Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Пензенский государственный университет
Кафедра «Вычислительная техника»

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №9

по курсу «Логика и основы алгоритмизации в инженерных задачах»

на тему «Поиск расстояний в графе»

Выполнили:
студенты группы 24ВВВ3
Азаров М.С.
Кукушкин А.А.

Приняли:
к.т.н., доцент Юрова О.В.
к.т.н., Деев М.В.

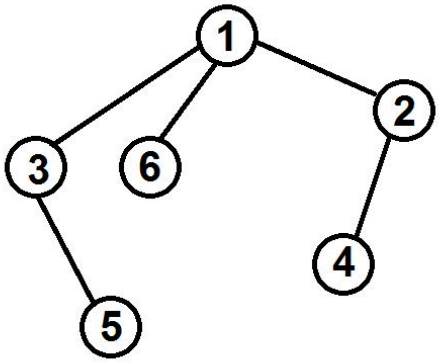
Пенза 2025

Цель работы – Сравнительное исследование алгоритмов поиска расстояний в графах на основе обхода в ширину (BFS) и обхода в глубину (DFS) с использованием различных структур данных) и оценка их временной эффективности для графов разного порядка.

Общие сведения.

Поиск расстояний – довольно распространенная задача анализа графов.

Для поиска расстояний можно использовать процедуры обхода графа. Для этого при каждом переходе в новую вершину необходимо запоминать, сколько шагов до нее мы сделали. При этом вектор, который хранил информацию о посещении вершин становится вектором расстояний. Довольно просто модернизировать для поиска расстояний в графе алгоритм обхода в ширину, т.к. этот алгоритм проходит вершины по уровням удаленности, то для не ориентированного графа для вершин каждого следующего уровня глубины расстояние от исходной вершины увеличивается на 1. Удалённость в данном случае понимается как количество ребер, по которым необходимо прейти до достижения вершины.



$$G = \begin{Bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix}$$

Рисунок 1 – Граф

Таким образом, можно предложить следующую реализацию алгоритма обхода в ширину.

Вход: G – матрица смежности графа, v – исходная вершина.

Выход: DIST – вектор расстояний до всех вершин от исходной.

Алгоритм ПОШ

1.1. для всех i положим DIST [i] = -1 пометим как "не посещенную";

1.2. **ВЫПОЛНЯТЬ** BFSD (v).

1.3 для всех i вывести DIST [i] на экран;

Алгоритм BFSD(v):

2.1. Создать пустую очередь Q = {};

2.2. Поместить v в очередь Q.push(v);

2.3. Обновить вектор расстояний DIST [x] = 0;

2.4. **ПОКА** Q != ∅ очередь не пуста **ВЫПОЛНЯТЬ**

2.5. v = Q.front() установить текущую вершину;

2.6. Удалить первый элемент из очереди Q.pop();

2.7. вывести на экран v;

2.8. **ДЛЯ** i = 1 **ДО** size_G **ВЫПОЛНЯТЬ**

2.9. **ЕСЛИ** G(v,i) = = 1**И** DIST = = -1

2.10. **ТО**

2.11. Поместить i в очередь Q.push(i);

2.12. Обновить вектор расстояний DIST [i] = DIST [v] + 1;

Реализация состоит из подготовительной части, в которой все вершины помечаются как не посещенные (п.1.1). В отличие от алгоритма BFS не

посещенные вершины помечаем -1, т.к. значение 0 и 1 могут быть расстояниями. Расстояние 0 – от исходной вершины до самой себя.

В самой процедуре как и в алгоритме BFS сначала создается пустая очередь (п. 2.1), в которую помещается исходная вершина, из которой начат обход (п.2.2). Расстояние до этой вершины (п.2.3) устанавливается равным 0 (расстояние до самой себя).

Далее итерационно, пока очередь не опустеет, из нее извлекается первый элемент, который становится текущей вершиной (п. 2.5, 2.6). Затем в цикле просматривается **v**-я строка матрицы смежности графа G(v,i). Как только алгоритм встречает смежную с **v** не посещенную вершину (п.2.9), эта вершина помещается в очередь (п.2.11) и для нее обновляется вектор расстояния (п.2.12). Расстояние до новой **i**-й вершины вычисляется как расстояние до текущей **v**-й вершины плюс 1 (так как ребра нашего графа не взвешенные).

После просмотра строки матрицы смежности алгоритм делает следующую итерацию цикла 2.4 или заканчивает работу, если очередь пуста.

Таким образом, если вершина помещается в очередь при просмотре сроки матрицы смежности на 1-й итерации, то они находятся на 1 уровне удаленности и расстояние до этих вершин будет равным 1.

DIST [i] = DIST [v] + 1, где DIST [v] = 0 – расстояние от исходной вершины до самой себя.

Далее, начинают просматриваться вершины первого уровня и соответствующие им строки матрицы смежности. При добавлении смежных с вершинами первого уровня вершин, расстояния до них будут равны 2.

DIST [i] = DIST [v] + 1, где DIST [v] = 1 – расстояние от исходной вершины до вершин 1 уровня.

После того, как все вершины первого уровня будут просмотрены и извлечены из очереди, начнется просмотр вершин 2 уровня и

соответствующих им строк матрицы смежности. При добавлении смежных с вершинами второго уровня вершин, расстояния до них будут равны 3.

DIST [i] = DIST [v] + 1, где DIST [v] = 2 – расстояние от исходной вершины до вершин 2 уровня.

И так далее, алгоритм проходит вершины по уровням, пока очередь не опустеет.

Лабораторное задание:

Задание 1

1. Сгенерируйте (используя генератор случайных чисел) матрицу смежности для неориентированного графа *G*. Выведите матрицу на экран.

2. Для сгенерированного графа осуществите процедуру поиска расстояний, реализованную в соответствии с приведенным выше описанием. При реализации алгоритма в качестве очереди используйте класс **queue** из стандартной библиотеки C++.

3.* Реализуйте процедуру поиска расстояний для графа, представленного списками смежности.

Задание 2*

1. Реализуйте процедуру поиска расстояний на основе обхода в глубину.

2. Реализуйте процедуру поиска расстояний на основе обхода в глубину для графа, представленного списками смежности.

3. Оцените время работы реализаций алгоритмов поиска расстояний на основе обхода в глубину и обхода в ширину для графов разных порядков.

Задание 1

Код программы

C

```
#define _CRT_SECURE_NO_WARNINGS
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
#include <queue>

using namespace std;

void DFS(int** G, int numG, int* dist, int current) {
    dist[current] = 1;
    printf("%3d", current);

    for (int i = 0; i < numG; i++) {
        if (G[current][i] == 1 && dist[i] == 0) {
            DFS(G, numG, dist, i);
        }

    }
}

void BFSD(int** G, int numG, int* dist, int s) {
    queue<int> q;
    int v;

    q.push(s);
    dist[s] = 0;

    while (!q.empty()) {

        v = q.front();
        q.pop();
        printf("%3d", v);

        for (int i = 0; i < numG; i++) {
            if (G[v][i] == 1 && dist[i] == -1) {
                q.push(i);
                dist[i] = dist[v] + 1;
            }

        }
    }
```

```
        printf("\n\nDist from %d to: ", s);
        for (int i = 0; i < numG; i++) {
            printf("\n%3d : %3d", i, dist[i]);
        }
    }

    int main() {
        int** G;
        int* dist;
        int numG, current;

        printf("Input number of vershini: ");
        scanf("%d", &numG);

        dist = (int*)malloc(numG * sizeof(int));
        G = (int**)malloc(numG * sizeof(int*));
        for (int i = 0; i < numG; i++)
            G[i] = (int*)malloc(numG * sizeof(int));

        srand(time(NULL));

        for (int i = 0; i < numG; i++) {
            dist[i] = -1;
            for (int j = i; j < numG; j++) {
                G[i][j] = G[j][i] = (i == j ? 0 : rand() % 2);

            }
        }

        for (int i = 0; i < numG; i++) {
            for (int j = 0; j < numG; j++) {
                printf("%3d", G[i][j]);

            }
            printf("\n");
        }

        printf("input start vershinka: ");
        scanf("%d", &current);

        printf("\nPath: ");
        BFSD(G, numG, dist, current);
        printf("\n\n");

        free(dist);
        for (int i = 0; i < numG; i++)
            free(G[i]);
        free(G);

        return 0;

}
```

Результаты работы программы

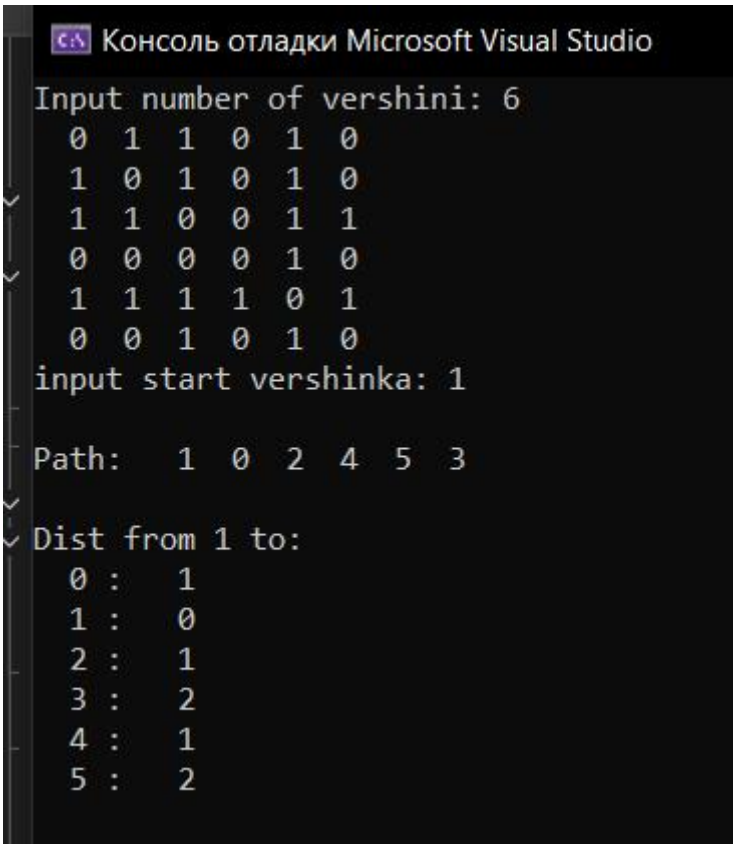


Рисунок 1 - Результат работы программы 1

Вывод: В ходе лабораторной работы были успешно реализованы и исследованы алгоритмы поиска расстояний в графах на основе обхода в ширину (BFS) и обхода в глубину (DFS) с использованием двух различных структур данных - матрицы смежности и списков смежности.