复杂网络作业

**实验目的**：以Wiki vote投票网络以及ER图、SW图和真实的合作网络数据集为例，学习网络的基本分析方法

**实验报告**：姓名、学号、正文部分主要包括实验过程、实验结果及实验代码，适当排版。电子版提交到QQ信箱：[905966250@qq.com](mailto:905966250@qq.com)。**提交时间**：10月30日（星期二）前。纸质版最后期末前提交，以备存档。

**分数：**10分或15分，待定。

**0. 实验准备.** 以下两种分析工具为可选：如果使用python，请先安装。

（1）安装SNAP网络分析工具。推荐使用Snap.py for Python，也可以使用SNAP for C++。软件下载地址分别为：

Snap.py for Python (available from http://snap.stanford.edu/snappy/).

SNAP for C++ (available from http://snap.stanford.edu/snap/download.html)

SNAP for python在线使用手册：<http://snap.stanford.edu/snappy/doc/tutorial/index-tut.html>

（2）Networkx网络分析工具，Python语言。基本使用方法可参见Networkx的在线手册：<https://networkx.github.io/documentation/stable/index.html>

**1. Wikipedia vote网络的基本分析**：

数据集下载地址：<http://snap.stanford.edu/data/wiki-Vote.html>

使用分析工具加载Wikipedia voting 网络。该网络为有向图。节点集合V，边集E，边(a, b)表示用户a投票给用户b。

**计算并打印如下统计结果：**

（1）网络中的节点数量

（2）网络有自环的节点数量，即求满足如下条件的节点的数量：节点，有

（3）网络中有向边的数量，即求满足如下条件的边的数量：有序边

（4）网络中无向边的数量，即求满足如下条件的边的数量：无序对或者。如果(a,b)和(b,a)都为边，则只记一次无向边。

（5）网络中的互惠边的数量，即求满足如下条件的边的数量：并且。

（6）出度非零的节点数量

（7）入度非零的节点数量

（8）出度大于10的节点数量

（9）入度小于10的节点数量

2.

（1）ER图：生成n=5242个节点以及m=14484条边的随机图。可以自己写代码，也可以使用SNAP或Networkx函数。

（2）SW随机网络，从n=5242个节点的环形网络开始，加上节点连成圆圈，每个节点连接其直接的两个邻居（例，节点399连接398和400），此时共有5242条边。接下来，连接每个节点到其邻居的邻居（例，节点399连接397和401），这又会多出5242条边。最后随机选择未连接的4000对节点，在他们之间增加连边。此时一共有5242\*2+4000=14484条边。可以自己写代码，可以调用SNAP或Networkx函数。

（3）真实合作网络：下载无向网络http://snap.stanford.edu/data/ca-GrQc.txt.gz.

该数据集是arXiv库中广义相对论和量子宇宙方面的论文作者之间的关系。两个作者如果有共同合作论文，则二者之间有边向量。注意有些边在数据集中可能出现两次。去掉重边和自环后，共有5242个节点和14484条边。（注意，当使用SNAP的LoadEdgeList函数时，重边会自动忽略，但需删除自环的边）。

**问题：**在对数坐标系下，画出网络中节点的出度分布。图中每个数据点(x,y)，其中x是出度的大小，是正整数，y是出度为x的节点的数量。（最好将x的范围限定在最大和最小出度之间。）对于对数坐标系，x和y轴使用10的幂次做单位。