МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ
КАФЕДРА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

з дисципліни «Паралельні та розподілені обчислення
Паралельне програмування-2»

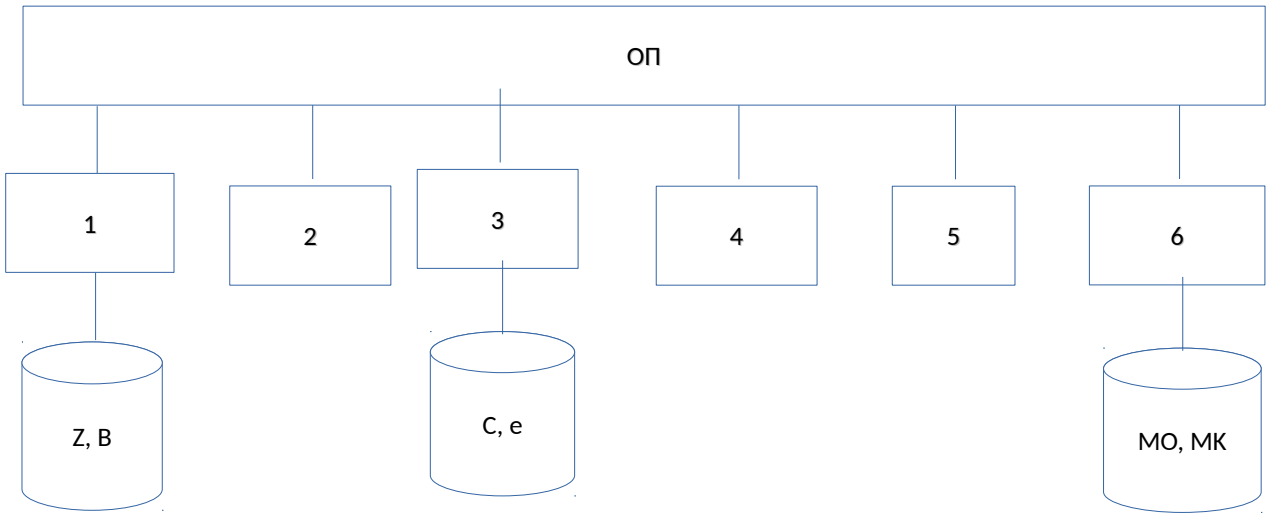
Тема: «OpenMP. Бар’єри, критичні секції»

Виконав:
студент 3-го курсу
групи ІП-42
з номер заліковки 4206
Дзюба Влад

Київ – 2017

Завдання

Мета роботи: розробка програми для ПКС зі СП
Мова програмування: C++
Засоби організації взаємодії процесів: бар'єри, критичні секції OpenMP



Варіант

$$A = max(Z) \cdot B + e \cdot C \cdot (MO \cdot MK)$$

Математичний паралельний алгоритм:

1. $z_h = max(Z_h)$
2. $z = max(z, Z_h)$
3. $A_h = z \cdot B_h + e \cdot C \cdot (MO \cdot MK_h)$

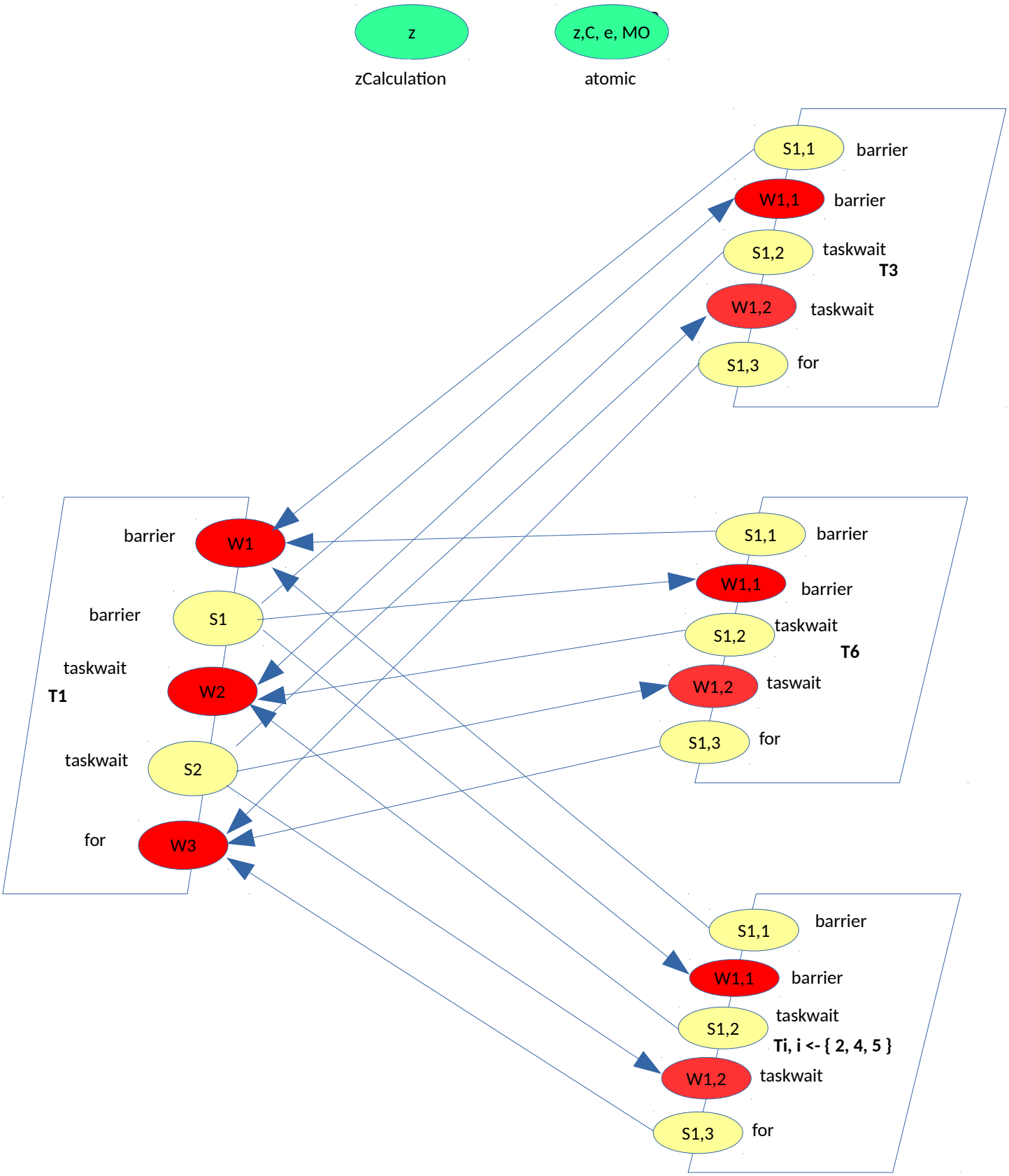
CP: z, e, C, MO.

Алгоритм для кожного процесу:

T_1:		T_3:	
1. Ввести Z, B. 2. Чекати сигнал про завершення вводу з T_3 . 3. Чекати сигнал про завершення вводу з T_6 . 4. Сигнал про початок обрахунку z до всіх $T_i, i\in[2..6]$. 5. Обрахувати $z_h=max(Z_h)$. 6. Обрахувати $z=max(z,z_h)$. 7. Чекати сигнал про кінцеь обрахунку z зі всіх $T_i, i\in[2..6]$. 8. Сигнал про початок обрахунку A до всіх $T_i, i\in[2..6]$. 9. Копіювати $z_1=z, e_1=e, C_1=C, MO_1=MO$. 10. Обрахувати $A_h=z_1\cdot B_h+e_1\cdot C_1\cdot(MO_1\cdot MK_h)$. 11. Чекати сигнал про завершення обрахунку A_h з $T_i, i\in[2..6]$. 12. Вивести A .	$W_{3,1}$ $W_{6,1}$ S_1 КУ1 W_2 S_2 КУ2 W_3	1. Ввести C, e. 2. Сигнал про завершення вводу до T_1 . 3. Чекати сигнал про початок обрахунку z з T_1 . 4. Обрахувати $z_h=max(Z_h)$. 5. Обрахувати $z=max(z,z_h)$. 6. Сигнал про кінцеь обрахунку z до T_1 . 7. Чекати сигнал про початок обрахунку A з T_1 . 8. Копіювати $z_3=z, e_3=e, C_3=C, MO_3=MO$. 9. Обрахувати $A_h=z_3\cdot B_h+e_3\cdot C_3\cdot(MO_3\cdot MK_h)$. 10. Сигнал про завершення обрахунку A_h до T_1 .	$S_{1,1}$ $W_{1,1}$ КУ1 $S_{1,2}$ $W_{1,2}$ КУ2 $S_{1,3}$
T_6:		$T_i, i\in\{2,4,5\}$:	
1. Ввести C, e. 2. Сигнал про завершення вводу до T_1 . 3. Чекати сигнал про початок обрахунку z з T_1 . 4. Обрахувати $z_h=max(Z_h)$. 5. Обрахувати $z=max(z,z_h)$. 6. Сигнал про кінцеь обрахунку z до T_1 . 7. Чекати сигнал про початок обрахунку A з T_1 . 8. Копіювати $z_6=z, e_6=e, C_6=C, MO_6=MO$. 9. Обрахувати $A_h=z_6\cdot B_h+e_6\cdot C_6\cdot(MO_6\cdot MK_h)$. 10. Сигнал про завершення обрахунку A_h до T_1 .	$S_{1,1}$ $W_{1,1}$ КУ1 $S_{1,2}$ $W_{1,2}$ КУ2 $S_{1,3}$	1. Ввести C, e. 2. Сигнал про завершення вводу до T_1 . 3. Чекати сигнал про початок обрахунку z з T_1 . 4. Обрахувати $z_h=max(Z_h)$. 5. Обрахувати $z=max(z,z_h)$. 6. Сигнал про кінцеь обрахунку z до T_1 . 7. Чекати сигнал про початок обрахунку A з T_1 . 8. Копіювати $z_6=z, e_6=e, C_6=C, MO_6=MO$. 9. Обрахувати $A_h=z_i\cdot B_h+e_i\cdot C_i\cdot(MO_i\cdot MK_h)$. 10. Сигнал про завершення обрахунку A_h до T_1 .	$S_{1,1}$ $W_{1,1}$ КУ1 $S_{1,2}$ $W_{1,2}$ КУ2 $S_{1,3}$

Структурна схема взаємодії процесів

Запис «Ti, i <- { 2, 4, 5 }» для позначення того, що даний блок та його зв“язки є ідентичними для потоків T2, T4 та T5.



Лістінг програми:

main.cpp

```
/*
 * ИП-42, Дзюба Влад
 */
#include <omp.h>
#include <iostream>

using namespace std;

#define N 12
#define P 6

int* initVector(int n);
int* initMatrix(int n);
int max(int *arr, int b, int e);

int main() {
  // Initialize data
  int *Z, *B, e, *C, *MO, *MK, *A = new int[N];
  int z = 0;

#pragma omp parallel num_threads(P)
  {
    int thread_num = omp_get_thread_num();
    cout << "Thread " << thread_num + 1 << " started" << endl;
  // Initializes first thread input
    switch (thread_num) {
      case 0: {
        Z = initVector(N);
        B = initVector(N);
      } break;
  // Initializes third thread input
      case 2: {
        C = initVector(N);
        e = 1;
      } break;
  // Initializes sixth thread input
      case 5: {
        MO = initMatrix(N);
        MK = initMatrix(N);
      } break;
    }
  // Finds maximum of Z
#pragma omp barrier
    for (int i = 0; i < N; i++) {
#pragma omp task shared(z)
      {
#pragma omp critical(zCalculation)
        z = Z[i] > z ? Z[i] : z;
      }
    }
#pragma omp taskwait
```

```
    // Calculates A
#pragma omp for
    for (int i = 0; i < N; i++) {
      int zi, ei, *Ci, *MOi;
      // Copies shared data
#pragma omp read atomic
      zi = z;
#pragma omp read atomic
      ei = e;
#pragma omp read atomic
      Ci = C;
#pragma omp read atomic
      MOi = MO;
      // Calculates A
      A[i] = zi * B[i];
      for (int j = 0; j < N; j++) {
        int ok = 0;
        for (int k = 0; k < N; k++) {
          ok += MOi[j * N + k] * MK[k * N + i];
        }
        A[i] += ei * ok * Ci[j];
      }
    }
#pragma omp master
    if (N < 20) {
      for (int i = 0; i < N; i++) {
        cout << A[i] << " ";
      }
      cout << endl;
    }
    cout << "Thread " << thread_num + 1 << " ended" << endl;
  }
}

// Initializes vectors
int* initVector(int n) {
  int* res = new int[n];
  for (int i = 0; i < n; i++) {
    res[i] = 1;
  }
  return res;
}

// Initializes matricies
int* initMatrix(int n) {
  int* res = new int[n * n];
  for (int i = 0; i < n; i++) {
    for (int j = 0; j < n; j++) {
      res[i * n + j] = 1;
    }
  }
  return res;
}
```