# 图分析说明文档

目录

概述1

选取数据集

流程及框架

运行环境

必做项说明1

根据用户指定计算最短路径

根据用户指定计算最小生成树

根据用户指定（边阈值）计算图的连通分量

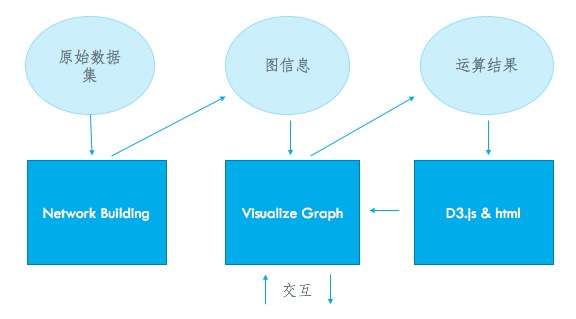
选做项说明4

网络图的构建

可视化分析

### 概述

* 选取的数据集：豆瓣影评数据。
* 框架及流程



我们的图分析程序主要由三部分构成。

首先是用C++进行网络图的构建（NetworkBuilding），由于该部分占用较多的时间和空间资源，在得到结果文件（”output/network.csv”）后就不再运行。

然后用C++进行核心算法的实现（VisualizeGraph)，并且将计算得到的结果输出到json文件。

最后用QT和D3实现算法的可视化，QT主要用于接受用户的输入，D3实现了图的可视化。

* 程序运行环境：Mac

### 必做项说明（核心算法的实现）

由于全图较为稀疏，因此采用邻接表存储。每个节点存储所有关联边的编号，同时每条边也存储所有关联节点的编号。设总节点数目为n，总边数为e。

### 根据用户指定计算最短路径

最短路径采用Dijkstra算法，最小生成树采用Prim算法，两种算法本质上都是优先级搜索，不同点在于优先级计算方式不同，因此程序中统一采用优先级搜索PFS进行实现。

**单连通域优先级搜索（PFS）的实现算法**

1. 所有节点处于未访问状态，所有节点的优先级数都为最低。维护一个优先级队列，将搜索的起始节点的一个拷贝加入队列。
2. 如果优先级队列为空，则搜索完毕。否则，从优先级队列中弹出优先级最高的节点，如果发现该节点拷贝对应的原节点已经被访问，则舍弃该节点；否则访问原节点。转3。
3. 更新原节点的所有邻居节点的优先级数，并且将那些优先级发生了更新的邻居节点的拷贝加入到优先级队列（此处采用懒惰删除策略，尽管优先级队列中可能出现同个节点的多个拷贝，但是第2步保证了只对同个节点访问一次，其他拷贝会被自动舍弃）。至此，当前节点访问完毕。转2。

**多连通域优先级搜索（pfs）的实现算法**

多连通域的优先级搜索（pfs）只要遍历所有的节点，从每个尚未访问的节点出发进行一次单连通域优先级搜索即可，因此总的时间复杂度为O(n+e)。

**最短路径的Dijkstra优先级更新器**

由Dijkstra算法知，通过节点u去更新节点v的优先级的公式如下。

**边的权重说明**

网络图构建（NetworkBuilding）中得到了两个用户之间的关系权重,取其中最大者记做。

则在计算最短路径或者计算最小生成树中的边权重时采用如下公式。

通过这种方式计算出的最短路径，保证是通过那些关系较为密切的用户找到的一条最短路径，这与我们平常的逻辑较为吻合。

### 根据用户指定计算最小生成树

**最小生成树的Prim优先级更新器**

由Prim算法知，通过节点u去更新节点v的优先级的公式如下。

其余算法与计算最短路径相同，不再赘述。

### 根据用户指定（边阈值）计算图的连通分量

用户可以设定两个阈值，一个是用户关系的总阈值,另外一个是用户评分相似度的阈值。

每个连通域通过编号来区分。

**算法**

1. 从网络构建后的结果文件中删去所有边的权重小于或者小数部分小于的边，构建出一个图。
2. 从某个未访问的节点v出发，设定其就是自身的编号。其所有邻居节点的和v相同，再从其邻居节点出发进行同样的访问。本质上是深度优先搜寻。搜索完毕后转3。
3. 如果全图存在尚未访问的节点v，则转2。否则全图已经访问完毕。

因此总的时间复杂度为O(n+e)。

### 节点的中心度

介数中心度的算法

1. 初始时所有结点的介数中心度=0
2. 对所有结点s进行下列操作：
   1. 若s为孤立点，则跳过；
   2. 否则，以s作为源点，调用Dijkstra算法求得s到所有结点（例如结点t）的最短路径,每条最短路径Pst上除了s和t之外的所有结点的介数中心度加一。
3. 由于介数中心度在路径Pst和路径Pts中被重复计入，因此每个结点的介数中心度除以2。

紧密中心度的算法

对所有结点s进行下列操作：

* 1. 若s为孤立点，则跳过；
  2. 否则，以s作为源点，调用Dijkstra算法求得s到所有结点（例如结点t）的最短路径。求s到其所在连通域的所有结点最短路径的平均值。该平均值越小，该结点越紧密。

算法效率分析

算法的主要瓶颈在于Dijkstra算法，由于使用了优先级队列，因此每次Dijkstra算法的时间复杂度都是O(nlogn)。共调用n次，故总的时间复杂度为O(n2logn)。

### 选做项的说明

## 网络图的构建

**用户关系的定义**

假如两个用户A、B有看过相同的电影，则二者之间存在一条边。

该边的权重=共同看过的电影数目+评分近似程度

由于A看过的所有电影的平均分介于[0,10.0]，因此定义

从而将他们的平均分之差（范围为[0,10]）映射到评分相似度（范围为[0.1,0.9])

**网络图的构建算法**

1. 首先从Movie.csv中读入电影名称+评分，采用哈希表（QHash）存储电影，保证同样名称的电影只被加入一次。
2. 从User.csv中读入电影名称+用户名称，同样采用哈希表存储用户，每个用户看过的电影用集合（QSet）存储。同时将每个用户存入该电影的评论者中。
3. 对所有用户进行一次遍历，分别计算他们各自看过的电影的平均分。
4. 对所有的电影进行一次遍历，将每部电影的所有评论者两两关联。
5. 输出所有的关联边的两个端点和权重。

**时间复杂度分析**

设电影数目为,一部电影最多的评论者为,全图的边数为M

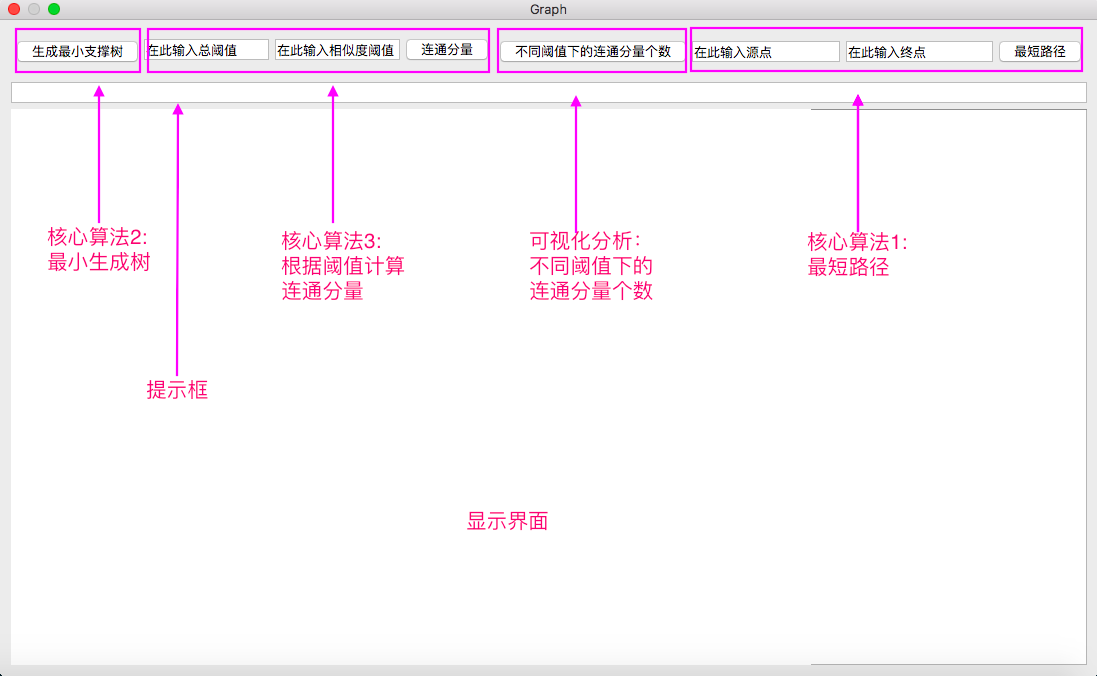
各个步骤的时间复杂度分别为

|  |  |
| --- | --- |
| 步骤 | 时间复杂度 |
| 1 |  |
| 2 |  |
| 3 |  |
| 4 |  |
| 5 |  |

从上表中可以发现，第4部是该算法主要消耗时间和空间的步骤。

## 可视化分析

1. 界面简介



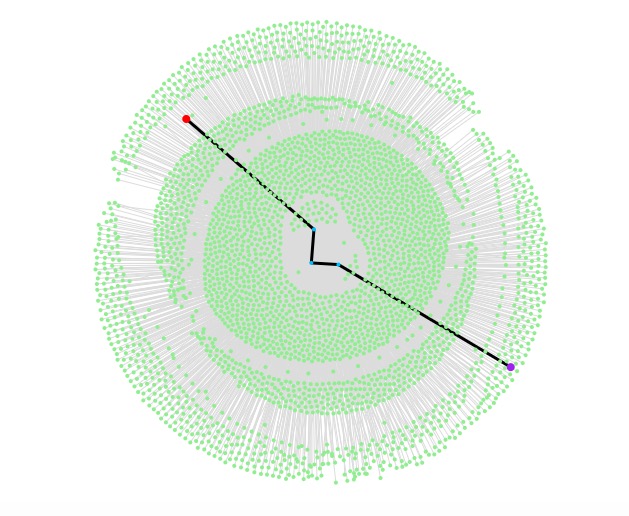
1. 最小生成树可视化结果



注：只保留非孤立点的节点以加快d3的显示速度。

橙色点表示度数大于100的点，蓝色点表示度数大于10小于100的点

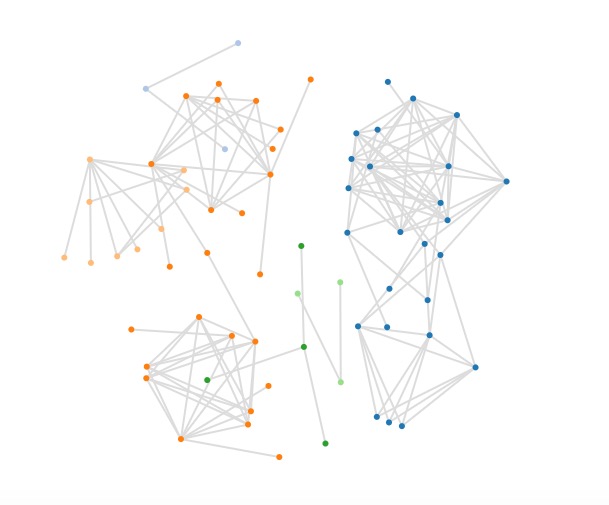
1. 最短路径可视化结果



注：只保留最短路径以及和最短路径相邻的节点。

红点为起点，紫点为终点，蓝点为最短路径上的点，加粗的边即最短路径。

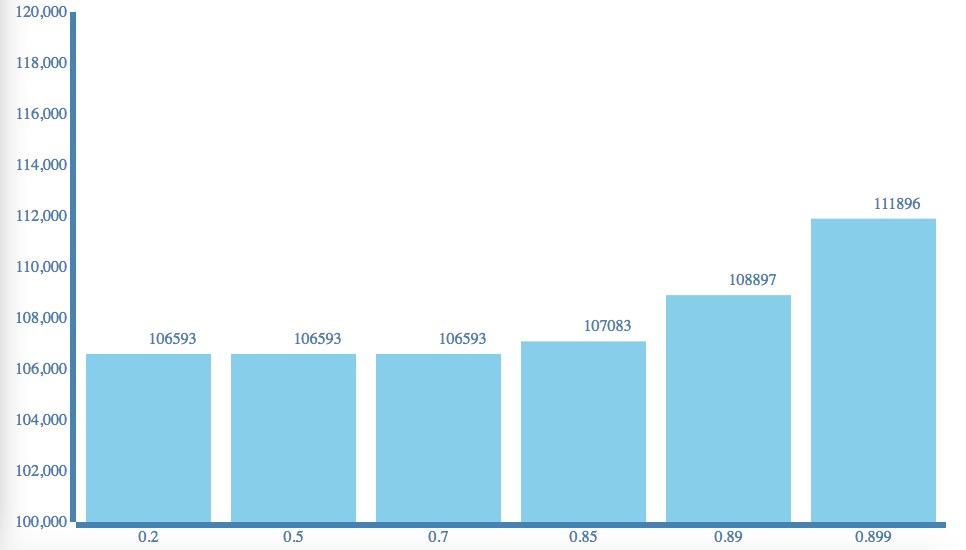
1. 给定阈值下的连通分量可视化结果



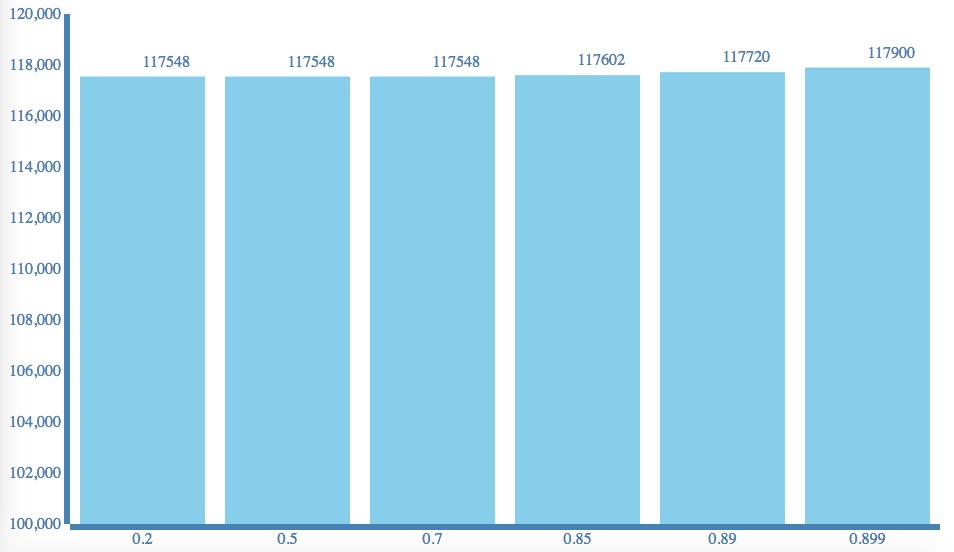
此为总阈值为30，相似度阈值为0.894时的连通分量图。不同颜色代表不同连通支。

1. 连通分量随阈值 变化情况





（总阈值为3）



（总阈值为15）

柱形图显示在总阈值给定（通过按钮进行选择）的情况下相似度阈值与连通分量之间的关系。总阈值（整数部分）主要影响两个用户之间共同看过的电影数目，相似度阈值（小数部分）影响两个用户看过的电影的评分相似度。

由图可得：

1. 相同总阈值情况下，相似度阈值越大，连通分量个数越大；
2. 相同相似度阈值下，总阈值越大，连通分量个数越大；
3. 总阈值小的情况下，相似度阈值影响更大。
4. 总阈值在大于8之后，连通分量个数随总阈值变化程度较小。