数据结构项目二文档

同济大学 软件学院 15级2班 1552651 王依睿

使用说明

操作手册

开始

运行程序后，显示电网造价模拟系统的操作说明。

```
**              电网造价模拟系统              **
============================================
**                A---创建电网顶点            **
**                B---添加电网的边            **
**                C---构造最小生成树          **
**                D---显示最小生成树          **
**                E---退出程序                **
============================================
```

创建电网顶点

- 选择操作A。
- 输入顶点个数。
- 依次输入顶点名称。

```
请选择操作：A
请输入顶点个数：4
请依次输入个顶点名称：
a b c d
```

添加电网的边

- 选择操作B。
- 输入两个顶点及边。

```
请选择操作：B
请输入两个顶点及边：a b 8
请输入两个顶点及边：b c 7
请输入两个顶点及边：c d 5
请输入两个顶点及边：d a 11
请输入两个顶点及边：a c 18
请输入两个顶点及边：b d 12
请输入两个顶点及边：？？0
```

构造最小生成树

- 选择操作C。
- 输入起始顶点。

```
请选择操作：C
请输入起始顶点：a
```

- 输出“生成prim最小生成树！”字样，表示程序已经用prim方法生成最小生成树。

```
生成prim最小生成树！
```

显示最小生成树

- 选择操作D。

```
请选择操作：D
```

- 输出最小生成树的顶点及边。

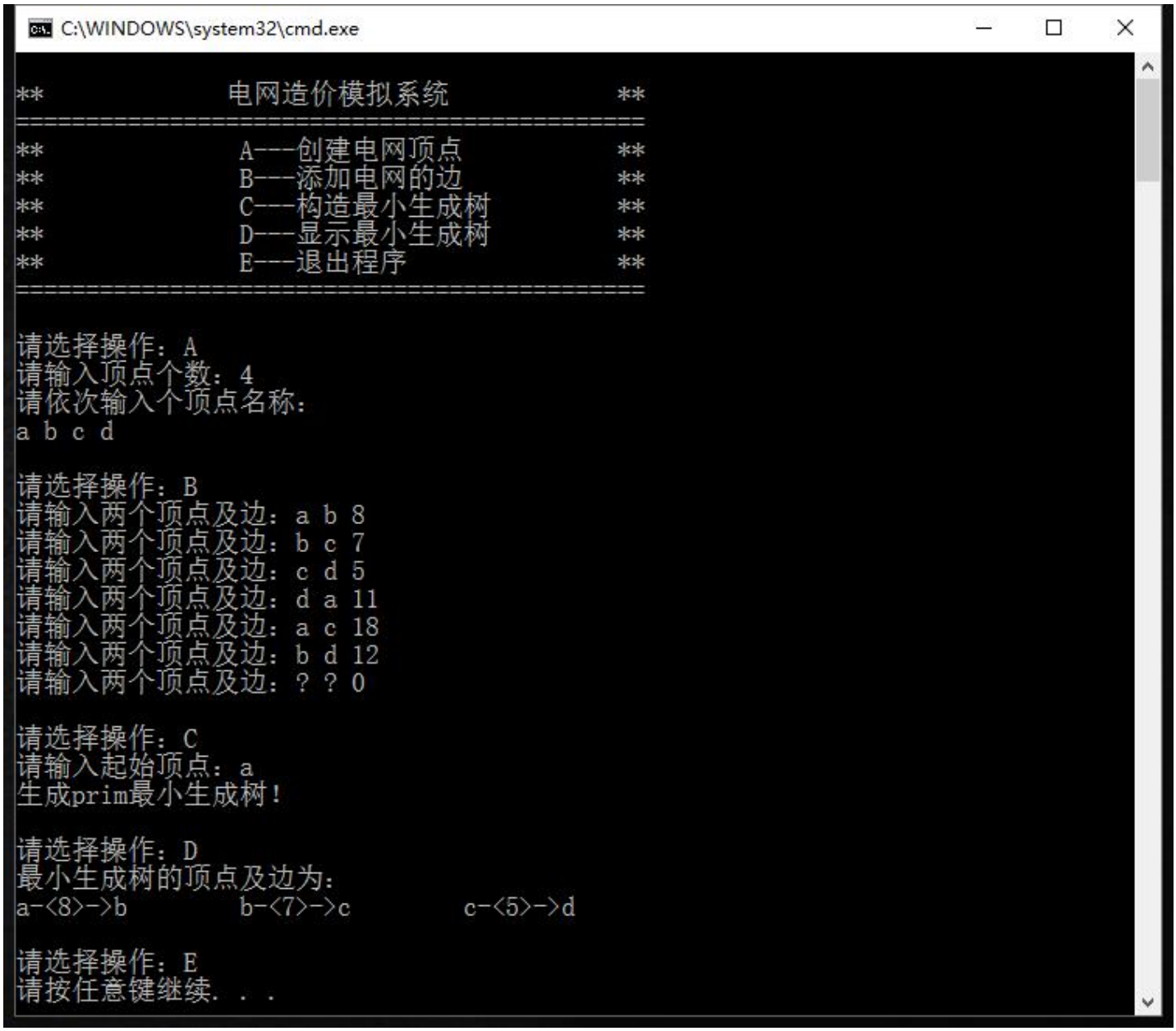
```
最小生成树的顶点及边为：
a-<8>->b        b-<7>->c        c-<5>->d
```

退出程序

选择操作E。

```
请选择操作：E
请按任意键继续. . .
```

整体预览



注意事项

- 输入的图必须是连通图。
- 顶点个数最多不能超过100人。
- 顶点名称在程序内的存储类型为string。
- 将图中输入两个顶点及边全部输入后，输入“？？0”表示输入结束。

概述

> 假设一个城市有n个小区，要实现n个小区之间的电网都能够相互接通，构造这个城市n个小区之间的电网，使总工程造价最低。请设计一个能够满足要求的造价方案。

项目功能要求

提示：输入的图必须是连通图，采用邻接矩阵或邻接表表示法表示图，定义一个最小堆用来得到权值最小的边，构造最小生成树(Prim算法)实现

在每个小区之间都可以设置一条电网线路，都要付出相应的经济代价。n个小区之间最多可以有n（n-1）/2条线路，选择其中的n-1条使总的耗费最少。

程序设计目的

实现一个生成最小生成树的简单程序，练习使用邻接表实现图的存储。

算法思路

以Prim算法为基本算法，实现生成最小生成树。

数据结构

- 将prim算法中各顶点状态封装成一个结构体。
- 利用由二维数组实现的邻接表实现图的存储。
- 利用一维数组存储顶点名字、顶点是否被访问过、顶点在最小生成树中的父亲节点、prim算法中各顶点状态。
- 利用map存储最小生成树的边长度及边的两顶点信息。
- 利用priority_queue（优先队列）存储未知顶点到已知顶点的最短相连距离。

文件目录

- 8_1552651_wangyirui.cpp（主文件）
- 8_1552651_wangyirui.exe（可执行文件）
- 8_1552651_wangyirui.pdf（项目文档）

实现

Prim算法

描述

从单一顶点开始，普里姆算法按照以下步骤逐步扩大树中所含顶点的数目，直到遍及连通图的所有顶点。

1. 输入：一个加权连通图，其中顶点集合为V，边集合为E；
2. 初始化：Vnew = {x}，其中x为集合V中的任一节点（起始点），Enew = {}；
3. 重复下列操作，直到Vnew = V：
    1. 在集合E中选取权值最小的边（u, v），其中u为集合Vnew中的元素，而v则是V中没有加入Vnew的顶点（如果存在有多条满足前述条件即具有相同权值的边，则可任意选取其中之一）；
    2. 将v加入集合Vnew中，将（u, v）加入集合Enew中；
4. 输出：使用集合Vnew和Enew来描述所得到的最小生成树。

时间复杂度

最小边、权的数据结构	时间复杂度（总计）
邻接矩阵、搜索	O(V^2)
二叉堆（后文伪代码中使用的数据结构）、邻接表	O((V + E) log(V)) = O(E log(V))
斐波那契堆、邻接表	O(E + V log(V))

本程序利用邻接矩阵实现，故时间复杂度为O(V^2)

Prim算法实现最小生成树代码实现

```
#include<iostream>
#include<string>
#include<map>
#include<queue>
using namespace std;
const int maxn = 100;

#define INF 1 << 30

struct node {
    int vnum;
    int key;//到已经访问过的顶点边的长度最小值
    friend bool operator<(node a, node b) {
        return a.key > b.key;
    }
};
```

```
int n;//顶点个数
int rootnum;//开始点，即最小生成树的根节点
int graph[maxn][maxn];//邻接表，存储两点间是否相连以及两点间边的长度的信息
string vname[maxn];//顶点名字对应节点序号
bool visited[maxn];//顶点是否访问过
int dad[maxn];//顶点在最小生成树中的父亲节点
node v[maxn];//prim算法中各顶点状态
map<int, int> tree;//存储最小生成树的边及边的两顶点
priority_queue <node> q;//选择已知顶点

void prim(int beginnum){

    for (int i = 0; i < n; ++i) {
        v[i].vnum = i;
        v[i].key = INF;
        dad[i] = -1;
        visited[i] = false;
    }

    v[beginnum].key = 0;
    q.push(v[beginnum]);

    while (!q.empty()) {

        node cur_nd = q.top();
        q.pop();
        int cur_vnum = cur_nd.vnum;
        int dad_vnum = dad[cur_vnum];
        if (dad_vnum != -1)
            tree.insert(make_pair(dad_vnum, cur_vnum));
        if (visited[cur_vnum])
            continue;
        visited[cur_vnum] = true;

        for (int i = 0; i < n; ++i) {

            if (i != cur_vnum && !visited[i] && graph[cur_vnum][i] < v[i].key) {

                dad[i] = cur_vnum;
                v[i].key = graph[cur_vnum][i];
                q.push(v[i]);
            }
        }
    }
}
```

```
int main() {

    printf("\n**              电网造价模拟系统              **\n");
    printf("===========================================\n");
    printf("**              A---创建电网顶点              **\n");
    printf("**              B---添加电网的边              **\n");
    printf("**              C---构造最小生成树            **\n");
    printf("**              D---显示最小生成树            **\n");
    printf("**              E---退出程序                  **\n");
    printf("===========================================\n");

    char op;
    while (true) {

        printf("\n请选择操作：");
        scanf("%c", &op);

        if (op == 'A') {

            printf("请输入顶点个数：");
            scanf("%d", &n);
            printf("请依次输入个顶点名称：\n");
            for (int i = 0; i < n; ++i)
                cin >> vname[i];
            for (int i = 0; i < n; ++i)
                for (int j = 0; j < n; ++j)
                    graph[i][j] = INF;
            getchar();
        }

        if (op == 'B') {
            string v1, v2;
            int v1num, v2num;
            int len;
            while (true) {
                printf("请输入两个顶点及边：");
                cin >> v1 >> v2 >> len;
                if (v1 == "?")
                    break;
                for (int i = 0; i < n; ++i) {
                    if (vname[i] == v1)
                        v1num = i;
                    if (vname[i] == v2)
                        v2num = i;
                }
                graph[v1num][v2num] = len;
                graph[v2num][v1num] = len;
            }
```

```
            getchar();
        }
        if (op == 'C') {
            string root;
            printf("请输入起始顶点：");
            cin >> root;
            getchar();
            for (int i = 0; i < n; ++i) {
                if (vname[i] == root) {
                    rootnum = i;
                    break;
                }
            }
            prim(rootnum);
            printf("生成prim最小生成树！\n");
        }
        if (op == 'D') {
            printf("最小生成树的顶点及边为：\n");
            for (auto vpair : tree) {
                int v1num = vpair.first;
                int v2num = vpair.second;
                cout << vname[v1num] << "-<" << graph[v1num][v2num] << ">->" << vn
ame[v2num] << "   ";
            }
            cout << endl;
            getchar();
        }
        if (op == 'E')
            break;
    }
}
```