

A Study on the Formation Mechanism of Dissemination Force in Virtual Social Network from the Angle of Node Centrality

Peixiang Sun, Jie Peng

Economics and Management School, Wuhan University, Wuhan
Email: spxsunshine@163.com

Received: Dec. 3rd, 2014; revised: Dec. 20th, 2014; accepted: Dec. 20th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

This study investigates the formation mechanism of dissemination force and the influence models of nodes' network centrality in the virtual social network. Combining the Social Network Analysis and Tobit regression, we find that: 1) both a node's degree centrality and betweenness centrality have a positive impact on its dissemination force; 2) the closeness centrality didn't. For theory contribution, we have a clever understand of the source of member' dissemination force and the various influence models of different node centralities in virtual social network. For practice contribution, different kinds of opinion leaders can be distinguished according to different centralities in a more accurate way, so that we can make a more effective use of their dissemination force in network marketing.

Keywords

Virtual Social Network, Node Centrality, Dissemination Force, Opinion Leaders, Network Marketing

从成员中心性探究虚拟社会网络中成员传播力的形成机制

孙培翔, 彭捷

武汉大学经济与管理学院, 武汉

Email: spxsunshine@163.com

收稿日期: 2014年12月3日; 修回日期: 2014年12月20日; 录用日期: 2014年12月27日

摘要

文章从成员中心性的角度对虚拟社会网络中成员传播力的形成机制进行了探究, 通过社会网络分析和Tobit回归, 结论表明: 成员的度中心性(粉丝关注数量)和桥中心性(占据网络最短路径的数量)正向促进其网络传播力; 接近中心性(网络中成员距其他成员物理位置的远近)则对传播力无影响。理论上, 文章明确了成员所占据的网络结构位置和资源在很大程度上决定了其传播力; 实践上, 我们可以根据成员的网络中心性来更好地挖掘和识别网络领袖, 从而发挥其传播力来进行网络营销。

关键词

虚拟社会网络, 中心性, 传播力, 意见领袖, 网络营销

1. 引言

伴随着互联网从 web1.0 的计算机交互时代进入 web2.0 的用户交互时代[1], web2.0 应用飞速发展, 俨然成为当今互联网的核心构件, 互联网成为人们生活中重要的一部分, 越来越多的人参与其中, 如网络购物、社交网络等。而围绕 web2.0 的各种学术研究也方兴未艾, 在社会网络方面, 从先前人与人之间形成的现实社会网络到如今富含多重关系的虚拟社会网络也发生了较大的发展。许多企业选择基于网络进行社会化影响和网络营销, 而网络营销的关键在于寻找传播力较强的中心人物。但以往的研究多集中于在既定的社会网络结构中识别中心人物, 但许多虚拟社会网络是基于事件或事物而形成稀疏网络, 其关系结构具有较强的不稳定性[2]。那么这种新型的虚拟社会网络中成员的传播力是如何形成和发挥作用的则成为研究所要应对的关键问题。目前, 尚无专门研究对虚拟社会网络中成员传播力的形成机制进行探究, 但虚拟社区中中心人物的传播力对网络营销的实施必不可少。以往部分网络相关的研究表明成员中心性对影响力有较强的作用, 但并没有明确指出中心性的作用机制以及成员传播力的形成机制, 尤其针对虚拟社会网络的研究更是较为匮乏, 本文即利用社会网络分析的方法去解决以上问题。

具体地, 本研究从一个淘宝社区抓取社区中所有成员之间的活动数据和好友关系等; 并利用社会网络分析方法对成员的关系网络进行分析, 通过 Tobit 回归对影响成员传播力的因素进行分析。

2. 研究背景

虚拟社会网络(virtual social network)是指借助社会化媒体(social media)形成的虚拟社会关系所构建的社会网络, 虚拟社会关系(online relation)则是指主体借助社会化媒体通过社会交互与协作所形成的关联[3]。其中, 社会化媒体兴起于 web2.0 技术的发展, 用户在使用 web2.0 应用进行交互时, 产生大量的用户创造的内容(UGC), 使得 web2.0 应用具有了媒体的信息性和传播性, 即可成为社会化媒体。社会化媒体涵盖交流类的微博和博客、关系类的 QQ、兴趣类的维基百科、交易类的淘宝和阿里巴巴以及兼具交易和兴趣分享的蘑菇街等[4]。人们通过使用这些应用工具进行社会交互和协作, 产生用户创造内容并进行分享, 通过这一过程用户之间形成了虚拟社会关系。而随着交互活动和内容创造分享的不断进行, 用户之间的虚拟社会关系进一步增多和强化, 具有一定规模后构建形成了虚拟社会网络, 其中蕴含着丰富的虚拟社

会资源。

在过去的几十年里，社会网络研究在管理学领域取得诸多成果，网络研究视角的聚焦点为关系而非属性，关注交互的结构化模式而非孤立的个体[5]。网络可定义为节点的集合和节点之间连接的集合，节点之间的连接则代表着网络中存在一些关系；节点即为行动者，可以是个体、工作单位或组织。

关于虚拟社区，虚拟社区本质上即为虚拟社会网络，Stanoevka-Slabvea [6]将其分为讨论型社区、任务型与目标导向型社区、想象世界型社区以及混合型社区四类；也有学者从用户需求角度分为兴趣社区、人际关系社区、幻想社区和交易社区[7]。虚拟社会网络不同于一般的基于线下社会关系的社会网络，成员加入虚拟社区前基本上为陌生关系，信息性社会影响在网络中所发挥的作用更大[7]。

3. 文献综述和研究假设

3.1. 成员的传播力

虚拟社会网络中成员的传播力本质上为网络影响力，是社会影响力。Deutsch 等[7]最早地将社会影响力区分为规范社会影响力和信息社会影响力，其中信息影响力为使一个人接受从他处获得的信息并将其作为现实的证据的影响力。而虚拟社会网络这种因事件或事物聚集而形成的网络中成员更关注于互相之间信息的创造和分享，过往研究主要集中在网络 Hubs 和新产品扩散等方面[8] [9]。Kumar 等[10]在解释社会化媒体上和社会网络中网络个体的影响力作用时提出了顾客影响效应和顾客影响价值这两个方面和层次。具体到本文的成员传播力，我们同样将传播力界定为两个层次和维度，分别为纵向传播力和横向传播力，测量上则分别采用的浏览量和回复量。

3.2. 成员中心性及其影响模式

社会学研究者已经广泛地研究网络结构如何影响社会影响力，尽管只是在小型社会网络中。Krackhardt [11]的影响力研究表明当评估个体的网络联系对个体所施加的影响力时，不仅要计算相关行动者的数量而且要检查这些关系是如何嵌入到整个关系网络中的；Coleman [12]的研究指出，当两个相关联的个体与同一第三方当事人连接时，信息传播更加有效，且受到影响的关系最终变得更加坚实；第三方当事人创造了多余的信息流动路径，加强了两个相关行动者之间的相互信任；另外，网络中使集群相互连接的个体可能对其他个体具有更强的影响力，因为作为“中间人”他们对来自其他群体的信息具有更强的控制力。

本研究在先前研究的基础上探究虚拟社会网络中成员传播力的形成机制，并考察了成员中心性对其传播力的差异化影响模式。具体地用度中心性、接近中心性、桥中心性三种中心性来测度成员中心性。

度中心性(degree centrality)是最先出现和最简单的中心性概念，定义为节点拥有的连接数量。在虚拟社会网络中，成员的度中心性能反映围绕成员的局部网络的强连接数量，体现了连接性。信息从一个人向另一个人流动的可能性与他们之间关系的强度成正比，关系越强信息越容易传播；另外，网络中信息的传递和影响具有双向性，来自于其他关系人的信息带来利益的同时也会在反方向产生利益；网络过滤向你传递的信息，同时也引导、汇聚、合法化来自你的信息，并将其传递给他人[13]。可知，度中心性高的个体在网络中能通过较多的信息路径对与其相邻的其他个体传播信息。基于此，本文提出**假设 1：虚拟社会网络中，成员度中心性越高，其传播力越大。**

桥中心性(betweenness centrality)表示某一节点或边出现在网络中其他任意两节点间最短路径上的次数，节点出现在随机选择的两个顶点之间随机选择的最短路径上的概率越大，其桥中心性就越高。Freeman [14]引入介度作为量化社会网络中一个人在他人间沟通上的控制力。介度反映了节点在网络中的“有用性”，即节点在另外任意两个节点之间最短路径的必要性，体现了一种对社会网络中信息流动和传递的控制力。

桥中心性高的节点在网络中扮演了“中间人”的角色，起到“牵线搭桥”的作用，控制信息在网络之间的流动，影响与其相连的其他成员和不同网络模块之间的交流和沟通[15]。因此，桥中心高的节点对网络中信息的流动和传播起着重要的作用。基于此，本文提出**假设 2：虚拟社会网络中，桥中心性越高的成员，其传播力也越大。**

网络中个体之间的接近中心性(closeness centrality)可以用个体与距离所有其他个体距离之和的倒数来定义，接近中心性测度了网络中个体之间的可达性，反映了个体之间的远近程度。Newman [16]指出接近中心性可以测度从一个个体到所有其他个体循序地传播信息所需时长；Trier [17]则在数字交流网络的研究中指出接近性反映了成员能在多大程度上快速而又效率地接近该网络，以及获得信息的可能性。因此，接近中心性反映了成员的间接关系，成员距离其他网络成员的距离越近，越能更快地接触到信息资源，其信息到达其他成员的可能性也越高。据此，可得**假设 3：虚拟社会网络中，成员的接近中心性越高，其传播力越大。**

4. 研究方法

4.1. 数据

文章从某淘宝论坛中抓取数据，包括论坛成员个人信息(ID、加入时间、粉丝和关注)、帖子信息(存在天数、回复量、浏览量)等，数据周期为 2013 年 8 月 12 日至 8 月 25 日，截止至抓取结束，论坛共有 50,126 个成员，其中参与论坛虚拟社会网络构建的有 11,432 个，形成了 19,537 条关系连接；帖子和回复方面，共有 26,314 个帖子、90,357 条回复。利用 SQL server 对成员和帖子数据进行匹配，并排除信息缺失的样本，最终得到 1954 个可用帖子样本。

4.2. 模型和变量

根据前文讨论和假设，提出横向传播力模型和纵向传播力模型，分别如下：

(1) 横向传播力模型

$$\text{readNum}_{ij} = \alpha_1 \text{Day_in}_i + \alpha_2 \text{Day_existed}_j + \alpha_3 \text{Score}_i + \alpha_4 \text{Gender}_i \\ + \alpha_5 \text{Degree}_i + \alpha_6 \text{Betweenness}_i + \alpha_7 \text{Closeness}_{ii}.$$

横向传播力模型用来考察成员在论坛中传播力的广度和范围。

(2) 纵向传播力模型

$$\text{replyNum}_{ij} = \beta_1 \text{Day_existed}_j + \beta_2 \text{Day_in}_i + \beta_3 \text{Gender}_i + \beta_4 \text{Score}_i \\ + \beta_5 \text{Degree}_i + \beta_6 \text{Betweenness}_i + \beta_7 \text{Closeness}_i.$$

纵向传播力模型则用来探究成员传播力的深度和直接参与性。

其中，readNum 为帖子浏览量，反映了横向传播力；replyNum 为帖子回复量，反映了纵向传播力；Day_in 为成员加入论坛天数，Day_existed 表示帖子存在的天数；Score 表示成员在论坛中已经获得的积分，可作为衡量成员在论坛中表现的一个综合指标。

4.3. 中心性测量

根据图论的相关理论，社会网络或其他网络可方便地描绘为一个图 $G = (V, E)$ ，其中顶点组成的集合 V 代表网络中的行动者，边组成的集合 E 代表行动者之间的连接[18]。

具体到中心性的测量，度中心性即为与成员有直接连接的其他成员数量，也即是成员粉丝和关注的数量；关于节点之间的路径，有 $s \in V$ 和 $t \in V$ ，利用 $d_G(s, t)$ 表示顶点 s 和 t 之间的距离，即图 G 中任何

连接 s 和 t 的路径的最小长度, 那么根据 3.2 中的定义, 可通过式子 $C_c(V) = \frac{1}{\sum_{t \in V} d_G(v, t)}$ 来计算接近中心性[19]; 至于桥中心性, 用 $\sigma_{st} = \sigma_{st}$ 表示从 $s \in V$ 到 $t \in V$ 的最短路径的数量, 定义 $\sigma_{ss} = 1$, 用 $\sigma_{st}(v)$ 表示通过 $v \in V$ 的 s 到 t 的最短路径的数量, 则可用 $C_s(v) = \sum_{s \neq v \neq t \in V} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}}$ 来计算节点 v 的在网络中的介度[14]。具体到本研究的测算, 我们利用社会网络分析软件 Gephi 软件来描述网络并计算各个中心性。

5. 研究结果

论坛成员因共同的兴趣聚集在一起, 通过关系构建形成虚拟社会网络。利用 Gephi 对论坛虚拟社会网络进行描述, 得到关键网络属性如表 1 所示。

根据上表中的网络密度(0.000)可知, 该淘宝论坛网络为一个较为稀疏的虚拟社会网络, 而平均度中心性(1.709)、平均聚集度(0.051)和平均路径长度(7.831)同样反映了网络中成员聚集的程度较低、成员之间的距离较远, 这与前文设想较为相符, 这类基于兴趣和事件形成的虚拟网络通常表现出稀疏性和不稳定性。

根据数据特点, 本文决定利用 Tobit 回归对进行模型估计。回归前, 统一对变量进行标准化处理和相关性分析, 相关性分析证明因变量与成员中心性之间不存在相关性或相关性很低, 排除了内生性困扰; 再利用 SAS 软件对模型进行处理, 结果如表 2 所示。

根据回归结果, 从如下两个方面进行讨论:

帖子和成员基本统计因素方面: (1) 成员加入天数对其传播力无显著影响, 而成员的 Score 却对其纵向传播力有显著影响(0.0042), 这印证了论坛得分较加入天数更能综合反映成员在论坛中的综合能力; (2) 帖子存在天数对两个维度的传播力都有显著正向影响(0.00283 & 0.00280), 这一结果也比较符合逻辑; (3) 成员性别无显著影响(0.00006 & 0.00019), 这无疑说明在虚拟社会网络中性别因素的影响已被明显淡化。

成员中心性方面: (1) 成员中心性确实对成员在网络中的传播力存在着影响作用, 其中成员的度中心性和桥中心性对帖子的浏览量和回复量都有显著的正向影响, 而接近度中心性则无明显影响。根据该结论以及 Burt 的相关理论, 可以加深我们对网络传播力来源的理解——网络能带来信息利益, 在其他条件一定的情况下, 拥有一个巨大而多样化的网络能够最大限度地保证有用信息的传递和获取[13]。也即是, 不同成员之间信息、控制和权力等的差异化来源于成员的网络位置和网络结构的差异。(2) 在横向传播力模型中, 桥中心性对传播力的影响力则要强于度中心性(0.10540 > 0.07632), 该结论与我们前文的理论演绎比较符合, 即在网络中, 桥中心性高的个体不仅能够在同一模块不同个体间起到信息传导的关键作用, 还能够促进信息在不同网络模块之间的传播; (3) 在纵向传播力模型里, 度中心性对传播力的促进作用则更为明显(0.00350 VS 0.05830), 充分说明高度中心性的成员对其直接连接者具有较强的影响力, 关系越强信息的流动性越高。(4) 关于接近中心性的作用, 研究发现接近中心性对传播力的影响作用并不显著(0.95440 & 0.70130), 分析发现, 接近中心性本质上是对成员在整个网络中所处物理位置的描述, 反映了成员在网络中的弱关系, 对信息的传播并无显著作用。综上可知, 本文的假设 1 和 2 得到验证, 假设 3 不成立。

6. 结论与总结

本文以淘宝论坛为研究对象, 探究了虚拟社会网络中成员传播力的形成机制, 主要从成员中心性角度展开论证。研究表明, 虚拟社会网络在形成特点、关系构成等方面确实与传统的根源于现实社会关系的社会网络有所不同, 两种社会网络在本质结构、参与人员、参与需求等方面都有着不同; 从整体上,

Table 1. Virtual social network basic attribute of forum members

表 1. 论坛成员虚拟社会网络基本属性

属性	统计数量	属性解释
节点	11432	参与虚拟社会网络构建的社区成员
边(有向)	19537	论坛虚拟社会网络中成员之间的有向连接
网络密度	0.000	论坛网络中成员的连接数占所有可能连接数的比例
平均度中心性	1.709	论坛中与成员直接相连的平均成员数
平均聚集度	0.051	网络中与某成员相连接的其他成员之间相互连接的程度
平均介度(归一化)	0.001	网络中成员处在其他成员之间最短路径上的平均次数
平均路径长度	7.831	网络中从某成员到其他成员的平均距离

Table 2. Transmission model regression results

表 2. 传播力模型回归结果

参数	readNum		replyNum	
	估计值	近似	估计值	近似
		Pr > t		Pr > t
截距项	-0.00083	<0.0001	-0.00151	<0.0001
Day_in	-0.00014	0.40680	-0.00031	0.30710
Day_existed	0.00283	<0.0001	0.00280	<0.0001
Score	0.00091	0.32690	0.00452	0.00700
Gender	0.00006	0.43210	0.00019	0.89930
Degree	0.07632	0.00260	0.13801	0.00350
Betweenness	0.10540	0.00830	0.15878	0.05830
Closeness	-0.00001	0.95440	0.00014	0.70130
残差项	0.00128	<0.0001	0.00250	<0.0001

社会网络的结构演化和发展所受的动力亦有所差异，传统型社交型社会网络主要受到规范性社会影响的作用，而基于兴趣、事件和事物等形成的新型虚拟社会网络则更多地建立在信息影响之上，成员在虚拟社会网络中创造内容、传播内容和获取内容，成员参与构建虚拟社会网络，并在其中占据一定的网络位置和网络结构资源，发挥自身的信息传播力，促进信息在整个虚拟社会网络中进行流动。

理论上，文章证实了虚拟社会网络中成员中心性的对其传播力的差异化影响模式：桥中心性在横向传播力上有较强作用，能够促进信息在更大范围内的散播，度中心性则能更大程度上地进行深度传播，影响的效果更加深远；接近中心性则因更偏物理位置方面的因素而对信息传播无显著影响。另外，本研究亦结合 Burt 的相关理论加深了对网络传播力来源的理解，不同成员之间信息、控制和权力等的差异化来源于成员的网络位置和网络结构的差异，如成员中心性等为信息传播和流动奠定了基础。

实践上，企业在进行社会化营销和网络营销时可尝试根据成员不同维度的中心性高低来识别和挖掘不同类型的意见领袖，根据具体情况借助其横向传播力或纵向传播力来达到不同的营销目的，大范围传播或小范围忠诚客户培养。

同样，本文亦有一定的不足之处，网络是不断发展变化的，而本文的数据仅为某一时间点的截面数据，并未考虑时间上的动态性；同时，在控制变量的选取上亦有可完善之处。

参考文献 (References)

- [1] Kaplan, A.M. and Haenlein, M. (2010) Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. *Business Horizons*, **53**, 59-68.
- [2] Granovetter, M. (1973) The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, **78**, 1360-1380.
- [3] Stephen, A.T. and Toubia, O. (2010) Deriving value from social commerce networks. *Journal of Marketing Research*, **47**, 215-228.
- [4] Curty, R.G. and Zhang, P. (2011) Social commerce: Looking back and forward. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, **48**, 1-10.
- [5] Brass, D.J., et al. (2004) Taking stock of networks and organizations: A multilevel perspective. *Academy of Management Journal*, **47**, 795-817.
- [6] Ransbotham, S., Kane, G.C. and Lurie, N.H. (2012) Network characteristics and the value of collaborative user-generated content. *Marketing Science*, **31**, 387-405.
- [7] Armstrong, A. and Hagel, J. (2000) The real value of online communities. *Knowledge and Communities*, 85-95.
- [8] Goldenberg, J., Han, S., Lehmann, D.R., et al. (2009) The role of hubs in the adoption process. *Journal of Marketing*, **73**, 1-13.
- [9] Katona, Z., Zubcsek, P.P. and Sarvary, M. (2011) Network effects and personal influences: The diffusion of an online social network. *Journal of Marketing Research*, **48**, 425-443.
- [10] Kumar, V., et al. (2013) Creating a measurable social media marketing strategy for hokey pokey: Increasing the value and ROI of intangibles and tangibles. *Marketing Science*, **32**, 194-212.
- [11] Krackhardt, D. (1998) Simmelian ties: Super strong and sticky. *Power and Influence in Organizations*, 21-38.
- [12] Coleman, J.S. (1988) Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, **94**, S95-S120.
- [13] Burt, R.S. (2009) Structural holes: The social structure of competition. Harvard University Press, Cambridge.
- [14] Freeman, L. (1977) A set of measures of centrality based upon betweenness. *Stoichiometry*, **40**, 35-41.
- [15] Borgatti, S.P., et al. (2009) Network analysis in the social sciences. *Science*, **323**, 892-895.
- [16] Newman, M.E.J. (2005) A measure of betweenness centrality based on random walks. *Social Networks*, **27**, 39-54.
- [17] Trier, M. (2008) Towards dynamic visualization for understanding evolution of digital communication networks. *Information Systems Research*, **19**, 335-350.
- [18] Brandes, U. (2001) A faster algorithm for betweenness centrality. *Journal of Mathematical Sociology*, **25**, 163-177.
- [19] Sabidussi, G. (1966) The centrality index of a graph. *Psychometrika*, **31**, 581-603.