

Правительство Российской Федерации

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный
исследовательский университет «Высшая школа экономики»**

Факультет компьютерных наук Департамент программной инженерии

**Отчет к домашнему заданию по дисциплине
«Архитектура вычислительных систем»**

Работу выполнил:

Студент группы БПИ195 Скарлупин М. О.

Вариант № 26.

Москва 2020

Задание

Вторая задача об Острове Сокровищ. Шайка пиратов под предводительством Джона Сильвера высадилась на берег Острова Сокровищ. Не смотря на добытую карту старого Флинта, местоположение сокровищ по-прежнему остается загадкой, поэтому искать клад приходится практически на ощупь. Так как Сильвер ходит на деревянной ноге, то самому бродить по джунглям ему не с руки. Джон Сильвер поделил остров на участки, а пиратов на небольшие группы. Каждой группе поручается искать клад на нескольких участках, а сам Сильвер ждет на берегу. Группа пиратов, обшарив одну часть острова, переходит к другой, еще необследованной части. Закончив поиски, пираты возвращаются к Сильверу и докладывают о результатах. Требуется создать многопоточное приложение с управляющим потоком, моделирующее действия Сильвера и пиратов. При решении использовать парадигму портфеля задач.

Решение

Запросим у пользователя количество групп пиратов, а так же размер острова в метрах ($N \times M$). Далее с помощью генератора случайных чисел генерируем матрицу $N \times M$ элементов, состоящую из $(N \times M - 1)$ нулей и одной единицей (место, где расположена единица и является местом расположения клада).

Затем формируем портфель из $N \times M$ задач (задача – проверить точку с координатами i, j на наличие клада). И далее все потоки после команды “`#pragma omp parallel shared(thread_count)`” выполняют свои задачи из портфеля (для примера – если всего потоков 3, а задач – 9, то 2-ой поток выполняет задачи под номерами 4,5,6 и т.д.) и после выполнения каждой задачи отчитываются о выполнении и о результате в консоль. Программа завершается после нахождения клада.

Текст программы на языке C++ приведен ниже:

```
#include <vector>
#include <iostream>
#include <omp.h>
```

```

using namespace std;
int main()
{
    int thread_count;
    cout << "Enter the number of teams:\n";
    cin >> thread_count;
    int m, n;
    cout << "Enter the size of the island (N x M meters):\n";
    cin >> n;
    cin >> m;
    cout << "Generate treasure:\n";
    int** arr = new int* [n];
    int rand_n = rand() % n;
    int rand_m = rand() % m;

    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        arr[i] = new int[m];
    }

    for (int i = 0; i < n; i++)
    {
        for (int j = 0; j < m; j++)
        {
            if (i == rand_n && j == rand_m)
            {
                arr[i][j] = 1;
            }
            else
            {
                arr[i][j] = 0;
            }
            cout << arr[i][j] << "\t";
        }
        cout << endl;
    }
    bool flag = false;
    omp_set_num_threads(thread_count);
#pragma omp parallel shared(thread_count)
    {
#pragma omp for
        for (int i = 0; i < n * m; i++)
        {
            if (flag == false)
            {
#pragma omp critical
                {
                    if (arr[i / m][i % m] == 0)
                    {
                        cout << "Thread " << omp_get_thread_num() << ".
Cell " << i / m << "," << i % m << " is empty!";
                        cout << endl;
                    }
                    else
                    {
                        cout << "Thread " << omp_get_thread_num() << ".
Cell " << i / m << "," << i % m << " is FULL OF TRESURES!";
                        cout << endl;
                        flag = true;
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

```

delete[] arr;
return 0;

}

```

Тестирование

На рисунке 1 показано выполнение программы для 5 потоков.

```

Консоль отладки Microsoft Visual Studio
Enter the number of teams:
5
Enter the size of the island (N x M meters):
4 5
Generate treasure:
0 0 0 0 0
0 0 1 0 0
0 0 0 0 0
0 0 0 0 0
Thread 0. Cell 0,0 is empty!
Thread 0. Cell 0,1 is empty!
Thread 0. Cell 0,2 is empty!
Thread 0. Cell 0,3 is empty!
Thread 2. Cell 1,3 is empty!
Thread 2. Cell 1,4 is empty!
Thread 2. Cell 2,0 is empty!
Thread 2. Cell 2,1 is empty!
Thread 1. Cell 0,4 is empty!
Thread 1. Cell 1,0 is empty!
Thread 1. Cell 1,1 is empty!
Thread 1. Cell 1,2 is FULL OF TREASURES!
Thread 4. Cell 3,1 is empty!
Thread 3. Cell 2,2 is empty!

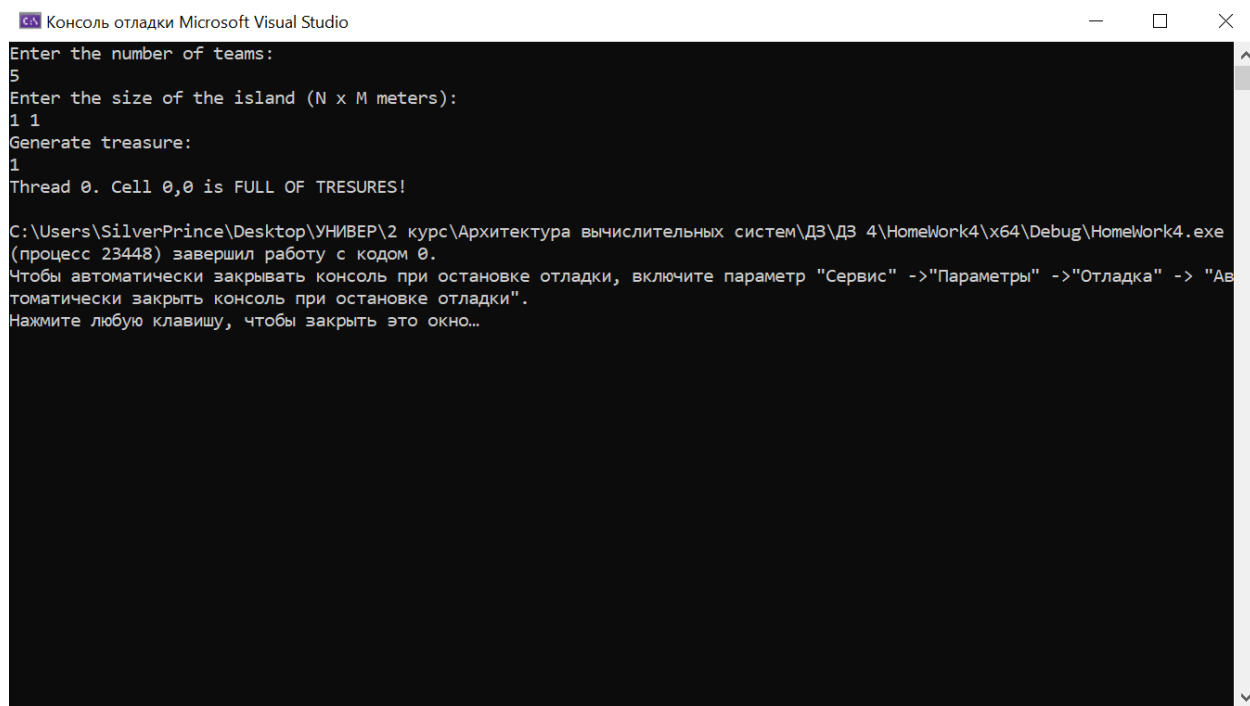
C:\Users\SilverPrince\Desktop\УНИВЕР\2 курс\Архитектура вычислительных систем\ДЗ\ДЗ 4\Homework4\Debug\Homework4.exe
(процесс 16036) завершил работу с кодом 0.
Чтобы автоматически закрывать консоль при остановке отладки, включите параметр "Сервис" ->"Параметры" ->"Отладка" -> "Автоматически закрывать консоль при остановке отладки".
Нажмите любую клавишу, чтобы закрыть это окно...

```

Рисунок 1 – результат выполнения программы для 5 потоков.

Как видно из рисунка, потоки выполнялись в разном порядке, но при этом, несмотря на то, что вывод производится последовательно по потокам, вычисления проходят параллельно, так как если `flag = true` (то есть сокровище найдено каким-то из потоков), но при этом каждый поток успел выполнить хотя бы 1 задачу, то значит, что все вычисления выполняются параллельно.

Как видно из рисунка 2, если количество потоков больше количества задач (достигнута максимальная степень распараллеливания для данного алгоритма), то просто лишние потоки не производят никаких вычислений. То есть программа выполняется корректно.

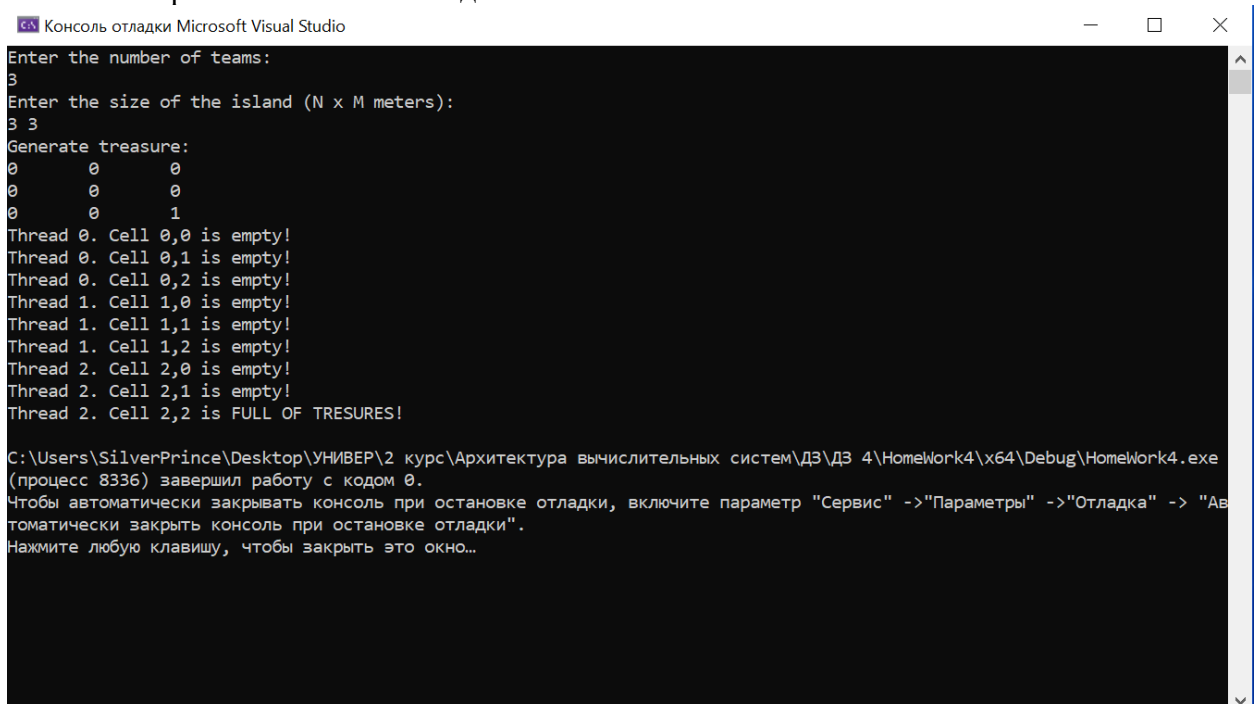


```
Консоль отладки Microsoft Visual Studio
Enter the number of teams:
5
Enter the size of the island (N x M meters):
1 1
Generate treasure:
1
Thread 0. Cell 0,0 is FULL OF TRESURES!

C:\Users\SilverPrince\Desktop\УНИВЕР\2 курс\Архитектура вычислительных систем\ДЗ\ДЗ 4\Homework4\x64\Debug\Homework4.exe
(процесс 23448) завершил работу с кодом 0.
Чтобы автоматически закрывать консоль при остановке отладки, включите параметр "Сервис" ->"Параметры" ->"Отладка" -> "Автоматически закрыть консоль при остановке отладки".
Нажмите любую клавишу, чтобы закрыть это окно...
```

Рисунок 2 – результат выполнения программы для случая, если потоков больше чем задач.

На рисунке 3 показано, что при количестве клеток, кратном числу потоков, все потоки выполняют равное количество задач.



```
Консоль отладки Microsoft Visual Studio
Enter the number of teams:
3
Enter the size of the island (N x M meters):
3 3
Generate treasure:
0 0 0
0 0 0
0 0 1
Thread 0. Cell 0,0 is empty!
Thread 0. Cell 0,1 is empty!
Thread 0. Cell 0,2 is empty!
Thread 1. Cell 1,0 is empty!
Thread 1. Cell 1,1 is empty!
Thread 1. Cell 1,2 is empty!
Thread 2. Cell 2,0 is empty!
Thread 2. Cell 2,1 is empty!
Thread 2. Cell 2,2 is FULL OF TRESURES!

C:\Users\SilverPrince\Desktop\УНИВЕР\2 курс\Архитектура вычислительных систем\ДЗ\ДЗ 4\Homework4\x64\Debug\Homework4.exe
(процесс 8336) завершил работу с кодом 0.
Чтобы автоматически закрывать консоль при остановке отладки, включите параметр "Сервис" ->"Параметры" ->"Отладка" -> "Автоматически закрыть консоль при остановке отладки".
Нажмите любую клавишу, чтобы закрыть это окно...
```

Рисунок 3 – результат выполнения программы для случая, когда кол-во задач кратно числу потоков.

Список используемых источников

1. Кузменных К. (2016) «Основные директивы OpenMP с примерами» (<http://mindhalls.ru/pragma-omp-directives-samples/>)
Просмотрено 29.11.2020
2. Грегори Р. Эндрюс (2003) «Основы многопоточного, параллельного и распределённого программирования»
(<https://l.wzm.me/coder/custom/parallel.programming/main.htm>)
Просмотрено 29.11.2020
3. Легалов А.И. (2020) «Многопоточное программирование. OpenMP»
(<http://softcraft.ru/edu/comparch/practice/thread/03-openmp/>)
Просмотрено: 30.11.2020