Х`МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МО ЭВМ

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №5

по дисциплине «Параллельные алгоритмы»

Тема: Виртуальные топологии

Студент гр. 1384 Усачева Д. В.

Преподаватель Татаринов Ю. С.

Санкт-Петербург

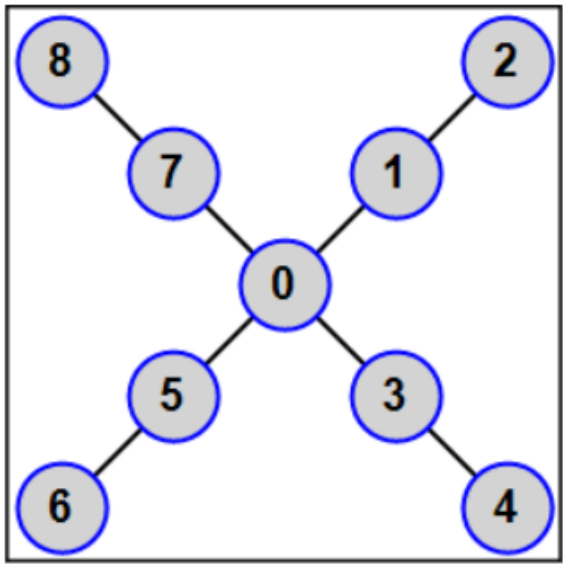
2023

Цель

Ознакомиться с виртуальными топологиями, их управлением и функциями в библиотеке MPI. Написать программу с использованием топологии графа.

Задание

Вариант №11. Число процессов K является нечетным: K = 2N + 1 (1 < N < 5); в каждом процессе дано целое число A. Используя функцию MPI_Graph_create, определить для всех процессов топологию графа, в которой главный процесс связан ребрами со всеми процессами нечетного ранга (1, 3, …, 2N − 1), а каждый процесс четного положительного ранга R (2, 4, …, 2N) связан ребром с процессом ранга R − 1 (в результате получается N-лучевая звезда, центром которой является главный процесс, а каждый луч состоит из двух подчиненных процессов R и R + 1, причем ближайшим к центру является процесс нечетного ранга R).



Переслать число A из каждого процесса всем процессам, связанным с ним ребрами (процессам-соседям). Для определения количества процессов-соседей и их рангов использовать функции MPI_Graph_neighbors_count и MPI_Graph_neighbors, пересылку выполнять с помощью функций MPI_Send и MPI_Recv. Во всех процессах вывести полученные числа в порядке возрастания рангов переславших их процессов.

Выполнение работы

Для выполнения поставленной задачи написана программа на языке C, код которой представлен ниже в листинге 1.

Для выполнения поставленной задачи создаются два массива index (количество исходящих дуг для каждой вершины,) и edges (последовательный список входящих дуг графа (матрица инцидентности)). Для их заполнения была написана функция fill.

Далее при помощи функции MPI_Graph_create создается топология графа. Функция MPI_Graph_neighbors_count позволяет нам узнать количество соседних процессов, в которых от проверяемого процесса есть выходящие дуги. Далее создается массив «соседей» необходимой величины. Для его заполнения вызывается функция MPI_Graph_neighbors.

Получив списки своих соседей, процесс начинает пересылку целого числа (пересылаем ранг процесса), а после принимает числа от своих соседей в порядке в возрастания рангов и выводит необходимую информацию.

В конце своей работы каждый процесс освобождает созданный коммуникатор при помощи MPI_Comm_free.

Ниже представлена сеть Петри основной части алгоритма (см. рис 1).

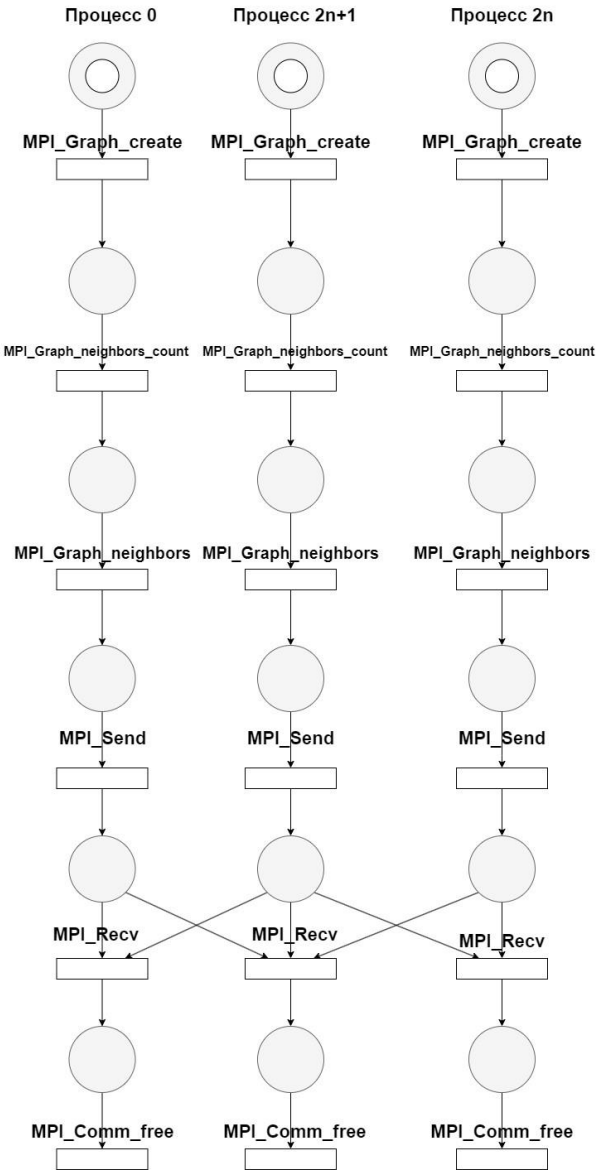


Рисунок 1 — Сеть Петри основной части алгоритма

Листинг 1 — Код программы lab5.c

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <mpi.h>

void fill(int* index,int* edges, int N) {
    int id = 0;
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        if (i == 0)
            index[i] = (N - 1) / 2;
        else if(i % 2 == 0)
            index[i] = index[i - 1] + 1;
        else {
            edges[id]=i;
            id++;
            index[i] = index[i - 1] + 2;
        }
    }
    int remains = id % 3;
    while(id < (N - 1) * 2) {
        if (id % 3 == remains){
```

```
            edges[id] = 0;
            id++;
        }
        else if(id == (N + 1) / 2){
            edges[id] = 2;
            id++;
        }
        else if (id % 3 == (remains + 1) % 3 ) {
            edges[id] = edges[id - 3] +2;
            id++;
        }
        else {
            edges[id] = edges[id - 1] - 1;
            id++;
        }
    }
}

int main(int argc, char **argv)
{
    int procNum, procRank;
    double start;
    MPI_Init(&argc, &argv);
    start = MPI_Wtime();
    MPI_Comm newComm;
    MPI_Comm_rank(MPI_COMM_WORLD, &procRank);
    MPI_Comm_size(MPI_COMM_WORLD, &procNum);
    if (procNum < 5 || procNum > 9 || procNum % 2 == 0){
        if (procRank == 0)
            printf("Количество процессов должно быть нечетным числом из
[5,9]\n");
    }
    else {
        int count;
        int A;
        int index[procNum];
        int edges[(procNum - 1) * 2];
        fill(index, edges, procNum);
        MPI_Graph_create(MPI_COMM_WORLD, procNum, index, edges, 0, &newComm);
        MPI_Graph_neighbors_count(newComm, procRank, &count);
        int neighbors[count];
        MPI_Graph_neighbors(newComm, procRank, count, neighbors);
        for (int i = 0; i < count; i++)
            MPI_Send(&procRank, 1, MPI_INT, neighbors[i], 0, newComm);
        for (int i = 0; i < count; i++)
        {
            MPI_Recv(&A,    1,    MPI_INT,    neighbors[i],    0,    newComm,
MPI_STATUS_IGNORE);
            printf("Процесс %d получил от процесса %d число %d \n", procRank,
neighbors[i], A);
        }
MPI_Comm_free(&newComm);
    }
    printf("Время работы %d процесса: %f\n", procRank, MPI_Wtime() - start);

    MPI_Finalize();

    return 0;
}
```

Ниже представлен вывод программы lab5.c

Листинг 2 — Вывод программы lab5.c для 5, 7 и 2 процессов

```
Процесс 0 получил от процесса 1 число 1
```

```
Процесс 1 получил от процесса 0 число 0
Процесс 2 получил от процесса 1 число 1
Процесс 3 получил от процесса 0 число 0
Процесс 0 получил от процесса 3 число 3
Процесс 1 получил от процесса 2 число 2
Время работы 2 процесса: 0.002352
Процесс 3 получил от процесса 4 число 4
Время работы 3 процесса: 0.002527
Процесс 4 получил от процесса 3 число 3
Время работы 1 процесса: 0.002522
Время работы 0 процесса: 0.002509
Время работы 4 процесса: 0.002675

Процесс 6 получил от процесса 5 число 5
Время работы 6 процесса: 0.003135
Процесс 5 получил от процесса 0 число 0
Процесс 5 получил от процесса 6 число 6
Время работы 5 процесса: 0.003419
Процесс 4 получил от процесса 3 число 3
Время работы 4 процесса: 0.003606
Процесс 0 получил от процесса 1 число 1
Процесс 0 получил от процесса 3 число 3
Процесс 0 получил от процесса 5 число 5
Процесс 1 получил от процесса 0 число 0
Процесс 2 получил от процесса 1 число 1
Время работы 2 процесса: 0.005231
Процесс 1 получил от процесса 2 число 2
Время работы 1 процесса: 0.005257
Процесс 3 получил от процесса 0 число 0
Процесс 3 получил от процесса 4 число 4
Время работы 3 процесса: 0.005851
Время работы 0 процесса: 0.005218

Количество процессов должно быть нечетным числом из [5,9]
Время работы 1 процесса: 0.000001
Время работы 0 процесса: 0.000062
```

Так как мы всегда передаем число, нет необходимости прослеживать зависимость времени работы от объема данных. Рассмотрим зависимость времени работы программы от количества процессов.

Таблица 1 — Среднее время выполнения.

Количество процессов	Среднее время на выполнение(мс)
5	2.002
7	2.152
9	3.186

Ниже указаны графики зависимостей времени выполнения и ускорения (см. рисунки 2-3).

Рисунок 2 — График зависимости времени выполнения от числа процессов

Ускорение времени работы программы можно вычислить по формуле:

$$S_p(n) = T_1(n)/T_p(n)$$

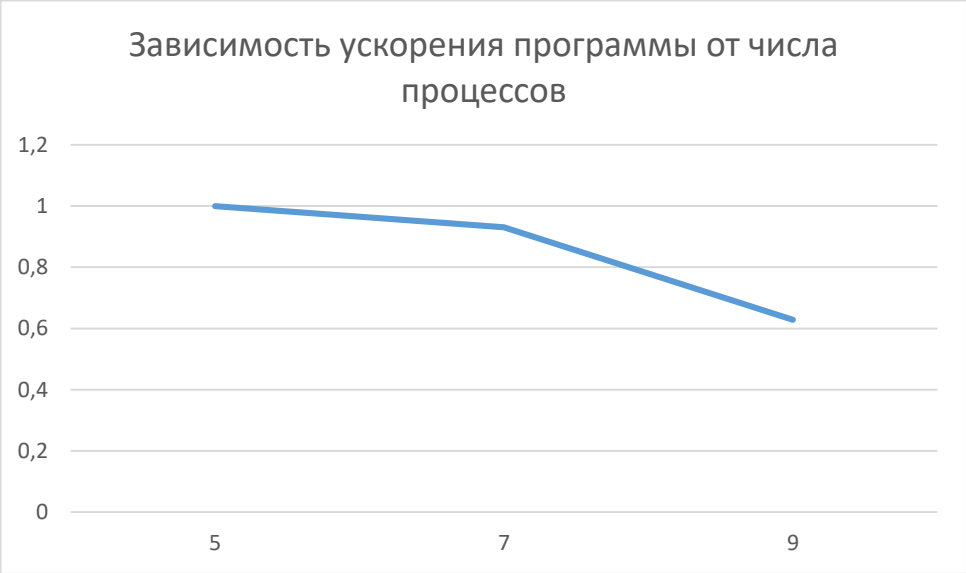


Рисунок 3 — График зависимости ускорения от числа процессов

Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы были изучены и использованы функция для создания топологии графа MPI_Graph_create и функции для получения информации о вершинах соседях MPI_Graph_neighbors_count (количество соседей) и MPI_Graph_neighbors (список соседей). Так как в интервал, заданный в условии, попадает всего три нечетных числа, полученные графики не позволяют сделать точный вывод о зависимости

времени работы программы от количества процессов. Однако по графикам прослеживается увеличение времени работы программы, это связано с тем, что при большем количестве процессов увеличивается количество соседей нулевого процесса, с которыми он должен обменятся числами. Так же скорость работы программы замедляется из-за увеличения времени заполнения массивов index и edges.