Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Informatyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria obliczeniowa dla licencjatów

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Modelowanie zagadnień techninczych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	
Kod przedmiotu	WFMiI I oIIS B1 16/17
Kategoria przedmiotu	Przedmioty podstawowe
Liczba punktów ECTS	5.00
Semestry	2

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Laboratorium komputerowe	Seminarium	Projekt
2	15	0	30	0	0	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Konstruowanie modeli informatycznych w wybranym obszarze informatyki i umiejętnego posługiwania się nimi. Osiągnięcia umiejętności w wyborze metod modelowania zadań technicznych i ich zastosowań. Abstrakcyjne struktury danych i ich implementacje: listy, drzewa, grafy, kolejki. Podstawowe algorytmy grafowe: wyszukiwanie wierzchołków peryferyjnych, tworzenie struktur poziomów i drzew eliminacji. W trakcie nauki przedmiotu student zaznajamia się z podstawami tworzenia algorytmów i oprogramowania na komputerach

wielordzeniowych, technika Intel dla osiągnięcia wysokiej wydajności poprzez pisanie programów na podstawie SSE2, SSE3, macierzy rzadkich (uporządkowanie układu równań liniowych algebraicznych, solwery bezpośrednie i iteracyjne)

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Podstawowa wiedza z analizy matematycznej, algebry liniowej, matematyki dyskretnej, systemów operacyjnych, metod numerycznych.

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Zna metody wykorzystywane do modelowania zagadnień technicznych.

EK2 Wiedza Ma poszerzoną wiedzę w zakresie metod matematycznych niezbędną do opisu i analizy zjawisk zachodzących w modelowanej rzeczywistości.

EK3 Wiedza Znajomość z techniką macierzy rzadkich formaty przechowywania, uporządkowanie, rozwiązywanie układów równań liniowych algebraicznych metodami bezpośrednimi i iteracyjnymi.

EK4 Umiejętności Potrafi rozwiązywać złożone zadania inżynierskie z zakresu informatyki wykorzystując właściwe metody, techniki i narzędzia.

6 Treści programowe

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Typowe zadania symulacji komputerowych w zadaniach technicznych. Miary i pomiary wydajności w algorytmach obliczeniowych. Potokowe przetwarzanie danych. Pobieranie z wyprzedzeniem. Usuniecie skoków w danych i rozwijanie pętli. Konflikty danych w pamięci podręcznej dla architektury SMP	2
W2	Oszacowanie wydajności dla typowych algorytmów algebry liniowej. Blokowanie pamięci podręcznej. Poziomy BLAS. Blokowanie rejestrów. Wektoryzowanie obliczeń i XMM rejestry. Technologii SSE2, SSE3. Mnożenie macierzy przez macierz. Techniki Intel MKL. Pakowanie danych i blokowanie rejestrów wektorowych.	4
W3	LU i LLT faktoryzacji macierzy gęstych symetrycznych, algorytmy Gaussa i Choleskiego dla macierzy symetrycznych. Blokowa faktoryzacja Choleskiego.	2
W4	Wielowątkowość, modele oprogramowania wielowątkowego, zrównoleglenie danych, prawo Amdahla, load balance, granularity, równolegle alokowanie pamięci, Thread local Storage (TLS)	2
W5	Macierzy rzadkie symetryczne. Graf przyległości. Formaty skompresowane. Zapełnienia i metody uporządkowania. Faktoryzacja symboliczna. Algorytmy uporządkowania ND i MDA. Algorytmy hybrydowe, METIS.	2
W6	Rozwiązanie układów równań liniowych algebraicznych z macierzami rzadkimi za pomocą metod bezpośrednich i iteracyjnych.	3

Laboratorium		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
L1	Algorytm mnożenia macierzy przez wektor. Usuniecie skoków, rozwijanie pętli, stosowanie rejestrów XMM (elementy wektoryzowania obliczeń).	2
L2	Mnożenie macierzy przez macierz w trybie sekwencyjnym. Algorytmy naiwne, blokowanie pamięci podręcznej, blokowanie rejestrów, algorytm wykonany w technice Intel MKL.	4
L3	Obliczenie iloczynu skalarnego dwóch wektorów w trybie wielowątkowym. Lokalne dane wątku. Dane globalne, rozwiązywanie konfliktów danych w pamięci podręcznej, technika podkładania.	4
L4	Zrównoleglenie algorytmu mnożenia macierzy przez wektor na podstawie OpenMP. Pomiary wydajności i przyspieszenia.	4
L5	Numeryczne obliczenie całki w trybie wielowątkowym.	2
L6	Rozwiązywanie układów równań liniowych algebraicznych z macierzą gęstą w trybie wielowątkowym (metoda blokowa bezpośrednia)	4
L7	Formaty skompresowane dla macierzy rzadkich. Algorytmy uporządkowania: ND i MDA.	4
L8	Rozwiązywanie układu równań liniowych algebraicznych z macierzami rzadkimi symetrycznymi. Metody looking left, wielofrontalna.	4
L9	Kolokwium zaliczeniowy	2

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Konsultacje

N4 Prezentacje multimedialne

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	20
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	50
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**150**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	5.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Odpowiedź ustna

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

Ocena podsumowująca

P1 Zaliczenie pisemne

Warunki zaliczenia przedmiotu

W1 Zaliczenie wszystkich prac laboratoryjnych oraz napisanie kolokwium zaliczeniowego.

Ocena aktywności bez udziału nauczyciela

B1 Inne

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1

Na ocenę 2.0	Student nie zna podstawowych pojęć z zakresu oszacowania wydajności algorytmów mnożenia macierzy przez wektor, macierzy przez macierz naiwnego i blokowego (blokowanie pamięci podręcznej), nie ma pojęcia o blokowaniu rejestrów, faktoryzacji macierzy gęstej metodami Gaussa, Choleskiego, blokowej metody Choleskiego.
Na ocenę 3.0	Student zna podstawowe pojęcia z zakresu oszacowania wydajności algorytmów mnożenia macierzy przez wektor, macierzy przez macierz naiwnego i blokowego (blokowanie pamięci podręcznej), ma pojecie o blokowaniu rejestrów, faktoryzacji macierzy gęstej metodami Gaussa, Choleskiego, blokowej metodzie Choleskiego.
Na ocenę 3.5	Student zna podstawowe pojęcia z zakresu oszacowania wydajności algorytmów mnożenia macierzy przez wektor, macierzy przez macierz naiwnego i blokowego (blokowanie pamięci podręcznej), blokowania rejestrów, pakowania danych, faktoryzacji macierzy gęstej metodami Gaussa, Choleskiego, blokową metodą Choleskiego.
Na ocenę 4.0	Student zna podstawowe pojęcia z zakresu oszacowania wydajności algorytmów mnożenia macierzy przez wektor, macierzy przez macierz naiwnego i blokowego (blokowanie pamięci podręcznej), użycia rejestrów XMM (technika SSE2, SSE3), blokowania rejestrów XMM, pakowania danych, faktoryzacji macierzy gęstej metodami Gaussa, Choleskiego, blokową metodą Choleskiego z użyciem rejestrów XMM oraz ich blokowaniem.
Na ocenę 4.5	Student zna podstawowe pojęcia z zakresu oszacowania wydajności algorytmów mnożenia macierzy przez wektor, macierzy przez macierz naiwnego i blokowego (blokowanie pamięci podręcznej), użycia rejestrów XMM (technika SSE2, SSE3), blokowania rejestrów, pakowania danych, faktoryzacji macierzy gęstej metodami Gaussa, Choleskiego, blokową metodą Choleskiego z użyciem rejestrów XMM oraz ich blokowaniem. Umie wyprowadzić oszacowania wydajności dla odpowiednich algorytmów.
Na ocenę 5.0	Student zna podstawowe pojęcia z zakresu oszacowania wydajności algorytmów mnożenia macierzy przez wektor, macierzy przez macierz naiwnego i blokowego (blokowanie pamięci podręcznej), użycia rejestrów XMM (technika SSE2, SSE3), blokowania rejestrów, pakowania danych, faktoryzacji macierzy gęstej metodami Gaussa, Choleskiego, blokową metodą Choleskiego z użyciem rejestrów XMM oraz ich blokowaniem. Umie wyprowadzić oszacowania wydajności dla odpowiednich algorytmów, potrafi przekonująco wytłumaczyć, dlaczego w podanym przypadku trzeba postępować tak, a nie inaczej.
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	Student nie zna i nie umie tworzyć prostych zadań wielowątkowych na podstawie bibliotek funkcji wielowątkowych, nie zna i nie umie stosować synchronizacje na podstawie zdarzeń i sygnałów.
Na ocenę 3.0	Student zna i umie stworzyć proste zadanie wielowątkowe na podstawie bibliotek funkcji wielowątkowych, zna i umie stosować synchronizacje na podstawie zdarzeń i sygnałów.
Na ocenę 3.5	Student zna i umie stworzyć proste zadanie wielowątkowe na podstawie bibliotek funkcji wielowątkowych, zna i umie stosować synchronizacje na podstawie zdarzeń i sygnałów. Student ma podstawową wiedzę o OpenMP.

Na ocenę 4.0	Student zna i umie stworzyć proste zadanie wielowątkowe na podstawie bibliotek funkcji wielowątkowych, zna i umie stosować synchronizacje na podstawie zdarzeń i sygnałów, umie sterować wątkami (zawiesić, obudzić, przykleić do procesora fizycznego itd), ma podstawową wiedzę o OpenMP.
Na ocenę 4.5	Student zna i umie stworzyć proste zadanie wielowątkowe na podstawie bibliotek funkcji wielowątkowych, zna i umie stosować synchronizacje na podstawie zdarzeń i sygnałów, umie sterować wątkami (zawiesić, obudzić, przykleić do procesora fizycznego itd), ma podstawową wiedzę o OpenMP, umie stosować technikę TLS (Thread Local Storage).
Na ocenę 5.0	Student zna i umie stworzyć proste zadanie wielowątkowe na podstawie bibliotek funkcji wielowątkowych, zna i umie stosować synchronizacje na podstawie zdarzeń i sygnałów, umie sterować wątkami (zawiesić, obudzić, przykleić do procesora fizycznego itd), ma podstawową wiedzę o OpenMP, umie stosować technikę TLS (Thread Local Storage), projektować algorytmy równoległe, dla których zabezpieczenie zrównoważenia wątków nie jest oczywiste, oraz przekonująco wytłumaczyć swoja decyzje.
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	Student nie zna formaty przechowywania macierzy rzadkich symetrycznych, nie wykazuje znajomości z metodami faktoryzacji Choleskiego looking left, looking right i nie zna podstawowych właściwości metod iteracyjnych.
Na ocenę 3.0	Student zna formaty przechowywania macierzy rzadkich symetrycznych, wykazuje znajomość z metodami faktoryzacji Choleskiego looking left, looking right i zna podstawowe właściwości metod iteracyjnych.
Na ocenę 3.5	Student zna formaty przechowywania macierzy rzadkich symetrycznych, ma podstawowe pojęcia o metodach uporządkowania (Nested Dissection, MDA), wykazuje znajomość z metodami faktoryzacji Choleskiego looking left, looking right oraz z metodą wielofrontalną i zna podstawowe właściwości metod iteracyjnych.
Na ocenę 4.0	Student zna formaty przechowywania macierzy rzadkich symetrycznych, zna metody uporządkowania (Nested Dissection, MDA), faktoryzacje symboliczną, zna metody faktoryzacji Choleskiego looking left, looking right oraz metodę wielofrontalną, jest w stanie stworzyć drzewo eliminacji i drzewo superwęzłowe, a również zna podstawowe właściwości metod iteracyjnych, ma pojęcia o uwarunkowaniu wstępnym.
Na ocenę 4.5	Student zna formaty przechowywania macierzy rzadkich symetrycznych, metody porządkowania (Nested Dissection, MDA), faktoryzacje symboliczną, metody faktoryzacji Choleskiego looking left, looking right oraz metodę wielofrontalną, jest w stanie stworzyć drzewo eliminacji i drzewo superwęzłowe, a również zna podstawowe właściwości metod iteracyjnych, ma pojęcia o uwarunkowaniu wstępnym wielopoziomowym oraz niepełnej faktoryzacji Choleskiego.

Na ocenę 5.0	Student zna formaty przechowywania macierzy rzadkich symetrycznych, metody uporządkowania (Nested Dissection, MDA), faktoryzacje symboliczną, metody faktoryzacji Choleskiego looking left, looking right oraz metodę wielofrontalną, jest w stanie stworzyć drzewo eliminacji i drzewo superwęzłowe, a również zna podstawowe właściwości metod iteracyjnych, ma pojęcia o uwarunkowaniu wstępnym wielopoziomowym oraz niepełnej faktoryzacji Choleskiego, jest w stanie wyprowadzić warunki zbieżności oraz przekonująco wytłumaczyć, dla czego jest to tak.
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	Student nie umie tworzyć proste zadania obliczeniowe w trybie sekwencyjnym, nie umie używać optymalizacje ręczną oraz optymalizacje na podstawie kompilatora.
Na ocenę 3.0	Student umie tworzyć proste zadania obliczeniowe w trybie sekwencyjnym, używając optymalizacje ręczną oraz optymalizacje na podstawie kompilatora.
Na ocenę 3.5	Student umie tworzyć proste zadania obliczeniowe w trybie sekwencyjnym, używając optymalizacje ręczną oraz optymalizacje na podstawie kompilatora, zadania równoległe dla algorytmów z oczywistym podziałem danych pomiędzy wątkami.
Na ocenę 4.0	Student umie tworzyć proste zadania obliczeniowe w trybie sekwencyjnym, używając optymalizacje ręczną oraz optymalizacje na podstawie kompilatora, używać procedury z bibliotek wysokiej wydajności, tworzyć zadania równoległe dla algorytmów z oczywistym podziałem danych pomiędzy wątkami, stosować technikę TLS, używać blokowanie pamięci podręcznej.
Na ocenę 4.5	Student umie tworzyć proste zadania obliczeniowe w trybie sekwencyjnym, używając optymalizacje ręczną oraz optymalizacje na podstawie kompilatora, używać procedury z bibliotek wysokiej wydajności, tworzyć zadania równoległe dla algorytmów z oczywistym podziałem danych pomiędzy wątkami, stosować technikę TLS, używać blokowanie pamięci podręcznej oraz blokowanie rejestrów, umie analizować algorytmy, które stosują rejestry wektorowe, stosować instrukcji SSE2, SSE3.
Na ocenę 5.0	Student umie tworzyć proste zadania obliczeniowe w trybie sekwencyjnym, używając optymalizacje ręczną oraz optymalizacje na podstawie kompilatora, używać procedury z bibliotek wysokiej wydajności, tworzyć zadania równoległe dla algorytmów z oczywistym podziałem danych pomiędzy wątkami, stosować technikę TLS, używać blokowanie pamięci podręcznej oraz blokowanie rejestrów, umie analizować algorytmy, które stosują rejestry wektorowe, stosować instrukcji SSE2, SSE3, używać algorytmy dla macierzy rzadkich oraz metod iteracyjnych rozwiązywania układów równań liniowych algebraicznych.

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1	I2_W02	Cel 1	W1 W2 W3 L1 L2	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1
EK2	I2_W01	Cel 1	W2 W3 W4 L3 L4 L5 L6	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1
EK3	I2_U05	Cel 1	W5 W6 L7 L8 L9	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1
EK4	I2_U06	Cel 1	L3 L4 L5 L6 L7 L8 L9	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] Demmel J. W. — *Applied Numerical Linear Algebra*, Philadellphia, 1997, SIAM

[2] Golub G.H., van Loan C. F. — *Matrix Computations. Third edition*, -, 1996, The Johns Hopkins University Press

[3] Fialko S. — *Modelowanie zagadnień technicznych*, -, 2011, Politechnika Krakowska

[4] Fialko S. — *PARFES: A method for solving finite element linear equations on multi-core computers*, -, 2010, Advances in Engineering software, v 40, 12, pp. 1256 1265

Literatura uzupełniająca

[1] Dobrian F., Pothen A. — *Oblio: a sparse direct solver library for serial and parallel computations*, -, 2000, Technical Report describing the OBLIO software library

[2] George A., Liu J. W.-H. — *Computer solution of sparse positive definite systems*, New Jersey, 1981, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs

[3] Schenk O., Gartner K. — *Two-level dynamic scheduling in PARDISO: Improved scalability on shared memory multiprocessing systems.*, -, 2002, Parallel Computing 28, 187-197

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

dr hab. inż. Sergiy Fialko (kontakt: sfialko@pk.edu.pl)

Osoby prowadzące przedmiot

1 dr. hab. inż Sergiy Fialko (kontakt: sfialko@riad.pk.edu.pl)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....