

实验六 图

一、目的和要求

1. 掌握图的逻辑结构定义和各种存储结构的实现。
2. 掌握图的遍历、最小生成树、最短路径、关键路径等算法的实现。
3. 根据实际问题的需要，选择图的存储结构和相应的算法解决问题。

二、实验内容

（一）验证性实验

1. 无向图的邻接矩阵验证

- （1）在无向图的邻接矩阵类模板中增加函数成员 `CountDegree(v)`，求顶点 `v` 的度数。
- （2）在无向图的邻接矩阵类模板中增加函数成员 `ConnectedComponent`，求图的连通分量数目。
- （3）把无向图的邻接矩阵类模板改造成带权无向图（无向网）的邻接矩阵类模板。

（二）设计性实验

2. 无向图的邻接表存储结构的设计与实现

模仿有向图的邻接表类模板，完成无向图的邻接表类模板的设计与实现。要求实现图的基本运算，并增加成员函数，判断无向图是否存在唯一的最小生成树。

※3. 无向图的邻接多重表存储结构的设计与实现

根据教材介绍的邻接多重表存储结构，设计无向图的邻接多重表存储结构。要求实现图的基本运算，并增加成员函数，求无向图中任意二点之间长度为 `len` 的简单路径数目。

※4. 有向图的十字链表存储结构的设计与实现

根据教材介绍的十字链表存储结构，设计有向图的十字链表存储结构。要求实现图的基本运算，并增加成员函数，求有向无环图的所有拓扑序列。

（三）综合性实验

5. 新农村建设

【问题描述】

在新农村建设中有 2 个重要的任务就是：乡村公路建设和乡村医院的完善。但是农村公路线长面广，分散在各个地区的各个角落，为了节省资金，设计部门想用最经济的方案完成乡村公路建设和乡村医院的设置。要求：

- （1）求使用最少资金使所有乡村都能通路的方案情况（要求输出所有方案，每个方案修建的公路和公路的总长）。
- （2）假设乡村之间能建的公路都已建成，现在想造一个乡村医院，问这个医院造在哪个村庄，使所有村庄到该医院的总路程最短。
- （3）假设乡村之间能建的公路都已建成，现在要提供一个问路系统，输入两个乡村 `A` 和 `B`，系统能显示从 `A` 到 `B` 的最短通路长度和该通路的路径。

【输入数据】

从文件输入。输入的第一行为一个正整数 $N(2 \leq N \leq 100)$ ，表示乡村的个数。

第二行到 N+1 行为乡村名字。

第 N+2 行为一个正整数 $M(N \leq M \leq N(N+1)/2)$ ，表示可以修建的乡村公路数。

接下来 M 行，每行有三个值：XYZ，分别表示一条公路连接的两个村庄和公路的长度。

[输出数据]

根据要求输出相应信息。

6. 社交网络

[问题描述]

在社交网络（social network）的研究中，我们常常使用图论概念去解释一些社会现象。

不妨看这样的一个问题。在一个社交圈子里有 n 个人，人与人之间有不同程度的关系。

我们将这个关系网络对应到一个 n 个结点的无向图上，两个不同的人若互相认识，则在他们对应的结点之间连接一条无向边，并附上一个正数权值 c，c 越小，表示两个人之间的关系越密切。

我们可以用对应结点之间的最短路径长度来衡量两个人 s 和 t 之间的关系密切程度，注意到最短路径上的其他结点为 s 和 t 的联系提供了某种便利，即这些结点对于 s 和 t 之间的联系有一定的重要程度。我们可以通过统计经过一个结点 v 的最短路径的数目来衡量该结点在社交网络中的重要程度。

考虑到两个结点 A 和 B 之间可能会有多条最短路径。我们修改重要程度的定义如下：

令 $C_{s,t}$ 表示从 s 到 t 的不同的最短路的数目， $C_{s,t}(v)$ 表示经过 v 从 s 到 t 的最短路的数目；则定义结点 v 在社交网络中的重要程度 $I(v)$ 为：

$$I(v) = \sum_{s \neq v, t \neq v} \frac{C_{s,t}(v)}{C_{s,t}}$$

为了使 $I(v)$ 和 $C_{s,t}(v)$ 有意义，我们规定需要处理的社交网络都是连通的无向图，即任意两个结点之间都有一条有限长度的最短路径。现在给出这样一幅描述社交网络的加权无向图，请你求出每一个结点的重要程度。

[输入数据]

输入文件中第一行有两个整数，n 和 m，表示社交网络中结点和无向边的数目。在无向图中，我们将所有结点从 1 到 n 进行编号。接下来 m 行，每行用三个整数 a,b,c 描述一条连接结点 a 和 b，权值为 c 的无向边。注意任意两个结点之间最多有一条无向边相连，无向图中也不会出现自环（即不存在一条无向边的两个端点相同的结点）。

[输出数据]

输出文件包括 n 行，每行一个实数，精确到小数点后 3 位。第 i 行的实数表示结点 i 在社交网络中的重要程度。

[输入样例]

```
4 4
1 2 1
2 3 1
3 4 1
4 1 1
```

[输出样例]

```
1.000
1.000
1.000
1.000
```

[样例说明]

该样例的结构如图 1 所示，对于 1 号结点而言，只有 2 号到 4 号结点和 4 号到 2 号结点的最短路经过 1 号结点，而 2 号结点和 4 号结点之间的最短路又有 2 条。因而根据定义，1 号结点的重要程度计算为 $1/2+1/2=1$ 。由于图的对称性，其他三个结点的重要程度

也都是 1。

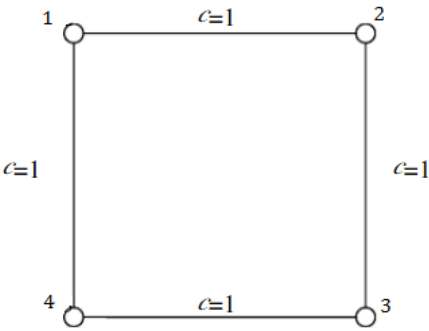


图 1 社交网络图