МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)

Кафедра САПР

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №3

по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»

Тема: Алгоритмы на графах

Алгоритм Флойда-Уоршелла и матрица смежности

Вариант 3

Студент 0301 ——————— Сморжок В. Е.

Преподаватель ——————— Тутуева А.В.

Санкт-Петербург,

2022

Задание: Дан список возможных авиарейсов в текстовом файле в формате:

Город отправления 1;Город прибытия 1;цена прямого перелета 1;цена обратного перелета 1

Город отправления 2;Город прибытия 2;цена перелета 2;цена обратного перелета 1

…

Город отправления N;Город прибытия N;цена перелета N;цена обратного перелета N

В случае, если нет прямого или обратного рейса, его цена будет указана как N/A (not available)

Пример данных:

Санкт-Петербург;Москва;10;20

Москва;Хабаровск;40;35

Санкт-Петербург;Хабаровск;14;N/A

Владивосток;Хабаровск;13;8

Владивосток;Санкт-Петербург;N/A;20

Задание: найти наиболее эффективный по стоимости перелет из города ***i*** в город ***j***.

Вариант	Алгоритм и структура данных
1	алгоритм Дейкстры и списки смежности
2	алгоритм Беллмана-Форда и матрицу смежности
3	алгоритм Флойда-Уоршелла и матрицу смежности

Текст программы:

```
#include "Header.h"

int main()
{
    string text = read();
    cout << text<< endl<< endl;
    string townDep;
    string townArr;
    cout << "Enter city of departure:" << endl;
    cin >> townDep;
    cout << "Enter city of arrival" << endl;
    cin >> townArr;
    algorithmFloyd(text, townDep,townArr);
}
```

```
#pragma once
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <string>
```

```
using namespace std;
const int invalidPrice = INT_MAX;


string read()
{
    string text = "";
    string newText;
    ifstream creat;
    char ch;
    creat.open("Price.txt");

    while (!creat.eof()) {
        creat.get(ch);

        text += ch;
    }
    creat.close();
    newText = text.substr(0, text.length() - 1);
    return newText;
}

class List
{
private:
    struct Node
    {
        string name;
        Node* next;
    };
    Node* head;
    Node* tail;
public:
    List()
    {
        head = tail = NULL;
    }

    void add(string name)
    {
        if (head == NULL)
        {
            Node* buffer = new Node;
            buffer->name = name;
            buffer->next = NULL;
            head = tail = buffer;
        }
        else
        {
            Node* buffer = head;
            Node* prev = head;
            while (buffer != NULL)
            {
                prev = buffer;
                buffer = buffer->next;
            }
            buffer = new Node;
            buffer->name = name;
            buffer->next = NULL;
            prev->next = buffer;
            tail = buffer;
        }
    }
    bool check(string text)
```

```
    {
        Node* buffer = head;
        bool i = false;
        while (buffer != NULL)
        {
            if (buffer->name == text)
            {
                i = true;
                break;
            }
            buffer = buffer->next;
        }
        return i;
    }
    void print()
    {
        Node* buffer = head;
        while (buffer != NULL)
        {
            cout << buffer->name << endl;
            buffer = buffer->next;
        }
    }
    Node* stringToList(string text)
    {
        int i = 0;
        string stroka = "";
        while (i != text.length())
        {
            while (text[i] != ';')
            {

                if (text[i] <= 90 && text[i] >= 60 || text[i] <= 122 && text[i] >= 97 ||
text[i] == '-')
                {

                    stroka += text[i];
                }
                if (text[i] == '\n')
                {
                    stroka = "";
                }
                i++;
                if (i == text.length())
                {
                    break;
                }
            }
            if (i == text.length())
            {
                break;
            }
            i++;
            if (stroka != "NA" && stroka != "")
            {
                if (!check(stroka))
                    add(stroka);
            }
            stroka = "";
        }
        Node* buffer = head;
        return buffer;
    }
    int** doingMatrix(string text)
    {
```

```
        int i = 0;
        int** array = new int* [0];
        array = new int* [maxIndex() + 1];
        for (int count = 0; count <= maxIndex(); count++)
            array[count] = new int[maxIndex()]; // и пять столбцов
        // заполнение массива
        for (int count_row = 0; count_row <= maxIndex(); count_row++)
            for (int count_column = 0; count_column <= maxIndex(); count_column++)
            {
                if (count_row == count_column)
                {
                    array[count_row][count_column] = 0;
                }
                else array[count_row][count_column] = invalidPrice;

            }
        i = 0;
        string stroka = "";
        string town1 = "";
        int index1 = 0;
        string town2 = "";
        int index2 = 0;
        int length1 = 0;
        int length2 = 0;
        while (1)
        {
            while (text[i] != ';')
            {
                if (text[i] <= 90 && text[i] >= 60 || text[i] <= 122 && text[i] >= 97 ||
text[i] == '-')
                {
                    stroka += text[i];
                }
                if (text[i] >= 48 && text[i] <= 57)
                {
                    stroka += text[i];
                }
                if (text[i] == '\n')
                {
                    break;
                }
                i++;
                if (i == text.length())
                {
                    break;
                }
            }
            if (town1 == "")
            {
                town1 = stroka;
                index1 = index(town1);
                stroka = "";
            }
            else if (town2 == "")
            {
                town2 = stroka;
                index2 = index(town2);
                stroka = "";
            }
            if (stroka != town1 && stroka != town2 && stroka != "NA" && stroka != "")
            {
                if (length1 == 0)
                {
                    length1 = stoi(stroka);
                }
```

```
            else
            {
                length2 = stoi(stroka);
            }
            stroka = "";
        }
        if (stroka == "NA")
        {
            if (length1 == 0)
                length1 = invalidPrice;
            else
                length2 = invalidPrice;
            stroka = "";
        }
        if (length1 != 0 && length2 != 0 && index1 != -1 && index2 != -1)
        {
            array[index1][index2] = length1;
            array[index2][index1] = length2;
            length1 = length2 = 0;
            index1 = index2 = -1;
            town1 = town2 = "";


        }
        i++;
        if (i >= text.length())
            break;

    }
    return array;
}
string find(int index)
{
    Node* buffer = head;
    int i = 0;
    while (buffer != NULL)
    {
        if (i == index)
        {
            break;
        }
        else {
            buffer = buffer->next;
            i++;
        }
    }
    if (buffer != NULL)
        return buffer->name;
}
void printMatrix(int** arrayNew)
{
    for (int i = 0; i <= maxIndex(); i++)
    {
        for (int j = 0; j <= maxIndex(); j++)
        {
            if (arrayNew[i][j] != invalidPrice)
                cout << arrayNew[i][j] << " ";
            else cout << "N/A ";
        }
        cout << endl;
    }
    cout << endl;
}
int index(string text)
{
```

```
        Node* buffer = head;
        int i = 0;
        while (buffer != NULL)
        {
            if (buffer->name == text)
            {
                break;
            }
            buffer = buffer->next;
            i++;
        }
        return i;
    }
    int maxIndex()
    {
        Node* buffer = head;
        int i = 0;
        while (buffer != NULL)
        {
            buffer = buffer->next;
            i++;
        }
        return i - 1;
    }

};
string printWay(List list, int** way, int** arrayNew, string townDep, string townArr)
{

    int index1 = list.index(townDep);
    int index2 = list.index(townArr);
    string Way = "";
    if (index1 == index2)
    {
        throw invalid_argument("Incorrect way. City ??names match");
    }
    if (way[index1][index2] != 0)
    {
        Way += list.find(index1);
        Way += "->";
        Way += list.find(way[index1][index2] - 1);
        Way += "->";
        Way += list.find(index2);
    }
    else
    {
        Way += list.find(index1);
        Way += "->";
        Way += list.find(index2);
    }
    cout << "The cost of the flight is " << arrayNew[index1][index2] << endl;
    return Way;
}
int** algorithmFloyd(string text, string townDep, string townArr)
{
    List list;
    list.stringToList(text);
    int** array = list.doingMatrix(text);
    cout << "Adjacency matrix:" << endl;
    list.printMatrix(array);
    int** arrayNew = array;
    int** way = new int* [0];
    way = new int* [list.maxIndex() + 1];
    for (int i = 0; i <= list.maxIndex(); i++)
        way[i] = new int[list.maxIndex()];
```

```
    for (int i = 0; i <= list.maxIndex(); i++)
        for (int j = 0; j <= list.maxIndex(); j++)
            way[i][j] = 0;

    for (int k = 0; k <= list.maxIndex(); k++) {      //Пробегаемся по всем вершинам и
ищем более короткий путь через вершину k
        for (int i = 0; i <= list.maxIndex(); i++) {
            for (int j = 0; j <= list.maxIndex(); j++) {
                if (arrayNew[i][k] != invalidPrice && arrayNew[k][j] != invalidPrice)
                {
                    if (arrayNew[i][k] + arrayNew[k][j] < arrayNew[i][j])
                    {
                        arrayNew[i][j] = arrayNew[i][k] + arrayNew[k][j];
                        way[i][j] = way[i][j] * 10 + k + 1;
                    }
                }
            }
        }
    }
    cout << "Matrix processed by floyd's algorithm" << endl;
    list.printMatrix(arrayNew);
    cout << "The way: " << printWay(list, way, arrayNew, townDep, townArr);
    return arrayNew;
}
```

Текст Unit-тестов:

Краткое описание реализуемого алгоритма и используемых структур данных:

1. class List – касс, содержащий в себе односвязный список, который хранит названия городов. В нем содержатся различные методы, которые помогают, например, определить индекс элемента по названию для составления матрицы смежности. Другие методы описаны далее.

2. stringToList(string text) – функция, которая обрабатывает поданную на вход строку, выписывает все названия городов в односвязный список без повторений с помощью метода add(). Для исключения повторений названий городов была создана функция check().

3. print() – печатает односвязный список

4. maxIndex() – находит максимальный индекс, то есть количество элементов всего списка-1

5. find – находит элемент списка по индексу и возвращает его имя

6. doingMatrix – обрабатывает строку, проверяя ее на наличие в списке. Получая индексы, она записывает значения в матрицу. Это и является матрицей смежности

7. printMatrix – печатает матрицу, поданную на вход

8. algorithmFloyd – вызывает все вышеназванные функции для получения матрицы смежности, в результате обработки которой выполняется алгоритм Флойда и получается матрица кратчайших расстояний. Также параллельно заполняется матрица путей.

9. printWay - предыдущий алгоритм передает в printWay матрицу путей, которая выводится на экран и возвращает строку запрашиваемого пути. Оценки временной сложности реализуемых алгоритмов:

Описание реализуемых Unit-тестов:

1. TestMethodAlgorithmFloyd – вводит данные об искомом маршруте перелета, вызывает алгортим флойда, затем сравнивает введенную матрицу с матрицей после алгоритма флойда

2. TestMethodDoMatrix – вводится строка, которая обрабатывается, а затем вводится в матрицу, которая впоследствии сравнивается с заданной матрицей

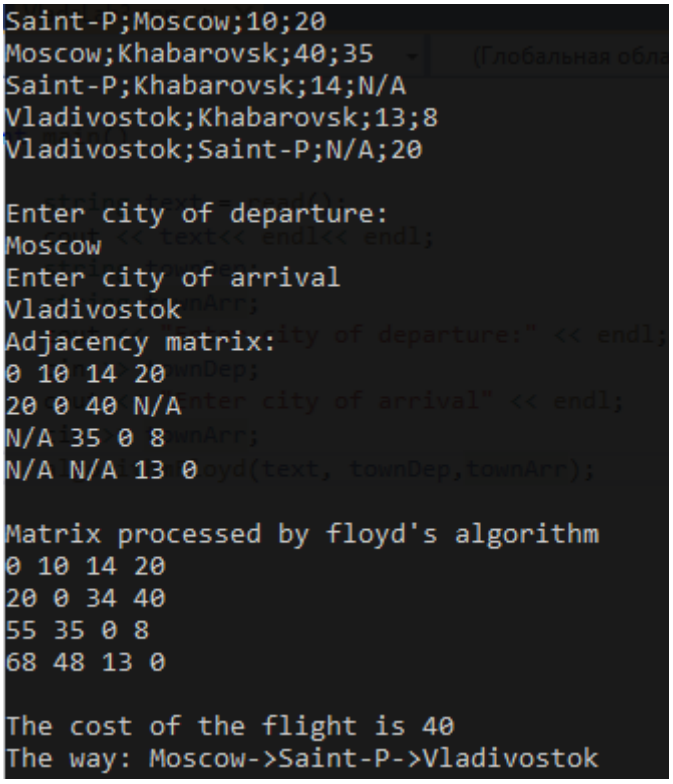
3. TestMethodMaxIndex - обрабатывается строка, вызывается функция maxIndex, которая возвращает максимальный индекс городов. Он сравнивается с заданным индексом. Это и является размерностью матрицы+1

4. TestMethodIndex - обрабатывается строка, вызывается функция index, которая возвращает индекс искомого города. Он сравнивается с заданным индексом

5. TestMethodFind – обрабатывается строка, вызывается функция find, которая возвращает название искомого города. Он сравнивается с заданным названием

Оценка временной сложности каждого метода:

1. stringToList – O(n^2)
2. maxIndex() – O(n)
3. print() – O(n)
4. find – O(n)
5. printMatrix– O(n^2)
6. algorithmFloyd– O(n^3)
7. printWay – O(1)



```
Saint-P;Moscow;10;20
Moscow;Khabarovsk;40;35
Saint-P;Khabarovsk;14;N/A
Vladivostok;Khabarovsk;13;8
Vladivostok;Saint-P;N/A;20

Enter city of departure:
Khabarovsk
Enter city of arrival
Saint-P
Adjacency matrix:
0 10 14 20
20 0 40 N/A
N/A 35 0 8
N/A N/A 13 0

Matrix processed by floyd's algorithm
0 10 14 20
20 0 34 40
55 35 0 8
68 48 13 0

The cost of the flight is 55
The way: Khabarovsk->Moscow->Saint-P
```

```
TEST_METHOD(TestMethodAlgorithmFloyd)
{
    string text = "Saint-P;Moscow;10;20\nMoscow;Khabarovsk;40;35";
    townDep = "Saint-P";
    townArr = "Moscow";
    int testArray[3][3] = {
            { 0, 10,50},
            { 20, 0, 40,},
            {55, 35, 0},
    };
    int** array = algorithmFloyd(text);
    for (int i = 0; i < 3; i++)
    {
        for (int j = 0; j < 3; j++)
        {
            Assert::IsTrue(testArray[i][j] == array[i][j]);
        }
    }
}
TEST_METHOD(TestMethodDoMatrix)
{
    string text = "Saint-P;Moscow;10;20\nMoscow;Khabarovsk;40;35";
    List list;
    list.stringToList(text);
    int** array = list.doingMatrix(text);
    int mas[3][3] = {
            { 0, 10,invalidPrice},
            { 20, 0, 40,},
            {invalidPrice, 35, 0},
```

```
        for (int i = 0; i < 3; i++)
        {
            for (int j = 0; j < 3; j++)
            {
                Assert::IsTrue(mas[i][j] == array[i][j]);
            }
        }
    }

    TEST_METHOD(TestMethodMaxIndex)
    {
        string text = "Saint-P;Moscow;10;20\nMoscow;Khabarovsk;40;35";
        List list;
        list.stringToList(text);
        Assert::IsTrue(list.maxIndex() == 2);
    }

    TEST_METHOD(TestMethodIndex)
    {
        string text = "Saint-P;Moscow;10;20\nMoscow;Khabarovsk;40;35";
        List list;
        list.stringToList(text);
        Assert::IsTrue(list.index("Saint-P") == 0);
    }

    TEST_METHOD(TestMethodFind)
    {
        string text = "Saint-P;Moscow;10;20\nMoscow;Khabarovsk;40;35";
        List list;
        list.stringToList(text);
        Assert::IsTrue(list.find(0) == "Saint-P");
    }
```