

基于社会网络分析的高校教师 科研合作关系研究

孟佳娜^a, 孙雪莲^b, 云 健^a

(大连民族学院 a. 计算机科学与工程学院; b. 理学院 辽宁 大连 116605)

摘 要: 以高校教师科研论文合作关系为研究对象, 并以教师合作发表论文数据为例, 构建了科研论文合作网络, 利用 Pajek 和 Ucinet 软件对论文合作关系进行了分析, 并以社会网络分析方法为基础对网络的整体特性、子网特征及结点的中心性进行了研究。

关键词: 社会网络分析; 度; 子网; 聚类系数; 平均距离

中图分类号: G350 文献标志码: A

DOI:10.13744/j.cnki.cn21-1431/g4.2015.05.023

Study on Science Research Co-authorship of University Teachers Based on Social Network Analysis

MENG Jia-na^a, SUN Xue-lian^b, YUN Jian^a

(a. College of Computer Science and Engineering; b. College of Science,
Dalian Nationalities University, Dalian Liaoning 116605, China)

Abstract: Taking the co-authorship of the science research paper of university teachers as a research object, and the teachers' published cooperative paper data as an example, this paper constructs the cooperative science research paper network. Then the paper co-authorship by using the Pajek software and the Ucinet software analyzed. Furthermore, we study the overall characteristics of the network, subnet and node centrality based on social network analysis method.

Key words: social network analysis; degree; subnet; clustering coefficient; average distance

目前,我国科研合作活动的范围和规模不断发展和增长。美国社会学家 Zuckerman^[1]、科学计量学家 Glanzel 和 Czerwon 等^[2]的研究结果表明,科研合作已成为科研研究成果增长和创新的强劲动力。科学研究中的合作关系日益成为影响科学发展的重要因素。社会网络分析是对社会网络的关系结构及其属性加以分析的一套规范和方法,主要分析的是不同社会单位(人、社区、群体、组织或国家等)所构成的社会关系的结构及其属性^[3]。本文以大连民族大学理工类专业教师所发表的科研论文为例,对其合作网络进行可视化,并以社会网络分析方法为基础分析教师科研合作网络的学

术合作现状和特点。

1 教师科研合作关系

研究作者之间的合作关系是研究科研合作现象的主要方法,合作关系的形成有很多种,例如项目合作、论文合作、实验合作等形式。其中科研论文合作是高校科研合作的重要形式,同时论文合作的数据也比较容易获取和统计。目前,国内外关于科研合作的研究重点主要集中在合作网络结构及其对于合作关系影响等方面。Leydesdorff 等人^[4]比较了社会网络分析中的中心度、中介度和接近中心度三种指标在科研合作中的影响力,并

收稿日期: 2014-10-30

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61202254); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(DC201502030202, DC201502030405)。

作者简介: 孟佳娜(1972-),女,吉林四平人,教授,博士,硕士生导师,主要从事数据挖掘及复杂网络研究。

且验证了中介度在寻求新的合作者中的作用。李文娟等^[5]利用社会网络分析软件 Ucinet 从中心性、子群、结构洞 3 个角度研究了 1998 - 2011 年《中国图书馆学报》合著网络的特点。孟微等^[6]以情报理论与实践合著网络为例,使用 Pajek 软件进行可视化并进行了分析。邱希美等^[7]以社会计算领域文献为数据源,分析了三个典型的持续发展合作网络的演化过程。

以上研究主要集中在某个学科或领域范围内,缺少以某个高校为背景的分析和研究。本文主要采用社会网络分析方法,以大连民族大学理工类专业教师合作发表的科研论文为原始数据,运用社会网络分析工具和软件,构建合作网络图,并从网络整体特征、子网特征和中心性等方面对该网络特征进行分析,最终综合这些数据得出网络分析的结论。

2 社会网络分析工具

目前,社会网络分析工具有很多种,典型工具为 Ucinet、Pajek、SPSS 等,已有很多成果利用这些工具对科研领域的合作关系进行识别。

Pajek 是一个为处理大数据集而设计的网络分析和可视化程序,Pajek 可以分析多于一百万个结点的超大型网络。Pajek 提供了多种数据输入方式,例如,可以从网络文件(扩展名 Net)中引入 ASCII 格式的网络数据。Pajek 具有很强的图形功能,可以在屏幕上画出二维和三维图,也可以方便的调整图形以及指定图形所代表的含义。Pajek 只包含少数基本的统计程序。

Ucinet 经常被用于处理社会网络数据和其他相似性数据的综合性分析,它能处理 32767 个网络结点。与 Ucinet 捆绑在一起的还有 Pajek、Mage 和 NetDraw 等三个软件。Ucinet 能够处理的原始数据为矩阵格式,并提供了大量数据管理和转化工具。Ucinet 包含大量包括探测凝聚子群和中心性分析在内的网络分析程序,该软件能够很好地分析数据,以及数据之间的关联性。

3 大连民族大学理工类教师科研合作关系网络构建与分析

3.1 教师合作网络构建

为了分析教师的科研合作关系,使用了大连民族大学 2012 - 2013 两年理工类专业教师发表论文的数据,对原始的数据进行了处理,只选择大连民族大学教师之间的合作数据,排除了教师与

校外人员进行合作的数据。经过以上处理和计算,2012 年共有 235 位教师发表了科研论文,2013 年共有 255 位教师发表了科研论文。我们对教师构造合作矩阵,继而利用可视化工具 Pajek 对上述合作矩阵绘制合作网络图,由于教师之间的关系是相互的,因此在网络中选择无向图较为合适,利用上述方法建立的教师合作网络图如图 1、图 2。在此网络中每一个结点代表一个教师,教师间的合作关系以连接的边来表示。

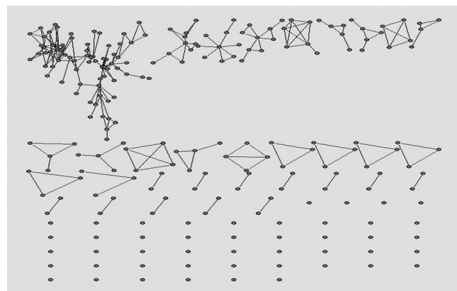


图 1 2012 年科研论文合作关系图

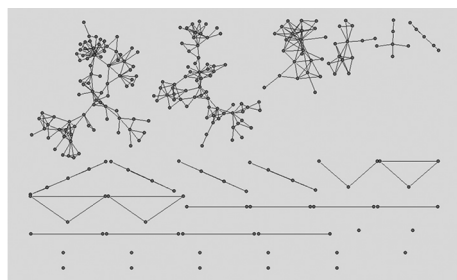


图 2 2013 年科研论文合作关系图

2012 - 2013 年理工类专业教师论文合作情况见表 1,从该表中可以看出某篇论文作者数只有 1 个的论文数量 2012 年为 181 篇,2013 年为 73 篇,有 2 位作者的论文数量 2012 年为 97 篇,2013 年为 81 篇,有 3 位作者的论文数量 2012 年为 80 篇,2013 年为 96 篇,有 4 位作者的论文数量 2012 年为 15 篇,2013 年为 31 篇,其它作者数所占比例较小,可见 2012 年单独发表论文的作者数在当年的比例最高,而到 2013 年有 3 位作者数所占比例最高,由此发现教师在科研工作中越来越倾向于团队合作。

表 1 2012 - 2013 年理工类专业教师论文合作情况

作者数	2012 年论文数量	所占比例/%	2013 年论文数量	所占比例/%
1	181	48.011	73	24.415
2	97	25.729	81	27.090
3	80	21.220	96	32.107
4	15	3.979	31	10.368
5	3	0.796	17	5.686
6	1	0.265	1	0.334

2012 - 2013 年理工类专业教师论文合作网络结点度分布情况见表 2 ,网络中结点的度值表示某个作者与其他教师合作过的人次数 ,例如度为 2 表示某位教师与其他 2 位教师有过科研论文合作。从表 2 中可以看出 2012 年度数为 1 的作者数最多 ,2013 年度数为 2 的作者数最多 ,综合两年的结果 ,度数为 1、2、3、4 的作者相对较多。2012 年度数最大的结点度为 11 ,而 2013 年度数最大的结点度为 21 ,说明教师有与更多的教师进行科研合作的发展趋势。

表 2 2012 - 2013 年合作网络结点度分布情况

结点度数	2012 年结点数	所占比例 /%	2013 年结点数	所占比例 /%
0	46	19.574	13	5.098
1	57	24.255	48	18.824
2	54	22.979	67	26.275
3	37	15.745	35	13.726
4	11	4.681	32	12.549
5	10	4.255	14	5.490
6	8	3.404	14	5.490
7	6	2.553	12	4.706
8	1	0.426	7	2.745
9	2	0.851	7	2.745
10	2	0.851	3	1.176
11	1	0.426	0	0
13	0	0	1	0.392
15	0	0	1	0.392
21	0	0	1	0.392

3.2 网络结构特点分析

3.2.1 合作网络整体结构特征

为了分析合作网络结构特点 ,采用 Ucinet 软件对合作网络的若干特征进行了计算 ,网络整体计算结果见表 3。

表 3 网络结构整体数据

序号	网络描述	2012 年结果	2013 年结果
1	平均度	2.191	3.306
2	密度	0.009	0.013
3	平均距离	4.777	4.536
4	直径	12	10
5	聚类系数	1.453	1.947

社会网络是复杂网络的一种 ,所以一些复杂网络的理论和研究方法也适用于社会网络分析的研究。例如复杂网络中的小世界效应、无标度网络特性、聚类系数属性等^[8]。2012 年教师合作关系网络图的聚类系数为 1.453 ,结点平均距离为 4.777 ,网络直径为 12 ,2013 年教师合作关系网络

图的聚类系数为 1.947 ,结点平均距离为 4.536 ,网络直径为 10 ,可见 ,教师合作关系网络图的聚类系数较大 ,结点平均距离较小 ,满足小世界的特点。显而易见的是如果一个论文合作网络具有小世界网络的特征 ,那么新的理论思想、科研方法在合作网络中的传播是迅速的 ,这样将有助于加强科研工作者之间的沟通 ,这对于科研工作来说无疑是非常有利的。综合 2012 - 2013 年的数据 ,我们发现结点的平均度加大 ,平均距离减少 ,说明教师与其他教师的合作更广泛 ,聚类系数增大 ,说明教师的团队合作意识有所增强 ,对整个学校的学术、科研水平的提高提供了数据上的佐证。

3.2.2 网络中个体特征分析

从作者个体角度给出了合作网络中度数排名前 12 位作者的信息见表 4 ,同时也列举了作者的中介中心度值排名 ,中介中心度用来衡量某个结点 C 的传播能力 ,即信息要想从结点 A 传达到结点 B 在多大程度上依赖于结点 C。从表 4 中可以看出 ,度值高的教师在 2012 和 2013 年都是序号为 41 的教师 ,从其中介中心度来看 ,其排名分别为 3 和 2 ,这说明该教师在合作网络中具有很重要的传播作用 ,在整个网络中对教师之间的合作关系具有较高控制作用。进一步观察可以发现 ,2013 年度数排名第 2 的教师其中介中心度排名为 36 ,这说明该教师虽然具有较高的科研成果 ,但其在网络中的传播能力一般 ,因此其他教师通过他来获得与更多相关教师合作的可能性较小。说明其在自己的专业领域具有一定的作用 ,但不具备跨学科的知识传播能力。

表 4 论文合作网络个体属性分析

度数排名	2012 年作者序号	2012 年中介中心度排名	2013 年作者序号	2013 年中介中心度排名
1	41	3	41	2
2	33	2	116	36
3	148	5	148	4
4	26	20	7	21
5	17	17	50	8
6	42	14	122	70
7	16	24	15	30
8	24	25	17	25
9	66	7	42	64
10	84	49	65	29
11	88	1	66	18
12	31	31	121	75

3.2.3 子网结构分析

根据图 1 和图 2 可以看到 ,教师合作网络是一

个非连通网络,表 5 给出了结点个数排名前 5 位的子网的数据情况。2012 年的教师科研合作网络中最大子网拥有结点 75 个,包括了结点度排名前 12 位中的 11 个结点,这些结点中的教师分属于生命科学学院、环境与资源学院两个学院。而其它子网包含的结点数比较少,与最大的子网相比没有形成规模,可见 2012 年教师的科研合作集中在某一个网络中,教师进行交叉学科的科研合作较少。

表 5 子网情况

序号	2012 年子网 结点数	2012 年结点 数占比	2013 年子网 结点数	2013 年结点 数占比
1	75	31.915	82	32.157
2	10	4.255	68	27.451
3	9	3.830	23	9.020
4	9	3.830	13	5.098
5	7	2.979	6	2.353

2013 年的教师科研合作网络中最大子网拥有结点 82 个,包括了结点度排名前 12 位中的 7 个结点,这些结点中的教师分属于生命科学学院、环境与资源学院两个学院。进一步观察排名第 2 位的子网有 68 个结点,该子网包含的教师分别来自机电信息工程学院、计算机科学与工程学院、信息与通信工程学院、理学院和环境与资源学院等学院,可见第 2 个子网包含了更多跨专业的学院。对于 2013 年规模排第 3 位的子网,其教师均来自物理与材料工程学院,其它更小的子网基本都来自相同的学院。

根据各自组成结构的特点和以上的分析可以发现,所有的子网大致可以分为二类。第一类子网的代表是 2012 年的最大子网,即整个网络中合作程度最高的团队。网络组成人员都来自相近的学科和专业,交叉研究较少。这类网络在科研团队建立和学术交流方面能够起到积极的推动作用,但也由于自身的网络结构受到了一定的限制。第二类子网的代表是 2013 年结点数排名第 2 位的子网,从组成结构来看,度数排名最高的 4 位核心作者来自不同的学院,由此可见 4 位核心作者的合作带动了多个不同专业的广泛合作,这类组成人员多,合作关系相对复杂的子网在科研活动中可以扩大合作范围,拓宽研究领域,加强不同专业的教师之间的学术交流,对新成果、新思想的传播有着极大的促进作用。

从两年的对比数据来看,2012 年科研团队以生命科学学院和环境与资源学院两个学院的教师为主,在最大的子网中教师进行科研合作的比例

较大,而跨专业和学科的交叉研究较少。而 2013 年则出现了以其他学院教师为主的一些科研团队,可见,科研合作的团队呈现更广泛的发展,这对于学校的科研水平和成果向多元化、全面化发展提供了数据上的保证。

5 结 论

本文采用社会网络分析方法从网络个性属性、整体属性的角度分析了大连民族大学理工类教师论文合作网络的特点,并得出以下结论和规律:

(1) 论文合作网络是非连通的网络,具有多核网络结构,每一个网络都存在一些小团体。

(2) 论文合作网络具有比较明显的小世界效应,核心结点具有高度值和高中介性的特点。

(3) 子网络主要分为两类,一类合作网具有明显的内部核心网特点,核心结点大多来自相关专业。另一类网络核心元素大多数来自于不同专业,这些结点在网络连接上起到了一定的作用,跨学科的合作呈现逐步增加的趋势。

参考文献:

- [1] ZUCKERMAN H A. Patterns of Name Ordering Among Authors of Scientific Papers: A Study of Social Symbolism and Its Ambiguity [J]. American Journal of Sociology, 1968, 74(3): 276 - 291.
- [2] GLANZEL W, CZERWON H J. A New Methodological Approach to Bibliography Coupling and Its Application to National Regional and Institutional Level [J]. Scientometrics, 1996, 37(2): 195 - 221.
- [3] 林聚任. 社会网络分析: 理论、方法与应用 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2009: 49 - 50.
- [4] LEYDESDORFF L, ABBASI A, HOSSAIN L. Betweenness Centrality as A Driver of Preferential Attachment in the Evolution of Research Collaboration Networks [J]. Journal of Informetrics, 2001(6): 403 - 412.
- [5] 李文娟, 牛春华. 社会网络分析在合著网络中的实证研究——以《中国图书馆学报》为例 [J]. 现代情报, 2012, 32(10): 153 - 158.
- [6] 孟微, 庞景安. Pajek 在情报学合著网络可视化研究中的应用 [J]. 情报理论与实践, 2008, 31(4): 573 - 575.
- [7] 彭希美, 朱庆华, 沈超. 基于社会网络分析的社会计算领域的作者合作分析 [J]. 情报杂志, 2013, 32(3): 93 - 100.
- [8] 赖吉平. 基于社会网络分析方法的中国计算机领域科研论文合作规律探析 [D]. 南昌: 江西师范大学, 2012.

(责任编辑 王楠楠)