姓名：岳宇轩
学号：19020011038
科目：数据结构与算法
指导老师：纪筱鹏

/*因为编译器的原因，中文和中文注释编译报错，试过几个方案没有解决，所以景点信息都用的英文，没有添加注释，关键算法的解释写在实验报告中了*/

1.实验题目

校园导游咨询

2.实验目的

掌握图的存储方法和最短路经算法

3.实验要求

1、设计所在学校的校园平面图，所含景点不少于10个。以图中顶点表示校内各景点，存放景点名称、代号、简介等信息；以边表示路径，存放路径长度等相关信息。

2、为来访客人提供图中任意景点相关信息的查

询。

3、为来访客人提供图中任意景点的纹路查询，即查询任意两个景点之间的一条最短的简单路径。

4.实验内容和实验步骤

4.1实验内容

设计一个校园导游程序，为来访客人提供各种信息查询服务。测试数据根据实际情况指定。一般情况下，校园的道路是双向通行的，可设校园平面图是一个无向图。顶点和边均含有相关信息。

4.2实验步骤

4.2.1数据结构

```
#define MAX_VERTEX_NUM 10
using namespace std;


typedef enum {
    DG, DN, UDG, UDN
} GraphKind;
```

```
typedef struct {
    string name;
    int code;
    string description;
} VertexType;

typedef struct {
    VertexType vexs[MAX_VERTEX_NUM];
    int arcs[MAX_VERTEX_NUM][MAX_VERTEX_NUM];
    int vexnum, arcnum;
    GraphKind kind;
} MGraph;
```

4.2.2函数声明：

void init();

初始化校园信息对应的邻接矩阵

void PrintHint();

打印控制台输入提示

void CheckView(MGraph &G);

景点信息查询,参数为校园信息的邻接矩阵，函数

功能：输入景点编号，输出相应景点的有关信息。

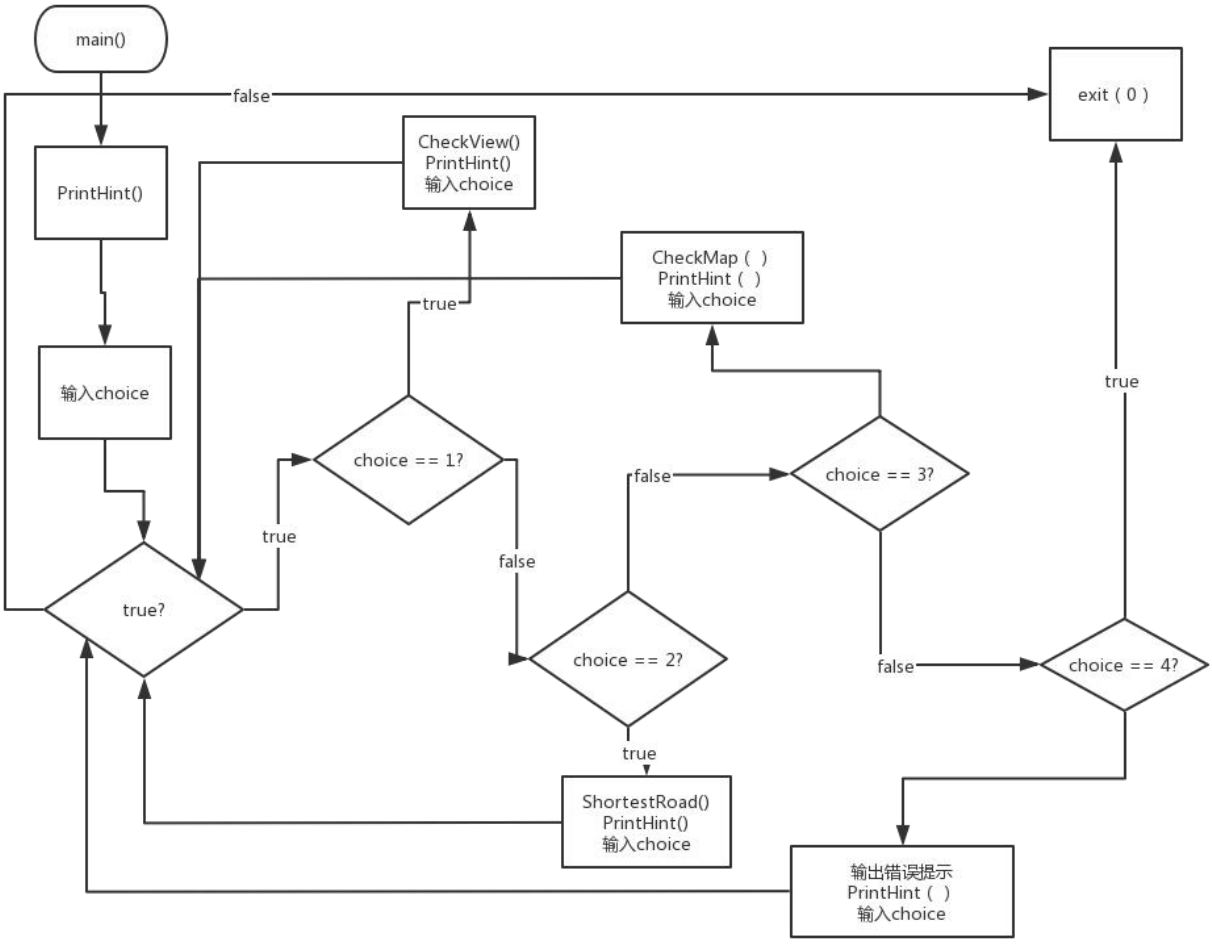
void ShortestRoad(MGraph &G);

景点之间最短路径的查询，参数为校园信息的邻接矩阵，函数功能：输入起点和终点的景点编号，输出从起点到终点的最短路径和最短路径长度。

void CheckMap(MGraph &G);

控制台输出校园地图，包括景点名称，编号，路径和路径长度。

4.2.3主函数调用关系



4.3 主要功能函数分析（其它函数的实现都比较简单，主要写一下 FLOYD 算法求最短路径的函数）（时间复杂度 O（n^3））：

第一步：初始化 D 矩阵和 P 矩阵

```
CheckMap(G);
cout << "Please enter the code of the start point:" << endl;
int start;
cin >> start;
while (start < 1 || start > 10) {
    cout << "Wrong input! Please retry!" << endl;
    cin >> start;
}
cout << "Please enter the code of the end point:" << endl;
int end;
cin >> end;
while (end < 1 || end > 10) {
    cout << "Wrong input! Please retry!" << endl;
    cin >> end;
}
start -= 1;
end -= 1;
```

```
// Flory
int D[10][10];
bool P[10][10][10];
for (int v = 0; v < G.vexnum; ++v) {
    for (int w = 0; w < G.vexnum; ++w) {
        if (G.arcs[v][w] == 0) {
            D[v][w] = 999;
        } else {
            D[v][w] = G.arcs[v][w];
        }
        if (v == w)
            D[v][w] = 0;
        for (int u = 0; u < G.vexnum; ++u) {
            P[v][w][u] = false;
        }
        if (D[v][w] < 999) {
            P[v][w][v] = true;
            P[v][w][w] = true;
        }
    }
}
```

方法：

D 矩阵（D[i][j]表示从 i 到 j 的最短路径的长度）：

一：将邻接矩阵赋值给 D 矩阵

二：D 矩阵中元素为 0 的位置全部赋值 999

p.s.这里有个疑惑，不知道为什么用 INFINITY 不行，写像 999 这样的大数可以

三：D 矩阵对角线置 0

P 矩阵（P[i][j][k]表示 k 是否是从 i 到 j 的最短路径上的点）：

一：全部置 false

二：如果 D[i][j]不为 999，则说明 i 到 j 有路径，i 和 j 都是从 i 到 j 的最短路径上的点，故 P[i][j][i]和 P[i][j][j]都应为 true

第二步：不断更新 D 矩阵和 P 矩阵

```
for (int u = 0; u < G.vexnum; ++u) {
    for (int v = 0; v < G.vexnum; ++v) {
        for (int w = 0; w < G.vexnum; ++w) {
            if (D[v][u] + D[u][w] < D[v][w]) {
                D[v][w] = D[v][u] + D[u][w];
                for (int i = 0; i < G.vexnum; ++i) {
```

```
                    P[v][w][i] = P[v][u][i] || P[u][w][i];
                }
            }
        }
    }
}
```

方法：

先以 u 为中间结点，分析从 v 到 w：

如果从 v 到 u 的路径长度+从 u 到 w 的路径长度 < 从 v 到 w 的路径长度，则有：

D 矩阵的更新：

更新从 v 到 w 的路径长度为从 v 到 u 的路径长度+从 u 到 w 的路径长度，因此更新 D[v][w]为 D[v][u]+D[u][w].

P 矩阵的更新：

最短路径的中间结点为 u，则可知 v→u→w 一定是 v 到 w 最短路径上的路，那么对于任意一个结点 i，要更新、判断它是不是新的最短路径上的结点，只要看它在不在 vu 段或者 uw 段即可，因此更新 P[v][w][i]为 P[v][u][i] || P[u][w][i].

第三步：根据 D 矩阵输出最短路径长度，根据 P 矩阵输出最短路径

```
cout << "The shortest path is :" << endl;
if (start != end) {
    int length = 0;
    int past = -1;
    int temp = start;
    while (temp != end) {
        cout << G.vexs[temp].name << "-->";
        int vex_on_road[10], num = 0;
        for (int i = 0; i < G.vexnum; i++) {
            if (G.arcs[temp][i] != 0 && P[start][end][i]
&& i != temp && i != past) {
                vex_on_road[num++] = i;
            }
        }
        int min = vex_on_road[0];
        for (int j = 1; j < num; j++) {
            if (G.arcs[temp][vex_on_road[j]] < min)
                min = vex_on_road[j];
        }
        past = temp;
```

```
            temp = min;
            length += G.arcs[past][temp];
        }
        cout << G.vexs[end].name << endl;
        cout << "The length of the road is : " << length << endl;
    } else {
        cout << G.vexs[start].name << "-->" <<
    G.vexs[end].name << endl;
        cout << "The length of the road is : " << 0 << endl;
    }
```

一：当起点和重点是同一点时：

直接输出

二：当起点和终点不是同一点时：

①P[起点][终点]数组中保存着路径，比如，P[7][5][3] == true 表示景点 4 是从景点 8 到景点 6 的最短路径上的点（因为景点编号是其在数组中的下标+1）

②用一个 temp 表示当前输出结点，初始为 start，用一个 past 表示上一次输出的结点（防止输出上一次已经输出的结点），初始为-1。用一个 length

记录最短路径长度，初始为 0.

③当当前输出结点不是 end 结点时，先输出当前结点的信息，然后将所有与当前结点相邻的、在从 start 到 end 的最短路径上的、不是当前结点、不是上一次输出的结点的结点放到一个数组中，然后看当前结点到这个数组中的哪一个的距离最短，将它作为下一个输出结点。

④更新 temp，past，length。

5.实验用测试数据和相关结果分析

5.1 实验结果

输入提示：

```
D:\school\cmake-build-debug\school.exe
Please choose your options:
1.Check View
2.Shortest Road
3.Check Map
4.Exit Program
```

查看景点信息

```
3.Check Map
4.Exit Program
1
Code    Name
1       North Area
2       East PlayGround
3       Canteen
4       Teaching Building
5       West Gate
6       East Area
7       Library
8       Stadium
9       South Area
10      Cainiao Station
Please enter the code of view to check:
```

```
1
The information is as follow:
Code:1
Name:North Area
Description:This is North Area
Please choose your options:
1.Check View
2.Shortest Road
3.Check Map
4.Exit Program
```

查看地图

```
3.Check Map
4.Exit Program
3
                        NorthArea 1
                      /       |
                    3/        1|
                   /          |
                  /           |
                 /            |
               /       2      |             3                        2
Stadium 8 - - - - Canteen 3   - - - - - - - - EastPlayground 2 - - - EastArea 6
    |            /   |                                |1          /2
    |           /    |                                |         /
   1|         /4     |                        CainiaoStation 10
    |        /       | 2                   /
    |      /         |                    /5
    |     /   3      |                   /
WestGate 5 - - - - - TeachingBuilding 4
                     |
                     |3
                  Library 7
                     |1
                  SouthArea 9
```

最短路径

```
Please enter the code of the start point:
8
Please enter the code of the end point:
6
The shortest path is :
Stadium-->Canteen-->East PlayGround-->East Area
The length of the road is : 7
```

```
Please enter the code of the start point:
5
Please enter the code of the end point:
10
The shortest path is :
West Gate-->Stadium-->Canteen-->East PlayGround-->Cainiao Station
The length of the road is : 7
```

```
Please enter the code of the start point:
1
Please enter the code of the end point:
9
The shortest path is :
North Area-->Canteen-->Teaching Building-->Library-->South Area
The length of the road is : 7
```

```
Please enter the code of the start point:
5
Please enter the code of the end point:
3
The shortest path is :
West Gate-->Stadium-->Canteen
The length of the road is : 3
```

```
Please enter the code of the start point:
5
Please enter the code of the end point:
5
The shortest path is :
West Gate-->West Gate
The length of the road is : 0
```

错误输入的相应提示

```
Please enter the code of the start point:
-1
Wrong input! Please retry!
```

5.2 实验心得

通过本次实验，我更加了解了 FLOYD 算法求任意两点之间最短路径的原理。

在构建 D 数组和 P 数组的过程中，我在构建 D 数组的 P 数组的时候都分别踩雷了。

构建 D 数组的时候，我一开始就直接把图的邻接矩阵赋值给 D 数组了，后来才意识到不对，于是把邻接矩阵的 0 换成了 999，后来还是不对，还要把主对角线元素改成 0.这里还有一个未解决的问题，就是为什么 INFINITY 不行（用 INFINITY 效果和用 0 是一样的不知道为什么）。因为任意简单路径的长度都是小于 999 的，所以对于这次实验我自己给定的数据是没有问题的，当然这是很不严谨的。

构建 P 数组的时候，我一开始用的并不是课本上写的算法 7.16，而是课后作业里构建 P 数组的那种方法，就是 int P[10][10].如果 P[v][w] != w, 则 P[v][w]是从 v 到 w 的最短路径的路径中 w 的前一个结点。另 k = P[v][w]，再判断 p[v][k]是否等于 k，直至 p[v][k] == v。用这个方法是没问题的，不过 P 数组的初始化应该是 P[v][w] = v。但是我一开始根据 P 输出路径写错了，改完之后发现还是不对，有一个问题是：只要最短路径的中间结

点的序号比最短路径的中间结点的序号的最大值小，它就输出不出来，这显然是不合理的。因为我当时的写法是：

```
for (int u = 0; u < G.vexnum; ++u) {
    for (int v = 0; v < G.vexnum; ++v) {
        for (int w = 0; w < G.vexnum; ++w) {
            if (D[v][u] + D[u][w] < D[v][w]) {
                D[v][w] = D[v][u] + D[u][w];
                P[v][w] = u;
            }
        }
    }
}
```

问题就出在 P[v][w] = u 这里。这么写的话最后保留的是 u 最大的那一次的循环结果。正确的写法应该是 P[v][w] = P[v][u]。当时没有发现这个问题，也一直没做出来，才改用课本上的方法，后来才想明白的。也多亏如此，我对于 FLOYD 算法的理解也更深一步。

根据 P 矩阵输出路径的过程也有坑。一开始我只想到了要记录上一步的输出，判断是否相邻、

判断是否在最短路径上。但这样会有一个问题，就是这种情况下无法判断哪一个结点是下一步要输出的结点：就是如果有多个点既与当前结点相邻，又在最短路径上。这时只要取当前结点到这些点中距离最短的那个点就行了。

6.代码

```
#include <stdio.h>
#include <iostream>
#include <string>

#define MAX_VERTEX_NUM 10
using namespace std;

typedef enum {
    DG, DN, UDG, UDN
} GraphKind;

typedef struct {
    string name;
    int code;
```

```
    string description;
} VertexType;

typedef struct {
    VertexType vexs[MAX_VERTEX_NUM];
    int arcs[MAX_VERTEX_NUM][MAX_VERTEX_NUM];
    int vexnum, arcnum;
    GraphKind kind;
} MGraph;

void init(MGraph &G) {
    G.kind = UDG;
    G.vexs[0].name = "North Area";
    G.vexs[1].name = "East PlayGround";
    G.vexs[2].name = "Canteen";
    G.vexs[3].name = "Teaching Building";
    G.vexs[4].name = "West Gate";
    G.vexs[5].name = "East Area";
    G.vexs[6].name = "Library";
    G.vexs[7].name = "Stadium";
    G.vexs[8].name = "South Area";
    G.vexs[9].name = "Cainiao Station";
```

```
for (int i = 0; i < 10; i++) {
    G.vexs[i].code = i;
    G.vexs[i].description = "This is " + G.vexs[i].name;
    for (int j = 0; j < 10; j++) {
        G.arcs[i][j] = 0;
    }
}
G.vexnum = 10;
G.arcnum = 14;
G.arcs[0][2] = 1;
G.arcs[0][7] = 3;
G.arcs[1][2] = 3;
G.arcs[1][5] = 2;
G.arcs[1][9] = 1;
G.arcs[2][0] = 1;
G.arcs[2][1] = 3;
G.arcs[2][3] = 2;
G.arcs[2][4] = 4;
G.arcs[2][7] = 2;
G.arcs[3][2] = 2;
G.arcs[3][4] = 3;
G.arcs[3][6] = 3;
```

```
    G.arcs[3][9] = 5;
    G.arcs[4][2] = 4;
    G.arcs[4][3] = 3;
    G.arcs[4][7] = 1;
    G.arcs[5][1] = 2;
    G.arcs[5][9] = 3;
    G.arcs[6][3] = 3;
    G.arcs[6][8] = 1;
    G.arcs[7][0] = 3;
    G.arcs[7][2] = 2;
    G.arcs[7][4] = 1;
    G.arcs[8][6] = 1;
    G.arcs[9][1] = 1;
    G.arcs[9][3] = 5;
    G.arcs[9][5] = 3;
}

void PrintHint() {
    cout << "Please choose your options:" << endl;
    cout << "1.Check View" << endl;
    cout << "2.Shortest Road" << endl;
    cout << "3.Check Map" << endl;
```

```
    cout << "4.Exit Program" << endl;
}

void CheckView(MGraph &G) {
    cout << "Code\tName" << endl;
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        cout << G.vexs[i].code + 1 << "\t" <<
G.vexs[i].name << endl;
    }
    cout << "Please enter the code of view to check:" <<
endl;
    int choice;
    cin >> choice;
    while (choice < 1 || choice > 10) {
        cout << "Wrong input! Please retry!" << endl;
        cin >> choice;
    }
    cout << "The information is as follow:" << endl;
    cout << "Code:" << choice << endl;
    cout << "Name:" << G.vexs[choice - 1].name << endl;
    cout << "Description:" << G.vexs[choice -
1].description << endl;
```

```
}
void CheckMap(MGraph &G) {
    cout << "                                NorthArea 1\n"
            "                                /          |\n"
            "                              3/           1|\n"
            "                              /            |\n"
            "                            /              |\n"
            "                          /                |\n"
            "                        /          2       |
3                       2\n"
            "                  Stadium 8 - - - - Canteen 3
- - - - - - - - - EastPlayground 2 - - - EastArea 6\n"
            "                        |              /   |
|1          /2\n"
            "                        |            /     |
|         /\n"
            "                     1|           /4       |
CainiaoStation 10\n"
            "                        |         /        |2
/\n"
            "                        |       /          |
/5\n"
            "                        |      /   3       |
```

```
/\n"
            "            WestGate 5 - - - - - -
TeachingBuilding 4\n"
            "                                    |\n"
            "                                    |3\n"
            "                                 Library
7\n"
            "                                    |1\n"
            "                                SouthArea
9\n";
}
void ShortestRoad(MGraph &G) {
    CheckMap(G);
    cout << "Please enter the code of the start point:" <<
endl;
    int start;
    cin >> start;
    while (start < 1 || start > 10) {
        cout << "Wrong input! Please retry!" << endl;
        cin >> start;
    }
    cout << "Please enter the code of the end point:" <<
```

```
endl;
    int end;
    cin >> end;
    while (end < 1 || end > 10) {
        cout << "Wrong input! Please retry!" << endl;
        cin >> end;
    }
    start -= 1;
    end -= 1;
    // Flory
    int D[10][10];
    bool P[10][10][10];
    for (int v = 0; v < G.vexnum; ++v) {
        for (int w = 0; w < G.vexnum; ++w) {
            if (G.arcs[v][w] == 0) {
                D[v][w] = 999;
            } else {
                D[v][w] = G.arcs[v][w];
            }
            if (v == w)
                D[v][w] = 0;
            for (int u = 0; u < G.vexnum; ++u) {
```

```
                P[v][w][u] = false;
            }
            if (D[v][w] < 999) {
                P[v][w][v] = true;
                P[v][w][w] = true;
            }
        }
    }

    for (int u = 0; u < G.vexnum; ++u) {
        for (int v = 0; v < G.vexnum; ++v) {
            for (int w = 0; w < G.vexnum; ++w) {
                if (D[v][u] + D[u][w] < D[v][w]) {
                    D[v][w] = D[v][u] + D[u][w];
                    for (int i = 0; i < G.vexnum; ++i) {
                        P[v][w][i] = P[v][u][i] ||
P[u][w][i];
                    }
                }
            }
        }
    }
```

```
    //Flory end
    cout << "The shortest path is :" << endl;
    if (start != end) {
        int length = 0;
        int past = -1;
        int temp = start;
        while (temp != end) {
            cout << G.vexs[temp].name << "-->";
            int vex_on_road[10], num = 0;
            for (int i = 0; i < G.vexnum; i++) {
                if (G.arcs[temp][i] != 0 &&
P[start][end][i] && i != temp && i != past) {
                    vex_on_road[num++] = i;
                }
            }
            int min = vex_on_road[0];
            for (int j = 1; j < num; j++) {
                if (G.arcs[temp][vex_on_road[j]] < min)
                    min = vex_on_road[j];
            }
            past = temp;
```

```
            temp = min;
            length += G.arcs[past][temp];
        }
        cout << G.vexs[end].name << endl;
        cout << "The length of the road is : " << length <<
endl;
    } else {
        cout << G.vexs[start].name << "-->" <<
G.vexs[end].name << endl;
        cout << "The length of the road is : " << 0 << endl;
    }

}



int main() {
    MGraph G;
    init(G);
    int choice;
    PrintHint();
    cin >> choice;
    while (true) {
```

```
        switch (choice) {
            case 1:
                CheckView(G);
                PrintHint();
                cin >> choice;
                break;
            case 2:
                ShortestRoad(G);
                PrintHint();
                cin >> choice;
                break;
            case 3:
                CheckMap(G);
                PrintHint();
                cin >> choice;
                break;
            case 4:
                exit(0);
            default:
                cout << "Wrong input! Please retry!" <<
endl;
                PrintHint();
```

```
                cin >> choice;
                break;
            }
        }
        return 0;
}
```