

Przetwarzanie równoległe PROJEKT 1 OMP studia dzienne rok ak. 2018/ 2019

Temat projektu dotyczy analizy efektywności przetwarzania równoległego realizowanego w komputerze równoległym z procesorem wielordzeniowym z pamięcią współdzieloną. Przykładem takiego systemu jest komputer z procesorem 4 rdzeniowym dostępny w laboratorium 2.7.6.

W skład projektu wchodzi punkty 1-7

- 1) Przygotowanie kilku wersji kodu zgodnie z wymaganiami wersji zadania.
- 2) Analiza poprawności przygotowanych wersji kodu równoległego. Analiza kodu pod kątem możliwości wystąpienia wyścigu w dostępie do zmiennych współdzielonych, zaproponowanie metod oraz implementacja efektywnego obliczeniowo rozwiązania problemu.
- 3) Analiza efektywności każdej (po kolei) wersji kodu wybranej do implementacji wg następujących etapów:
 - a) analiza podziału pracy na wątki, proszę za pomocą rysunków określić zadania realizowane przez poszczególne wątki i obszary danych wejściowych i wyjściowych przetwarzanych przez jeden wątek (uwzględnienie dyrektyw OpenMP)
 - b) ocena kodu pod kątem unieważniania danych w pamięciach podręcznych przez zapisy innych wątków - false-sharing, ocena znaczenia występującego false-sharing dla efektywności przetwarzania.
 - c) analiza warunków lokalnego czasowo dostępu do danych w pamięci podręcznej:
 - lokalność czasowa występuje gdy ograniczymy do minimum (w danej wersji kodu) liczbę pobrań danych z pamięci operacyjnej do pamięci podręcznej,
 - uwzględnienie pamięci podręcznej L3 jako miejsca lokalnego przechowywania danych ,
 - wyodrębnienie etapów przetwarzania realizowanego w oparciu o różne bloki danych - określenie na podstawie kodu wielkości zbioru danych wykorzystywanego cyklicznie; rozmiar zbioru określa wymagania na rozmiar pamięci podręcznej dla zapewnienia lokalności czasowej dostępu do danych (analiza dla przetwarzania sekwencyjnego i równoległego) – analizę słowną lokalności czasowej dostępu do danych wraz z wynikiem należy umieścić w sprawozdaniu
 - parametrami analizy są: wielkość instancji problemu – rozmiar dwuwymiarowej macierzy wynikowej oraz wielkość pamięci podręcznej procesora, uwzględnienie współdzielonej przez rdzenie pp L3.
 - d) analiza warunków lokalnego przestrzennie dostępu do danych zapewniającego efektywny dostęp do adresów w buforze translacji:
 - lokalność przestrzenna występuje gdy ograniczymy do minimum (w danej wersji kodu) liczbę uzupełnień adresów ramki pamięci w buforze translacji
 - uwzględnienie rozmiaru bufora translacji adresów dla rdzenia procesora (DTLB) – dla używanych w laboratorium komputerów bufor ten ma wielkość 512+32 par adresów, strona wirtualna ma rozmiar 4k bajtów
 - wyodrębnienie etapów przetwarzania realizowanego w oparciu o różne bloki danych - określenie na podstawie kodu wielkości zbioru różnych stron pamięci danych wykorzystywanego cyklicznie; rozmiar zbioru określa wymagania na rozmiar bufora translacji dla zapewnienia lokalności przestrzennej (analiza dla przetwarzania sekwencyjnego i równoległego) - analizę słowną lokalności przestrzennej wraz z wynikiem należy umieścić w sprawozdaniu
 - parametrami analizy są: wielkość instancji problemu – rozmiar dwuwymiarowej macierzy wynikowej oraz wielkość bufora translacji rdzenia procesora.
 - Proszę wskazać jakie znaczenie dla efektywności przetwarzania ma brak lokalności przestrzennej – znaczenie oceniamy na podstawie wartości wskaźnika/stosunku braku trafień do bufora translacji.
- 4) Określenie charakterystycznych wielkości instancji problemu na podstawie analizy efektywności kodu. Charakterystyczna wielkość instancji określa taką instancję, która charakteryzuje się potencjalnie wyższą lub niższą prędkością przetwarzania za względu na lokalność czasową lub przestrzenną dostępu do danych dla poszczególnych wersji kodu, współbieżnych, sekwencyjnych.
- 5) Określenie parametrów uruchomień i zdarzeń procesora mierzonych podczas eksperymentu, które zostaną użyte do oceny prędkości i przyspieszenia oraz wyjaśnienia przyczyn obserwowanych wartości miar efektywności .
 - Czas trwania przetwarzania – od rozpoczęcia pracy pierwszego procesora do zakończenia pracy ostatniego - T_{obl} ;
 - Liczba instrukcji kodu asemblera - LIA

- liczba cykli (zajętego obliczeniami badanego kodu) procesora –LCP, (mierzone globalnie dla wszystkich procesorów - LCP i indywidualnie - LCPi dla testu zrównoważenia procesorów);
 - Liczba dostępów do pamięci – dostępy do „data cache L1” - LDP
 - Liczba braków trafień do pamięci podręcznej L3 = liczbie pobrań linii pp z pamięci operacyjnej- BTL3
 - Liczba braków trafień do głównego bufora translacji - BTBT
 - Inne wybrane przez autorów miary z uzasadnieniem znaczenia i przyczyny wybrania danej miary.
- b) Przed eksperymentem proszę określić spodziewane, możliwe wartości lub stosunek wzajemny mierzonych miar (jeśli na podstawie analizy kodu można je określić) – wartości zmierzone nie zawarte w możliwym zakresie mogą świadczyć o błędnym zrozumieniu znaczenia miary/zdarzenia lub niepoprawnym pomiarze.
- c) Podczas eksperymentu proszę sprawdzić czy prezentowane wartości są spójne z warunkami eksperymentu (logicznie poprawne – możliwe - np. czy podzbiór nie jest większy niż zbiór), czy wielkości mierzone zmieniają się zgodnie z oczekiwaniami przy zmianie wielkości instancji i wariantu kodu.

6) Eksperyment:

- a) Proszę wykonać dla kodów kompilowanych w trybie release – optymalizacja generacji kodu przez kompilator.
- b) Proszę zbadać wszystkie wyznaczone i przygotowane warianty kodu dla określonych w ramach analizy charakterystycznych wielkości instancji;
 - instancja z dwoma rodzajami lokalności dostępu do danych,
 - instancja z jednym rodzajem lokalności,
 - instancja bez lokalności dostępu do danych.
- c) Ze względu na konieczność wyznaczenia parametru przyspieszenia przetwarzania równoległego należy dla badanych instancji wykonać eksperyment pomiaru czasu przetwarzania również dla kodu sekwencyjnej metody 3 pętlowej o kolejności zagnieżdżenia pętli ijk, gdy ciało pętli wewnętrznej zawiera kod: $c[i,j] += a[i,k] * b[k,j]$;
- d) Do obliczeń proszę wykorzystać tablice zainicjowane liczbami losowymi (np. `matrix_a[i][j] = (float) rand() / RAND_MAX ;`)
- e) Po wykonaniu wstępnych testów logiczności i poprawności mierzonych miar efektywności proszę o wykonanie eksperymentu zgodnie z przygotowanym planem.
- f) Proszę zapisywać wartości zmierzonych miar do pliku na potrzeby opracowania sprawozdania, proszę pamiętać o zapisywaniu ustalonych w eksperymencie progów zliczania zdarzeń.
- g) Podczas eksperymentu proszę zapisać przy użyciu oprogramowania Code XL informacje o instrukcjach kodu assemblera będących głównym elementem obciążającym czasowo procesory (implementacja mnożenia wierszy i kolumn macierzy), instrukcje, parametry, liczba instrukcji, zdarzenia procesora powiązane z instrukcjami w różnych wersjach kodu.

7) Przygotowanie sprawozdania.

Sprawozdanie zawierać powinno:

Forma: sprawozdanie drukowane dwustronnie, z numeracją stron, rysunków, tabel, wzorów, tabele i rysunki muszą posiadać podpisy określające w sposób jednoznaczny i pełny zawartość tabeli i rysunku.

Wstęp:

- Jednoznacznie określona treść wariantu przygotowywanego zadania.
- Imiona i nazwiska autorów sprawozdania, numery indeksów, numer grupy dziekańskiej i termin zajęć laboratoryjnych.
- Adres email kontaktowy do autorów sprawozdania.
- Opis wykorzystanego systemu obliczeniowego jeśli jest inny od komputerów laboratoryjnych: liczba procesorów fizycznych, liczba procesorów logicznych, liczba uruchamianych w systemie wątków, oznaczenie typu procesora, wielkość i organizacja pamięci podręcznych procesora, wielkość i organizacja bufora translacji adresów procesora.

Punkt 1:

- Prezentacja wyników analiz z przygotowania eksperymentu wynik realizacji punktu 3 przygotowań.
- Kluczowe fragmenty kodu sekwencyjnego i równoległego, krótko omówić dyrektywy Open MP i ich znaczenie dla przebiegu obliczeń, opis różnic w wersjach kodu i ich znaczenia dla przebiegu obliczeń. Fragmenty kodu ponumerować na potrzeby odwołań w treści sprawozdania.

Punkt 2:

- a) omówienie przebiegu eksperymentu pomiarowego, jakich kodów (wymienionych w sprawozdaniu) dotyczył, jakich instancji dotyczył, jakich: komputera, systemu;
- b) opisać własnymi słowami sposób zbierania miar, zdarzeń procesora (tryby eksperymentu Code XL) i znaczenie zdarzeń i parametrów, znaczenie progów zliczania zdarzeń;
- c) wyniki eksperymentu: odwołanie do zamieszczonej w tabelach lub tabeli w dodatku do sprawozdania wszystkich zmierzonych wartości i wykorzystywanych do obliczeń miar efektywności przetwarzania;
- d) prezentacja wzorów służących do obliczeń, za pomocą których wartości wyników eksperymentu z tabeli są zamieniane w miary efektywności służące do oceny efektywności przetwarzania – wzory posiadają numery na potrzeby odwołania się do nich przy użyciu miar, wzory i opis ma pozwalać na odtworzenie obliczeń na podstawie podanych informacji, należy wskazać dopuszczalny zakres wartości miar wynikający ze znaczenia miary.
- e) prezentacja w tabeli lub tabelach obliczonych **miar efektywności** dla poszczególnych uruchomień **wariantów kodów i określonych instancji**, proszę wskazać, które wartości z wyników eksperymentu (odwołanie do tabel w dodatku) zostały wykorzystane we wzorach (numery wzorów) do obliczenia poszczególnych miar efektywności. Każda tabela sprawozdania posiada numer i podpis określający w sposób **jednoznaczny jej zawartość** (kod, uruchomienie, instancja). Prezentowane w sprawozdaniu miary to:
 - **prędkość przetwarzania** (obliczany koncepcyjnie wg wzoru Z/Tobl w MFLOPS – milionach operacji zmiennoprzecinkowych na sekundę gdzie Z - złożoność w liczbie operacji zmiennoprzecinkowych = $2 \cdot (n \exp 3)$);
 - **liczba instrukcji na cykl procesora IPC1** dla procesora - przypadająca średnio na jeden procesor użyty w eksperymencie (obliczany koncepcyjnie wg wzoru LIA/LCP) - prędkość obliczeń kodu
 - **liczba instrukcji na cykl procesora IPCS** dla systemu - liczba instrukcji wykonanych średnio przez wszystkie użyte procesory w czasie trwania jednego cyklu procesora ($LPF \cdot LIA/LCP$) LPF- liczba
 - **wskaźnik braków trafień** do pamięci podręcznej procesora L3 (obliczany koncepcyjnie wg wzoru $BTL3/LIA$)
 - **wskaźnik dostępu** do danych (obliczany koncepcyjnie wg wzoru $= LDP/LIA$)
 - **wskaźnik braków trafień do głównego bufora translacji adresów** danych (obliczany koncepcyjnie wg wzoru $BTBT/LIA$)
 - **krotność pobierania danych instancji** do pamięci podręcznej (obliczana wg wzoru $BTL3 \cdot dlpp / (wtz \cdot 3 \cdot n \cdot n)$ gdzie wtz jest wielkością użytego typu zmiennej, lpp jest długością linii pp wyrażoną w bajtach, a $3 \cdot n \cdot n$ oznacza typową wielkość wszystkich danych przetwarzanych w instancji (proszę uwzględnić nową wartość w przypadku zmian w kodzie powodujących wzrost ilości danych) ;
 - **miara kosztu synchronizacji** - wskaźnik braku wykorzystania procesorów podczas obliczeń wg wzoru: $(CCP - CWP) / CCP$ gdzie czas całkowity procesorów $CCP = LUPF \cdot \text{Tobl}$, czas wykorzystany procesorów $CWP = LCP \cdot \text{Tclk}$ gdzie $LUPF$ to liczba użytych procesorów fizycznych (=zazwyczaj liczbie wątków OMP), Tclk – czas trwania cyklu zegara procesora [s]
 - **przyspieszenie przetwarzania równoległego** dla uruchomienia równoległego – obliczany wg wzoru $Sp(\text{równoległe } A) = \text{Tobl}(\text{obliczenia sekwencyjne IKJ}) / \text{Tobl}(\text{obliczenia równoległe } A)$
 - wielkości miar proszę przedstawić zaokrąglone do 2 cyfr znaczących np. $2.3 \cdot 10 \exp 5$ co oznacza 230000, nie umieszczać liczb w postaci typu: 234800000654433466,340530022
 - prezentować miary efektywności przy pomocy tabel (ewentualnie wykresu dla lepszej czytelności)
 - w sprawozdaniu proszę zawrzeć analizę kodu wnioskowego: nazwy i znaczenie kluczowych dla obciążenia obliczeniami instrukcji, parametry instrukcji, kluczowe powiązane zdarzenia procesora, oporównanie instrukcji (jeśli są różne dla różnych wersji kodu), liczba instrukcji i miara czasu wykonania instrukcji w różnych wersjach kodu. Analiza wpływu: typu, liczby i czasu wykonania instrukcji asemlera na całkowity czas przetwarzania

Punkt 3

Wnioski:

Porównanie prędkości przetwarzania i przyspieszenia obliczeń równoległych zbadanych kodów i instancji. Za pomocą wartości miar jakości przetwarzania ocena hipotez z przeprowadzonych w części teoretycznej analiz efektywności obliczeń dla wersji kodów i rozmiarów instancji. Proszę dokonać możliwie szerokiej i biorącej pod uwagę wszystkie znane okoliczności, podbudowanej eksperymentem i poprawnie zrozumiałymi wartościami miar **prób uzasadnienia** przyczyn niskiej/wysokiej:

- o wartości prędkości przetwarzania,
- o wartości przyspieszenia przetwarzania równoległego.

W próbie uzasadnienia należy się odwoływać czytelnie do komentowanych pozycji w tabelach lub przebiegów wykresów.

Proszę unikać sformułowań ogólnych typu szybki, wolny, lepszy, gorszy oraz uwzględnić znaczenie wartości parametru: jeżeli stosunek trafień do pamięci ma wartość 0,5 lub 0,00001 to jego 2 wzrost ma diametralnie różne konsekwencje na czas przetwarzania, podobnie różne znaczenie dwukrotny wzrost wartości przyspieszenia przetwarzania równoległego wynoszącego 5 lub 0,3.

Podsumowanie i ocena realizacji projektu

Wymagana jest wersja drukowana (dwustronnie) sprawozdania oddana podczas zajęć (nastąpi wtedy sprawdzanie poprawności formalnej uwzględnienie opisanych powyżej elementów sprawozdania - sprawozdania niezgodne z powyższymi wymogami będą oddawane do poprawy). Wymagana jest również wersja elektroniczna przesłana na adres e-mail prowadzącego zajęcia – określa faktyczny termin oddania projektu w sytuacji braku zajęć w terminie oddania projektu. Po sprawdzeniu merytorycznej zawartości zostanie wystawiona ocena, możliwe jest skierowanie sprawozdania do uzupełnienia i/lub rozmowa z autorami na temat przebiegu eksperymentu i zawartości sprawozdania. Ewentualne uzupełnienia sprawozdania powinny zawierać zaznaczone stare zmieniane elementy oraz zaznaczone w inny sposób nowe dodane elementy.

Opóźnienie w oddaniu sprawozdania obniża ocenę w stosunku do oceny przyznanej za jakość sprawozdania. Obniżają o ½ stopnia ocenę następujące opóźnienia (po terminie, po tygodniu, po 2 tygodniach, po 4 tygodniach). Opóźnienie większe niż miesiąc powoduje wystawienie oceny ndst z pierwszego terminu zaliczenia.

Tematy projektu

Poniżej opisana postać kodu dotyczy kodu mnożenia dwóch kwadratowych macierzy w wersji 3 zagnieżdżonych pętli (kolejność użycia zmiennych sterujących zależy od wariantu zadania):

```
#pragma omp parallel //kod w wersji równoległej
#pragma omp for //jeden z możliwych wariantów podziału pracy
for (int zm1=0; zm1<N;zm1++)
#pragma omp for //jeden z możliwych wariantów podziału pracy
    for (int zm2=0; zm2<N;zm2++)
#pragma omp for //jeden z możliwych wariantów podziału pracy
        for (int zm3=0; zm3<N;zm3++)
            c[i][j]+=a[i][k]*b[k][j];
```

Poniżej opisana postać kodu dotyczy kodu mnożenia dwóch kwadratowych macierzy w wersji 6 zagnieżdżonych pętli (kolejność użycia zmiennych sterujących zależy od wariantu zadania) R jest opisaną w wykładach wielkością bloku danych obliczaną podczas lokalnego czasowo etapu dostępu do danych w pp.

```
#pragma omp parallel //kod w wersji równoległej
#pragma omp for //jeden z możliwych wariantów podziału pracy
for (int zm1=0; zm1<N;zm1+=R)
#pragma omp for //jeden z możliwych wariantów podziału pracy
    for (int zm2=0; zm2<N;zm2+=R)
        for (int zm3=0; zm3<N;zm3+=R)
#pragma omp for //jeden z możliwych wariantów podziału pracy
            for (int zm4=zm1; zm4<zm1+R;zm4++)
```

```

for (int zm5=zmy; zm5<zmy+R ;zm5++)
    for (int zm6=zmz; zm6<zmz+R;zm6++)
        //wyrażenie typu
        c[ii][jj]+=a[ii][kk]*b[kk][jj];

```

W poniżej określonych wariantach zmienne i, ii oraz j, jj określają odpowiednio wiersz oraz kolumnę obliczanego wyniku.

1. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: ijk, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii, kk, jj podział pracy przed pętlą 1.
2. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: jki, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii, kk, jj podział pracy przed pętlą 1.
3. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: jik, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii, kk, jj podział pracy przed pętlą 1.
4. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: kij, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii, kk, jj podział pracy przed pętlą 1.
5. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: kji, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii, kk, jj podział pracy przed pętlą 1
6. **Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –**
 - **3 pętli - kolejność pętli: ijk, podział pracy przed pętlą 1**
 - **6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii, jj, kk podział pracy przed pętlą 1.**
7. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: jki, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii, jj, kk podział pracy przed pętlą 1.
8. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: jik, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii, jj, kk podział pracy przed pętlą 1.
9. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: kij, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii, jj, kk podział pracy przed pętlą 1.
10. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: kji, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii, jj, kk podział pracy przed pętlą 1
11. **Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –**
 - **3 pętli - kolejność pętli: ijk, podział pracy przed pętlą 1**
 - **6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii, kk, jj podział pracy przed pętlą 2.**
12. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: jki, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii, kk, jj podział pracy przed pętlą 2.
13. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: jik, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii, kk, jj podział pracy przed pętlą 2.
14. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: kij, podział pracy przed pętlą 1

- 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii,kk,jj podział pracy przed pętlą 2.
- 15. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: kji, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii,kk,jj podział pracy przed pętlą 2
- 16. **Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –**
 - **3 pętli - kolejność pętli: ijk, podział pracy przed pętlą 1**
 - **6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii,kk,jj podział pracy przed pętlą 4.**
- 17. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: jki, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii,kk,jj podział pracy przed pętlą 4.
- 18. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: jik, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii,kk,jj podział pracy przed pętlą 4.
- 19. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: kij, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii,kk,jj podział pracy przed pętlą 4.
- 20. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: kji, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii,kk,jj podział pracy przed pętlą 4
- 21. **Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –**
 - **3 pętli - kolejność pętli: ijk, podział pracy przed pętlą 1**
 - **6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii,jj,kk podział pracy przed pętlą 4.**
- 22. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: jki, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii,jj,kk podział pracy przed pętlą 4.
- 23. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: jik, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii,jj,kk podział pracy przed pętlą 4.
- 24. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: kij, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii,jj,kk podział pracy przed pętlą 4.
- 25. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 3 pętli - kolejność pętli: kji, podział pracy przed pętlą 1
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii,jj,kk podział pracy przed pętlą 4
- 26. Mnożenie macierzy - porównanie efektywności metod –
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii,jj,kk podział pracy przed pętlą 1.
 - 6 pętli - kolejność pętli: zewnętrznych ijk, wewnętrznych: ii,jj,kk podział pracy przed pętlą 4.
- 27. Mnożenie macierzy - wpływ lokalizacji dyrektywy #pragma omp for na poprawność i efektywność metod
 - 3 pętli - kolejność pętli: ijk, #pragma omp parallel przed pierwszą pętlą for
- 28. Mnożenie macierzy - wpływ lokalizacji dyrektywy #pragma omp for na poprawność i efektywność metod
 - 3 pętli - kolejność pętli: jik, #pragma omp parallel przed pierwszą pętlą for
- 29. Mnożenie macierzy - wpływ lokalizacji dyrektywy #pragma omp for na poprawność i efektywność metod
 - 3 pętli - kolejność pętli: jki, #pragma omp parallel przed pierwszą pętlą for
- 30. Mnożenie macierzy - wpływ lokalizacji dyrektywy #pragma omp for na poprawność i efektywność metod
 - 3 pętli - kolejność pętli: kij, #pragma omp parallel przed pierwszą pętlą for
- 31. Mnożenie macierzy - wpływ lokalizacji dyrektywy #pragma omp for na poprawność i efektywność metod
 - 3 pętli - kolejność pętli: kji, #pragma omp parallel przed pierwszą pętlą for

Literatura:

- Wykłady i literatura przedmiotu

Opis przygotowany: 11.03.2018

Zmiany: : 28.03.2019 zmiana “literówki” w opisie wariantu 2 z ij na ii