk formalnych oraz odpowiadające im rodzaje automatów. Wybrane wykłady będą prowadzone w formie dyskusji.

**Treści kształcenia:**

WYKŁADY:
1. Wprowadzenie (4 godz.)
Informacje o przedmiocie. Regulamin przedmiotu. Liniowe struktury danych: tablica, lista jedno i dwukierunkowa (powtórzenie). Złożoność obliczeniowa - wprowadzenie.
2. Algorytmy sortowania (8 godz.)
Sortowanie przez wybieranie i przez wstawianie (powtórzenie). Sortowanie Shella, sortowanie szybkie, sortowanie przez scalanie, sortowanie przez kopcowanie. Dolne ograniczenie dla problemu sortowania. Sortowanie kubełkowe.
3. Wyszukiwanie i funkcja mieszająca (4 godz.)
Wyszukiwanie liniowe, binarne, interpolacyjne, z podziałem Fibonacciego. Tworzenie funkcji skrótu, tablica mieszająca, filtr Blooma, algorytm MinHash.
4. Drzewa (6 godz.)
Drzewa BST, drzewa AVL, B-drzewa, drzewa splay, drzewa czerwono-czarne.
5. Algorytmy tekstowe (4 godz.)
Wyszukiwanie wzorca, algorytm Rabina-Karpa, algorytm Knutha-Morrisa-Pratta, drzewa suffiksowe, indeks odwrócony.
6. Algorytmy równoległe (4 godz.)
Podstawowe problemy i metody zrównoleglania algorytmów, równoległe strumienie, równoległe “Dziel i rządź”, metoda map-reduce.
7. Grafy i algorytmy grafowe (14 godz.)
Rodzaje grafów, reprezentacja grafów, przeszukiwanie wszerz i w głąb, sortowanie topologiczne, składowe spójne, najkrótsze ścieżki (alg. A\*, Dijkstry, Bellmana-Forda, Floyda-Warshalla), minimalne drzewa rozpinające (alg. Kruskala, Prima), redukcja i domknięcie przechodnie, sieci przepływowe (alg. Forda-Fulkersona, Edmondsa-Karpa), skojarzenia (alg. Hopcrofta-Karpa, Edmondsa), cykl Eulera i cykl Hamiltona, klika, pokrycie wierzchołkowe, kolorowanie, izomorfizm.
8. Lingwistyka (6 godz.)
Słowo, język, operacje na słowach i językach, składnia, semantyka, gramatyka, automat, klasyfikacja Chomskiego, języki regularne i automaty skończone: gramatyki regularne, analiza i synteza automatów, grafy przejść, determinizm i niedeterminizm, wyrażenia regularne, języki bezkontekstowe i automaty ze stosem.
9. Złożoność obliczeniowa (6 godz.)
Problem obliczeniowy, model obliczeniowy, złożoność obliczeniowa (rodzaje złożoności), asymptotyka, notacja dużego O, Omegi, Thety oraz małego o, omegi, hierarchia klas złożoności (wynikająca z asymptotyki), inne klasy złożoności, P, NP, NP-Hard, NP-Complete (problem P=NP), coNP, PP, BPP, RP, coRP, ZPP, NC, BQP, przykład: problem SAT, maszyna Turinga, twierdzenie Cooka-Levina, hipoteza Churcha-Turinga, komputer kwantowy.
10. Przegląd metod konstruowania algorytmów (4 godz.)
Algorytmy zachłanne, brutalne, aproksymacyjne, metoda dziel i rządź, programowanie dynamiczne, problemy spełniania ograniczeń.
LABORATORIA:
1. Organizacja laboratoriów. Zapoznanie się z narzędziami. Pisanie testów jednostkowych. Usuwanie błędów krytycznych aplikacji. Wyszukiwanie wycieków pamięci. Profilowanie aplikacji.
2. Implementacja słownika opartego o drzewo binarne. Implementacja słownika opartego o funkcję mieszającą. Porównanie efektywności czasowej obu rozwiązań.
3. Odbiór zadania z pkt. 2.
4. Zadanie grafowe. Implementacja zadanego algorytmu grafowego.
5. Odbiór zadania z pkt. 4. Omówienie zadania projektowego: implementacja aplikacji wymagającej od studentów dobrania i/lub opracowania kilku odpowiednich struktur danych i algorytmów spośród prezentowanych na wykładzie.
6. Praca nad zadaniem projektowym. Ocena przyjętych założeń. Konsultacje.
7. Odebranie zadania projektowego.

**Metody oceny:**

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:
 wykład prowadzony w wymiarze 4 godz. tygodniowo; w wybranych zagadnieniach przewidziana jest aktywizacja studentów na wykładzie (wybrane wykłady prowadzone w formie dyskusji),
 zajęcia laboratoryjne w wymiarze 4 godz. co dwa tygodnie; w ramach tych zajęć student, korzystając z oprogramowania i sprzętu komputerowego, będąc pod opieką prowadzącego zajęcia, będzie realizował wskazane zadania dotyczące implementacji algorytmów. Wybór tematów projektów i rozwiązań przeprowadzany będzie przy użyciu metody burzy mózgów.
Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:
 ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań laboratoryjnych – ocena z wybranych ćwiczeń laboratoryjnych;
 ocenę wiedzy wykazanej na egzaminie.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

• Cormen T, Leiserson Ch, Rivest R: Wprowadzenie do algorytmów, Warszawa, 2018
• Robert Sedgewick, Kevin Wayne (2012) - Algorithms
• Skiena S, The Algorithm Design Manual, 2nd Edition, Springer, 2010
• Dasgupta S, Papadimitriou C, Vazirani U, Algorytmy, PWN, Warszawa 2010
• Bentley J, Perełki programowania. Wydanie II, 2012

**Witryna www przedmiotu:**

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

**Uwagi:**

(-)

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

ma szczegółową wiedzę w zakresie drzewiastych i grafowych struktur danych

Weryfikacja:

laboratorium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W05

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

**Charakterystyka W02:**

ma szczegółową wiedzę w zakresie algorytmów sortowania i wyszukiwania informacji

Weryfikacja:

laboratorium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W05

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

**Charakterystyka W03:**

ma wiedzę dotyczącą konstruowania algorytmów, zna zagadnienia dotyczące złożoności obliczeniowej

Weryfikacja:

laboratorium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W05

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

**Charakterystyka W04:**

ma wiedzę obejmującą lingwistykę matematyczną oraz automaty

Weryfikacja:

laboratorium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W05

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

potrafi przygotować środowisko pracy programisty

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U01

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

**Charakterystyka U02:**

potrafi napisać kod programu wykorzystujący proste oraz złożone struktury danych i algorytmy

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U07

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

**Charakterystyka U03:**

potrafi samodzielnie rozwiązać proste zadania programistyczne dobierając do ich rozwiązania odpowiednie struktury danych oraz algorytmy

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U02, U07

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

**Charakterystyka U04:**

potrafi przetestować i poprawnie ocenić złożoność obliczeniową kodu programu

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U03

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

**Charakterystyka U05:**

potrafi przygotować prostą dokumentację przedstawiającą algorytm rozwiązania zadanego problemu

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U09

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

**Charakterystyka U06:**

potrafi wyszukać niezbędne informacje w zasobach literaturowych

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U01

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

**Charakterystyka U07:**

potrafi pracować indywidualnie i w zespole

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U08

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

krytycznie ocenia posiadaną wiedzę i przekazywane treści

Weryfikacja:

egzamin, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K01

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

**Charakterystyka K02:**

rozumie znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz potrzebę zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności w samodzielnym rozwiązywaniu problemu

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K05

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