

## 第一部分第 4 题实验指导书

### 4. 网络放大器设置问题

#### 问题描述

对于一个石油传输网络可由一个加权有向无环图  $G$  表示。该图中有一个称为源点的顶点  $S$ ，从  $S$  出发，石油流向图中的其他顶点， $S$  的入度为 0， $G$  中每条边上的权重为它所连接的两点间的距离。

在输送石油的过程中，需要有一定的压力才能使石油从一个顶点传输到另一个顶点，但随着石油在网络中传输，压力会损失，压力的损失量是传输距离的函数。

为了保证石油在网络的正常运输，在网络传输中必须保证在任何位置的壓力都要不小于最小压力  $P_{\min}$ 。为了维持这个最小压力，可在  $G$  中的一些或全部顶点放置压力放大器，压力放大器可以将压力恢复至该网络允许的最大压力  $P_{\max}$ 。

设  $d$  为石油从压力  $P_{\max}$  降为  $P_{\min}$  所走的距离，在无压力放大器时石油可输送的距离不超过  $d$  的情况下，要求在  $G$  中**放置最少数量的放大器**，使得该传输网络从  $S$  出发，能够将石油输送到**图中的所有其他顶点**。

为了简化计算，可设每走一个单位长度就会降低一个单位压力且  $P_{\min}=0$ ，即  $d=P_{\max}-P_{\min}=P_{\max}$ 。起点处的压力为  $P_{\max}$ 。为了尽可能保证石油的运输（考虑到现实中某些管道可能损坏），首先我们保证所有通道都可以运输，即最大边权值不超过  $d$ ；且如果顶点  $x$  有多条入边， $x$  处的压力为到达  $x$  处的压力中的最小值。

#### 基本要求

1. 设计并实现加权有向无环图的 ADT。
2. 给出两种方法以解决上述问题，验证两种方法的正确性。
3. 比较两种方法的时间和空间性能，用图表显示比较结果。

#### 程序正确性的验证要求

你需要设计程序验证你所实现的方法的正确性，本次实验我们提供了示例数据集供你验证程序的正确性。以下是关于此数据集的一些输入输出说明。

#### 输入文件

第一行包含三个整数  $[n, m, d]$ ，设源点  $S$  为 1 号顶点。

- $n$  表示顶点个数
- $m$  表示边的个数
- $d$  表示石油从压力  $P_{\max}$  降为压力  $P_{\min}$  所走的距离。

接下来  $m$  行，每行三个正整数  $[x, y, c]$  用来标识一条有向边。

- $x$  表示起点

- y 表示终点
- c 表示边权

## 输出文件

一行一个整数，表示最少的放大器的个数。

数据集与实验指导书一同上传至课程群中。

此外你可以通过如下工具比较输出文件是否一致：

- Web Tools: <https://text-compare.com/>
- Windows: 在命令行中使用 FC 命令，FC file1 file2
- OSX and Linux: 在终端中使用 diff 命令，diff file1 file2

## 成绩

实验分数由现场验收与实验报告组成，验收时应对你所实现的代码进行讲解并当场验证你所完成的程序的正确性。以下是可能导致你成绩降低的因素：

1. 没能用两种方法实现具体的功能。
2. 对程序代码理解不清楚，对于特定的函数不能解释其实现原理。
3. 不能验证程序的正确性。程序只能接受手动输入的数据，不能在大规模数据上验证程序的正确性。
4. 缺少时间和空间性能的分析。

对于实现规范，分析全面合理的同学将获得较高的分数。以下是获得较高成绩的几个需要考虑的方面：

1. 程序设计规范，封装良好，拥有详细的注释。
2. 对两种实验结果的合理且完善的性能实验分析。
3. 使用图可视化的库来展示结果（不强制要求）。

## 提交详情

实验验收的截止时间为第12周实验课(5.15)，实验报告与源代码提交的截止时间为第13周实验课(5.22)晚24点。本次实验应该独立完成，请避免参考其他同学的代码，我们会对提交的代码进行查重，查重率过高会影响你的实验成绩。

实验代码与实验报告请一起压缩后发送给对应**助教**，若未能在截止时间内提交将影响实验成绩。实验代码中无需包含测试数据，并请压缩成**100M**以内的压缩文件格式文件提交。

文件名命名：班级-学号-姓名-第一部分-题目序号，例：**22.1-202100139999-张三-第一部分-1**。

实验代码中应至少包含以下三个文件"`graph.h`"、"`graph.cpp`"、"`main.cpp`"，分别是你实现的图操作声明的头文件，图操作定义文件与运行测试程序。其余部分程序例如性能分析实验等程序均可放于实验代码中一起上传。可以写一个简单的 README 来介绍各个文件的作用。