

第二次综合实验

一、实验目的

- (1) 熟练掌握图的存储。
- (2) 熟练掌握图的创建方法与顶点、边的插入删除等基本操作
- (3) 熟练掌握深度、广度优先搜索算法及其实现。
- (4) 掌握图的应用经典算法并能将其应用到实际问题中。
- (5) 尝试用建立项目的方式设计调试程序。

二、实验要求

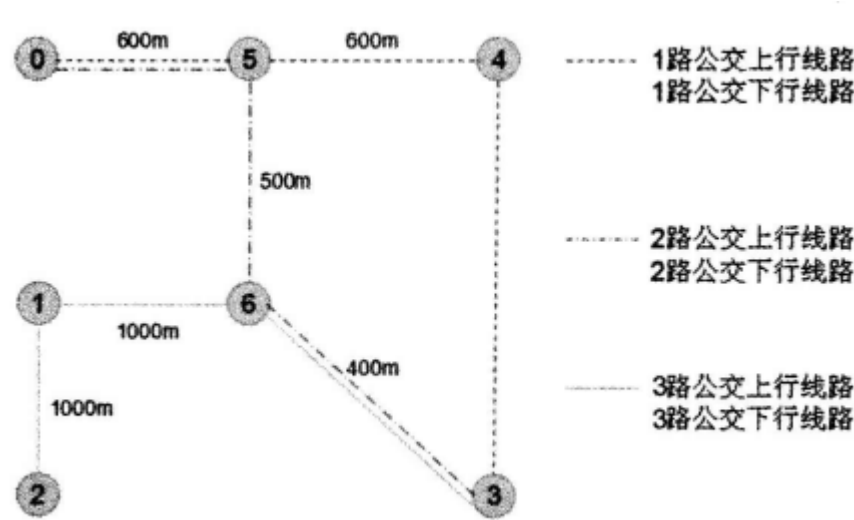
自由组合 5 人一组选择一个题目完成，共两个题目，每个题目 4 组选，可在本周六晚上 20:00 之前在 QQ 群里提交小组名单及所选题目，在下周二第 1 次实验课之前进行初步讨论以便课上向老师提出疑问，老师也可根据大家的思路给出提示。每个小组按前次发布的实验步骤完成实验，汇报讨论，并在规定时间内提交实验报告。

三、实验项目

实验题目 1 公交线路管理

本程序是一个控制台程序，模拟成都市城市公交系统管理，程序中保存了城市的公交线路和公交站点信息。公交线路和站点满足以下条件：

- (1) 某些站点之间有一条或多条公交线路直接到达，即连通；
- (2) 每条公交线路经过若干站点；
- (3) 相同的行经路线都有上行和下行两条公交线路，公交线路都是单向行驶的(有向图)。 公交线路示意图如图所示。



① 站点信息。

站点信息包括站点编号和名字，如表所示。

站点编号	站点名字
0	A 站点
1	B 站点
2	C 站点
3	D 站点
.....

② 公交线路信息。

若称两个相邻站点之间的一段路线为一个“路段”，那么每条公交线路则由若干连续路段组成。每个路段中的信息包括线路编号、线路两端站点编号、路段长度，如表所示。

线路编号	站点 1	站点 2	距离/m
1	A 站点	B 站点	700
1	B 站点	C 站点	1000
1	C 站点	D 站点	600
1	D 站点

程序为控制台程序，使用图数据结构和算法，开始运行时，输出菜单，供用户选择。具体实现的功能如下：

1.创建公交线路图（要求至少 10 条线路）

输入站点和公交线路数据，程序根据站点信息和线路信息创建公交线路图。

(1)站点信息集合 (编号、名字)。

(2)公交线路信息集合 (线路编号、线路两端站点编号、路段长度)。

2.查询公交线路和站点信息

为验证公交线路图是否创建成功，程序需实现查询公交线路和站点信息功能。

(1)查询公交线路：输入公交线路编号，系统通过公交线路编号查找到该线路途经的所有站点并输出。

(2)查询站点信息：输入站点编号，系统通过站点编号查找到所有经过该站点的公交线路并输出。

3.查询两站点之间的路线，找到至多换乘 1 次的路线，并输出结果

用户输入要查询的起点和终点，程序先判断两个站点之间是否有一条路径（即两个站点之间是否连通）。若两个站点之间有路线，则找到所有最多换乘 1 次的路线，然后依次输出，如图所示。

(1)提示共找到几条路线：从|起点站名|到|终点站名|共找到 N 条路线

(2)循环依次输出每条路线，有路线编号和站点与公交信息。依次输出路线中经过的每一站，并在站点与站点之间输出两站之间所坐的公交车名

(3)若两个站点之间没有可以找到的路线，则提示用户“两站点之间没有公交路线！”，若两个站点之间有路线，但是不满足最多换乘 1 次的条件，则提示用户“没有满足条件的路线！”

4.自行根据实际需求增加 1 个功能。

实验题目 2：社交网络图中结点的“重要性”计算

在社交网络中，个人或单位（结点）之间通过某些关系（边）联系起来。他们受到这些关系的影响，这种影响可以理解为网络中相互连接的结点之间蔓延的一种相互作用，可以增强也可以减弱。而结点根据其所处的位置不同，其在网络中体现的重要性也不尽相同。

“紧密度中心性”是用来衡量一个结点到达其他结点的“快慢”的指标，即一个有较高中心性的结点比有较低中心性的结点能够更快地（平均意义下）到达网络中的其他结点，因而在该网络的传播过程中有更重要的价值。在有 N 个结点的网络中，结点 v_i 的“紧密度中心性” $Cc(v_i)$ 数学上定义为到其余所有结点 v_j ($j \neq i$) 的最短距离 $d(v_i, v_j)$ 的平均值的倒数

$$Cc(v_i) = \left[\frac{1}{N-1} \sum_{j \neq i} d(v_i, v_j) \right]^{-1} = \frac{N-1}{\sum_{j \neq i} d(v_i, v_j)}$$

对于非连通图，所有结点的紧密度中心性都是 0。

本实验给定一个无权的无向图以及其中的一组结点，要求计算这组结点中每个结点的紧密度中心性。

1. 先按以下输入输出要求进行设计

(1) 输入说明：输入第 1 行给出两个正整数 N 和 M ，其中 N ($N \leq 10$) 是图中结点个数，顺便假设结点从 1~ N 编号； M ($M \leq 101$) 是边的条数。随后的 M 行中，每行给出一条边的信息，即该边连接的两个结点编号，中间用空格分隔。最后一行给出需要计算紧密度中心性的这组结点的个数 K ($K \leq 100$) 以及 K 个结点编号，用空格分隔。

(2) 输出说明：按照“ $Cc(i) = x.x x$ ”的格式输出 K 个给定结点的紧密度中心性，每个输出占行，结果精确到小数点后 2 位。测试用例：

序号	输入	输出	说明
0	9 14 1 2 1 3 1 4 2 3 3 4 4 5 4 6 5 6 5 7 5 8 6 7 6 8 7 8 7 9 3 3 4 9	$Cc(3) = 0.47$ $Cc(4) = 0.62$ $Cc(9) = 0.35$	一般情况测试
1	5 8 1 2 1 3 1 4 2 3 3 4 4 5 2 5 3 5 2 4 3	$Cc(4) = 0.80$ $Cc(3) = 1.00$	紧密度中心性取到最大值 1: 结点 3 到其余结点距离都是 1, 其紧密度中心性达到最大

序号	输入	输出	说明
2	6 8 1 2 1 3 1 4 2 3 3 4 4 5 2 5 3 5 2 4 3	$C_c(4)=0.00$ $C_c(3)=0.00$	非连通图,紧密度中心性都是 0
3	1000 10000 10000 条不重复随机边 100 个随机结点	略	边界测试: 最大 N 和 M

2.再考虑实际的社交网络，比如朋友圈或人与人之间的合作网络等等，根据兴趣来选择。对顶点进行紧密度中心性的计算，对计算结果进行分析，并输出分析结果。

3.程序也通过菜单选择一些相应功能，比如增加新朋友、查询朋友的朋友、谁是最重要的那个人、谁更需要帮助等等，将重要性计算分析放在菜单功能中，请自行设计。

4. 社交网络图中结点的“重要性”还可以通过其他因素来体现。例如,结点的“介数”表示一个网络中经过该结点的最短路径的数量。一个结点的介数越大,其在结点之间的通信中所起的作用也越大。为了更准确地衡量这种作用,一般采用结点的“介数中心性”来描述，可查询学习并尝试实现。