

实验二 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（每个同学自选一题）

1. 无向网的邻接矩阵验证

- （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。

2. 有向网的邻接表类模板验证

- （1）在有向网的邻接表类模中增加函数成员 `CountOutDegree(v)`，统计顶点 v 的出度。
- （2）在有向网的邻接表类模中增加函数成员 `CountInDegree(v)`，统计顶点 v 的入度。
- （3）把有向网的邻接表类模改造成有向网的逆邻接表类模板。

（二）设计性实验（每个小组自选一题）

3. 无向图的邻接表存储结构的设计与实现

模仿有向网的邻接表类模板，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。

4. 无向网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，设计无向网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。

5. 有向网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，设计有向网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（每个小组自选一题）

6. 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: $X Y Z$, 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。

7. 中国邮路问题

[问题描述]

邮递员的工作是每天在邮局里选出邮件, 然后送到他所管辖的客户中, 再返回邮局。自然地, 若他要完成当天的投递任务, 则他必须要走过他所投递邮件的每一条街道至少一次。现在要你帮他设计合理走法使他的投递总行程最短。

[输入数据]

从文件输入。第一行是三个整数 N 、 K 和 S , 以一个空格分隔。分别表示有 N 个街道交叉点(用 $1-N$ 表示), K 条街道和邮局所在位置 (邮局在一个街道交叉点上)。

以下 K 行每行是三个正整数 X 、 Y 、 Z 两数之间用一个空格隔开, 分别表示一条街道连接的两个交叉点和街道长度。

[输出数据]

行走的最短路程, 所有行走方案 (行走路径)。

8. 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 的最短路路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。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。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 2-1 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。

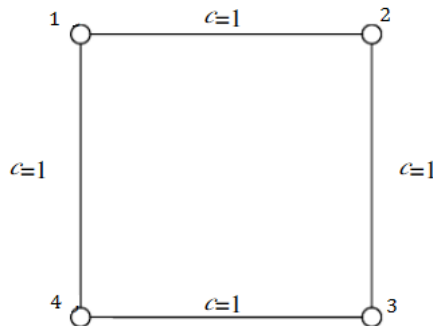


图 2-1 社交网络图

9. 噪声恐惧症

[问题描述]

输入一个 n 个顶点和 m 条边（ $n \leq 100$ ， $m \leq 1000$ ）的无向网，边上的权表示该路段的噪声值。当噪声太大时，耳膜会受到伤害，所以当你从某点去往另一点时，总希望路上经过的噪声最大值最小。输入一些询问，每次询问输入 2 个点，输出这两个点之间最大噪声值最小的路径。

如图 2-2 所示，A 和 G 之间的最大噪声值最小的路径为：ACFD，其最大噪声值为 80。

[输入数据]

输入文件中第一行有三个整数： n 、 m 和 k 。 n 表示图中的顶点数（在无向图中，我们将所有结点从 1 到 n 进行编号）， m 表示图中的边数， k 表示询问次数；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 的边，以及 ab 路段上的噪声值 c ；再接下来 k 行，每行用两个整数 a 和 b ，表示要询问的两个顶点。

[输出数据]

输出文件包括 k 行，每行表示一次询问的结果。如果 a 和 b 是连通的则输出所求的最大噪声值，否则输出“no path”。

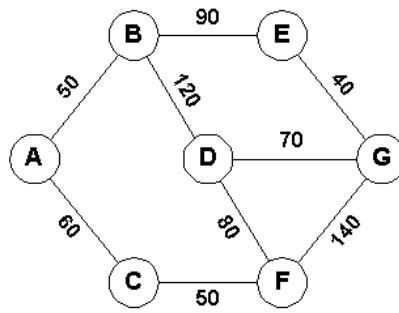


图 2-2 交通网络图

[输入样例 1]

```

7 9 3
1 2 50
1 3 60
2 4 120
2 5 90
3 6 50
4 6 80
4 7 70
5 7 40
6 7 140
1 7
2 6
6 2

```

[输出样例 1]

```

80
60
60

```

[输入样例 2]

```

7 6 3
1 2 50
1 3 60
2 4 120
3 6 50
4 6 80
5 7 40
7 5
1 7
2 4

```

[输出样例 2]

```

40
no path
80

```