

第七章社会网络分析

授课教师：吴翔

邮箱：wuhsiang@hust.edu.cn

2018 年 11 月 2 日

- 1 社会网络分析概述 (2 个课时)
- 2 社会网络主要分析角度 (4 个课时)
- 3 案例 (2 个课时)

Section 1

社会网络分析概述 (2 个课时)

课程存储地址

- 课程存储地址: <https://github.com/wuhsiang/Courses>
- 资源: 课件、案例数据及代码



图 1: 课程存储地址

参考教材

- 斯坦利·沃瑟曼, 凯瑟琳·福斯特. 社会网络分析: 方法与应用. 北京: 中国人民大学出版社. 2012. (注: 对应英文版于 1996 年出版)
- 托马斯. 社会网络与健康: 模型、方法与应用. 北京: 人民卫生出版社. 2016.
- 埃里克·克拉泽克, 加博尔·乔尔迪. 网络数据的统计分析: R 语言实践. 西安: 西安交通大学出版社. 2016.

本节知识点

- 社会网络的基本概念
- 社会网络的符号表示
- 基本社会网络结构
- 社会网络分析软件

社交网络时代

IT → 联系便利 → 社交网络时代



图 2: 社交网络时代

社会网络与健康



图 3: 社会网络与肥胖

- 哪种饮食结构/生活习惯会让人变胖?
- 肥胖会“**传染**”吗?

社会网络与健康 (续)



图 4: 社会网络与抑郁

- 哪种特质的人更容易抑郁?
- **社会支持**是否有助于改善抑郁?

社会网络与健康 (续)



图 5：社会网络与卫生服务能力提升

- 医联体模式是否有助于提升基层医疗机构的卫生服务能力？

社会网络视角

- 行动者之间的关系是主要的，行动者的属性是次要的
- 行动者和他们的行动被视为相互依赖的，而不是相互独立的自治体
- 行动者之间的联系是信息和资源的流动通道
- 个体的网络模型将网络结构环境视为个体行动的机遇或限制
- 网络模型将（社会、经济、政治、情感等）结构概念化为行动者之间关系的稳定形式

7.1.1 基本概念

社会网络分析 (social network analysis, SNA) 的关键概念:

- 行动者: 社会网络分析中的社会实体被称为行动者, 包括个体、企业、民族国家等。
- 关系连接: 行动者通过社会关系彼此相连。这些联系包括: 评价、资源传输、行为互动等。联系存在于特定的成对行动者之间。
- 关系: 群体成员间某种类型的联系的集合。
- 社会网络: 行动者 (人、组织等), 及其之间关系的集合

其它关键概念还包括: 二元图、三元图、子群、群。

基本特征

SNA 的基本特征 (Freeman 2004):

- 考虑整个网络结构
- 论证网络结构如何影响个体行为
- 运用图表展示
- 运用数学的形式

7.1.2 社会网络数据

社会网络数据包括：

- 行动者集合
- 社会关系
- 行动者属性

社会网络数据的**符号表示**包括：

- 图论
- 社会计量

图论符号表示法

图 $G = (N, L)$ 由节点的集合 N 和边的集合 L 所定义。

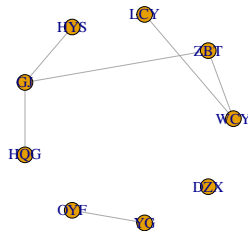
表 1: 社会网络与图论的对应关系

社会网络	图
行动者	节点
社会关系	边

图论符号表示法中，可以采用节点集合和边列表来表示社会网络数据。

图论符号表示法 (续)

- 行动者集合 $G = \{\text{王重阳, 林朝英, 黄药师, 欧阳锋, 洪七公, 段智兴, 周伯通, 郭靖, 杨过}\}$
- 社会关系集合 $L = \{< \text{王重阳, 周伯通} >, < \text{王重阳, 林朝英} >, < \text{黄药师, 郭靖} >, < \text{洪七公, 郭靖} >, < \text{周伯通, 郭靖} >, < \text{欧阳锋, 杨过} >\}$



社会计量符号表示

- **社会计量** (sociometric): 由人以及被度量的人与人之间的情感关系组成的社会网络数据集合, 旨在研究一群人中积极和消极的感情关系。
- **社会关系矩阵**: 邻接矩阵, 对应于量化行动者之间的社会关系图。

邻接矩阵

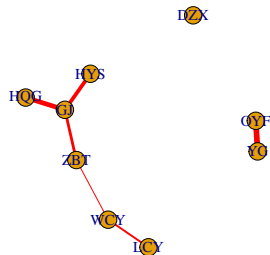
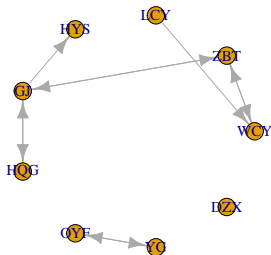
	WCY	ZBT	LCY	HYS	GJ	HQG	OYF	YG	DZX
WCY	0	1	1	0	0	0	0	0	0
ZBT	1	0	0	0	1	0	0	0	0
LCY	1	0	0	0	0	0	0	0	0
HYS	0	0	0	0	1	0	0	0	0
GJ	0	1	0	1	0	1	0	0	0
HQG	0	0	0	0	1	0	0	0	0
OYF	0	0	0	0	0	0	0	1	0
YG	0	0	0	0	0	0	1	0	0
DZX	0	0	0	0	0	0	0	0	0

其它情形

- 有价值关系
- 有向关系
- 多重关系
- 网络动态性

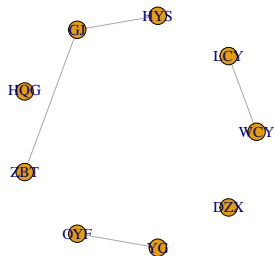
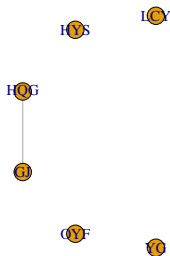
有向图/有值图

- 有向图
- 有值图 (含权图)



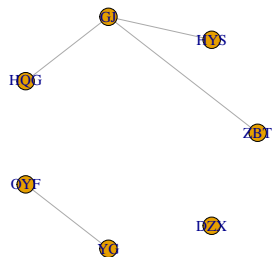
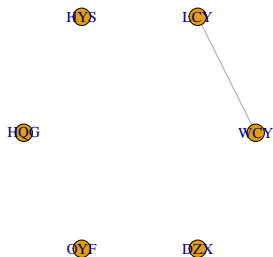
多重关系

- 师门关系
- 家庭关系



网络动态性

- 前 30 年
- 后 30 年



7.1.3 主要网络模型

参照网络模型：

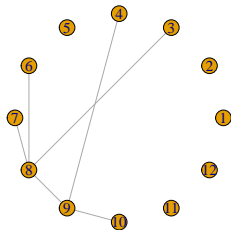
- 随机网络
- 规则网络

现实网络模型：

- 小世界网络
- 无标度网络（优先连接网络）

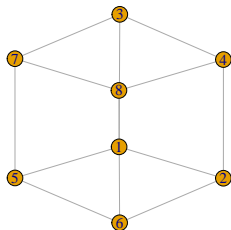
随机网络

- 基本假定：节点之间的边是随机构建的。
- $G(n, p)$ 模型：图 G 有 n 个节点, $\binom{n}{2}$ 条边以 p 的概率随机连接。



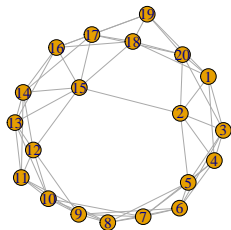
规则网络

- 基本假设：每个节点的度是常数 c



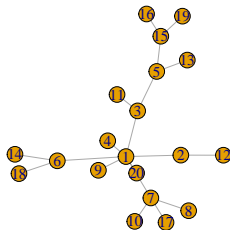
小世界网络

- 基本问题：社会网络中两个节点之间传递信息将需要几个步骤？
- 基本假设：大多数节点几乎没有联系，但任意两个节点之间的距离都比预期的短
- 特点：这个世界真小啊！“六度分割”理论



无标度网络

- 基本问题：加入现有网络时，行动者对要联系的人有偏好吗？
- 基本假设：行动者更喜欢连接到网络最中心的位置
- 特点：“富者愈富”



7.1.4 社会网络分析软件

常用分析工具:

- UCINET
- Pajek
- NetMiner
- STRUCTURE
- MultiNet
- StOCNET

新兴分析工具

- Python-NetworkX
- R-igraph

本课程采用 igraph 包进行演示。

Section 2

社会网络主要分析角度 (4 个课时)

本节知识点

- 图论
- 中心性与声望
- 结构平衡和传递性
- 凝聚子群
- 结构等价

子图

- 子图: 若 $G_s = (N_s, L_s)$, 且 $N_s \subset N$ 、 $L_s \subset L$, 那么 G_s 是 G 的子图
 - 点导出子图
 - 边导出子图
- 二元图: 包含两个节点的点导出子图
- 三元图: 包含三个节点的点导出子图

中心性与声望

- 基本问题：如何识别社会网络中“**最重要的**”角色？
- 中心性测度的**有效性**
 - 我们是否能够捕捉到实质上所要表示的“重要”？
 - 先有理论基础，再进行量化
- 中心性与声望
 - 中心性：行动者参与其中，适用于无向关系和有向关系
 - 声望：行动者作为接受者，适用于有向关系
 - 情境（关系本身的性质）：讨厌（接受者，负面）、给出建议（发送者）

中心性度量

无向关系的社会网络中，主要的三种中心性度量：

- 度中心性
- 接近中心度
- 中介中心度

度中心性

$$\underbrace{d(n_i)}_{\text{degree}} = \underbrace{\sum_j x_{ji}}_{\text{indegree}} = \underbrace{\sum_j x_{ij}}_{\text{outdegree}}.$$

$$C_D(n_i) = \frac{d(n_i)}{g-1} \quad (1)$$

接近中心度

$$C_C(n_i) = \frac{g - 1}{\sum_{j=1}^g d(n_i, n_j)}. \quad (2)$$

中介中心度

$$C_B(n_i) = \frac{\sum_{j \leq k} g_{jk}(n_i) / g_{jk}}{(g-1)(g-2)/2}. \quad (3)$$

网络属性

- 度分布
- 聚类系数
- 平均路径长度

Section 3

案例 (2 个课时)

本节知识点

- SNA 与文献分析
- SNA 与健康行为分析

医学领域案例：文献分析

- 李杰. CiteSpace 中文版指南.

[http://cluster.ischool.drexel.edu/~cchen/citespace/manual/CiteSpaceChinese.pdf%5BEB/OL%5D%5B2018-09-05%5D.2015.](http://cluster.ischool.drexel.edu/~cchen/citespace/manual/CiteSpaceChinese.pdf%5BEB/OL%5D%5B2018-09-05%5D.2015)

医学领域案例：行为分析

参考文献

Freeman, Linton C. 2004. "The Development of Social Network Analysis: A Study in the Sociology of Science."