

# 用户关系网络研究综述\*

郭怡婷, 邓胜利

(武汉大学信息管理学院, 武汉 430072)

**摘要:** 文章对社会网络用户关系研究相关文献进行梳理和总结, 对社会网络用户关系性质、用户关系网络形成相关理论进行阐述, 然后总结关系网络测度相关指标和方法, 探究网络中节点影响力的测度以及网络结构特征和演化规律, 最后总结研究应用领域并展望未来研究方向。

**关键词:** 社会网络分析; 用户关系网络; 网络结构; 网络特征; 网络演化

**中图分类号:** G206

**DOI:** 10.3772/j.issn.1673—2286.2014.08.009

社会网络 (Social Network) 是指由许多社会成员 (个体或组织) 及其间关系构成的一种社会结构<sup>[1]</sup>。有关社会网络的研究始于20世纪50年代。在21世纪, LinkedIn、Myspace、Facebook、Twitter、微信等社交网站 (Social Network Site, SNS) 先后兴起, 在很大程度上改变了人们的生活、工作和交友方式。随着这些社交网站的应用和流行, 社会网络分析 (Social Network Analysis, SNA) 也逐渐成为学术界的研究热点, 尤其集中于对在线社会网络的研究。社会网络分析是一种研究社会网络中用户间关系的方法, 通过量化分析手段帮助我们更好地了解社会中的实体以及社会结构中的机制。

在社会网络中, 用户是主体, 是网络结构中的最小单元, 而用户之间的关系被认为是社交网络的骨骼和传播活动的起始点<sup>[2]</sup>。用户间的关系往往表现出多方面的性质, 并相互交织构成复杂的社会网络。对用户及其间关系的研究是社会网络分析的重点, 是分析关系网络反映出现象和数据的基础。加深对社会网络用户关系的了解, 不仅可以对社会事件的发展趋势起到激发和引导作用, 还可以准确高效地进行信息传播和产品个性化推荐、推送个性化广告或开展有针对性的营销活动。社会网络中用户关系网络的相关研究包括对网络组成单元的定义和性质研究、对网络结构特征的研究、网络动态演化的规律研究、网络分析的实际应用等方面。

## 1 用户关系网络的形成

社会网络分析有三个基本分析单位——行动者 (Actors)、关系 (Relationship) 和连结 (Tie)。其中, 行动者是行为主体, 关系是指行动者之间通过互动和交往形成的关联, 而连结是指关系的集合<sup>[3]</sup>。社会网络中的关系有多种不同的类型 (如友谊、信任、共同兴趣、管理等)。例如: 在人人网中用户关系为“好友”关系, 多数是基于现实中的同学关系或朋友关系而建立的; 而在微博上, 用户关系体现为“关注”和“被关注”, 用户可以关注其他用户、被关注或者用户间相互关注; 此外, 基于地理位置、兴趣爱好或职业关系等特征, 用户之间存在多样的复杂的关系。整体而言, 人际关系具有分类性、层次性、多样性、修复性、情境依赖性、可复制性等内在特点<sup>[2]</sup>。

社会网络正是由用户及用户关系构成的网络。美国著名社会心理学家Stanley Milgram在1967年的研究中通过实验提出六度分割理论 (six degree of separation)<sup>[4]</sup>: 最多通过六个人, 我们就能认识任何一个陌生人。根据六度分割理论, 个体之间的关系可以相

\* 本研究得到国家社会科学基金项目“基于社交问答平台的用户知识贡献行为与服务优化研究” (编号: 14BTQ044) 和武汉大学70后学术团队项目“网络用户信息行为”资助。

互关联、相互交织,从而拓展连接成一个巨大的社会网络。这样的网络体现了社会的结构,网络中的节点代表社会系统的成员,而节点间的连接线描述了成员间的关系。

尽管理论上我们可以拥有无限量的人际关系,但是实际上我们维持的关系却是有限的。根据150法则(Rule of 150)<sup>[5]</sup>,人的认知能力是有限的,可以维持的稳定的人际关系数量最多为150个。虽然我们结交的朋友远远大于这个数字,但是真正长期维持着一定关系的好友数量却受到限制。在社交网络平台中,这一法则是否依然适用,人们的联系是否得到了拓展?用户间的关系网络呈现出什么样的形态,体现出什么特征和规律?这些规律的挖掘能给我们带来什么样的好处呢?诸如此类问题促使着学者们进行社交网络用户关系网络的研究和探索。

## 2 用户关系网络结构

社会网络是一个用于描述个体或组织间相互连接结构的分析性概念,它可以结构化地描述出社会关系中的互动和交流,包含密度、分散度、持久性、一致性和相互性等要素<sup>[6]</sup>。而社会网络的结构被定义为:对于社会网络中的某个成员,所有与他/她有人际关系的成员以及他们之间的关联。社会网络结构的性质包括网络中个体成员的类型和成员之间联系的频率等多方面<sup>[7]</sup>。对社会网络中用户关系网络结构的研究和测量成为大量研究的关注点。

网络分析是社会结构研究中用到的一种基本工具,

它是复杂网络分析的一个分支。复杂网络的理论也被大量应用于社会网络的分析中。通过将个体及其间关系分别抽象为节点和连线,可以构建出社会网络模型,然后结合图论、使用不同指标从多方面分析网络的结构特征。早在1979年,Freeman<sup>[8]</sup>构建了一个社会网络分析模型,定义了三种测量指标(连接度、边介度、紧密度)来衡量各个节点的中心度和整个网络的集中程度,从而反映出社会成员之间的相互关系。对于网络中的某一个特定节点,连接度是指该节点所连接的其他节点的个数,边介数是指任意两个节点间的最短路径经过该节点的次数。而网络的紧密度是指网络中的节点到其他所有节点的最短距离之和。在此后的研究中,学者们采用各种不同的指标来识别社会网络的特征及其反映出的用户关系模式。尽管这些网络测量指标缺少统一规范,但是有一部分指标得到了普遍的采用,见表1。

通过这些社会网络结构测量指标,学者们可以将物理上的网络特性映射到逻辑上的用户关系特征,进一步探索获得整体社会结构特征。其中,节点特性体现了行动者的角色,节点间连接的特征(如路径长短)体现了用户间的关系模式,而整体的图的特征则反映了关系集合(即连结)的概貌。

## 3 用户关系网络节点的影响力

由于网络中的节点代表了行动者,节点的特性能够反映出网络中行动者的角色,因而对节点影响力的评估是用户关系网络分析的一个重要内容。根据Kempe

表1 社会网络结构测量指标

指标	细化指标	含义	相关文献
网络距离测度	节点偏心距离	某节点与网络中其它节点间最短路径的最大值	文献[9]
	网络直径	网络中任意两个节点之间最短路径的最大值	文献[10]
网络连通性测度	节点的可达性	网络中与该节点有路径相连的节点的数量	文献[9]、文献[11]
	网络的连通性	任意两个节点之间的最短路径的平均值	文献[3]
节点中心性分析	度中心性、接近度中心性、中介度中心性、信息中心性、特征向量中心性、子图中心性等	网络中个体所属位置的测量指标	文献[12]
平均最短路径		任意两个节点之间的最短路径的平均值	文献[11]
聚集系数		表示节点的邻接点相互是否连接,即顶点的邻居也是邻居的概率	文献[13]
网络密度		网络中各个节点之间关联的紧密程度	文献[14]

D, 节点影响力是指社会网络中的个体节点在传播信息或观点时, 对其他节点产生影响的能力<sup>[15]</sup>。Barabási的调查<sup>[16]</sup>显示, 万维网的拓扑结构存在高度不均衡现象, 其结构被一些高度链接的节点(或称为中心节点)所主导, 这些中心节点往往是关键用户或意见领袖。如何准确有效地识别核心用户(或意见领袖)已经成为社会网络分析的一个研究热点。

当前的研究主要是基于图论的相关理论和方法来对节点重要度进行评估。通常采用中心性分析, 即通过节点连接的度数特征来描述节点在网络中的位及重要性<sup>[17]</sup>。可以认为, 节点的度数越高, 反映出其影响越大。其中, 点度中心性描述的是某个体在发布信息或者获取信息时权力的大小, 用户的点入度中心度越高, 说明其发布的信息能传递给越多用户。而中间中心性反映的是控制信息流动的能力, 中间中心性高的用户在网络中起到桥节点的作用。此外, 接近中心性反映出用户能否快捷高效地传递信息给其他用户, 接近中心性越高, 说明该用户到达其他用户的距离越短, 传播信息更快捷<sup>[18]</sup>。

中心性分析方法发展比较早, Wang Y使用邻接矩阵图谱来测量社会结构中网络节点的重要性, 并提出一个指标来识别社区核心用户和起连接作用的用户(bridge)<sup>[19]</sup>。通过在LiveJournal.com等社区进行实验, Kitsak等得出以下结论: 最有效的信息传播者不是关系最多的人, 而是使用k-shell分解分析方法识别的处于网络核心位置的用户<sup>[20]</sup>。平亮等人从新浪微博中的“名人”出发, 观察其“关注”对象, 拓展得到一个社会网络<sup>[18]</sup>, 对信息在整个微博社会网络中的传播进行探讨, 并通过测量点度中心性、中间中心性和接近中心性来找出处于核心地位的用户。王陆选取首都师范大学的主讲教师作为对象, 构建了教师关系网络, 通过探究行动者的中心性来反映出各个教师的声望和影响力<sup>[3]</sup>。

此外, 用于度量网页质量的PageRank算法和以其为基础的改进算法也在社会网络分析领域得到了较为广泛的应用。Weng J等根据PageRank提出TwitterRank, 用于计算在Twitter的不同主题中用户的影响力大小<sup>[21]</sup>。康书龙基于PageRank算法的思想提出了一种新的评价微博网络中节点影响力的算法Behavior-Relationship Rank<sup>[22]</sup>, 该算法基于用户发表、转发微博的行为和用户之间的关系, 通过反复迭代计算每个节点的BRR值, 从而找出网络中最具影响力的节点。朱天基于PageRank提出两个维度InnerRank和

OuterRank分别度量节点在社团内外的影响力, 并且据此将节点分为四种不同的角色: 核心节点、桥节点、极重要节点和普通节点<sup>[9]</sup>。

除了根据用户之间关系状态来度量节点的地位, 还可以通过用户行为特征衡量其影响力大小。例如: 用户活跃度、用户动作(转发/分享、评论、点赞、收藏等)、用户所发布的信息被传播的情况(如: 被@数量、转发次数)、用户感兴趣的特定话题等。

## 4 用户关系网络的特征与演化规律

### 4.1 特征

通过对关系网络定量地分析和测量, 研究者可以了解到社会网络反映出的结构特征。尽管各个研究的重点和角度不同, 但大量的研究共同表明, 用户关系网络具有强弱关系并存、小世界特性和幂律分布的突出特点。

#### 4.1.1 强关系与弱关系并存

人际关系的强度是一种用于衡量关系质量的方法。美国社会学家Granovetter指出, 在社会网络结构中, 社群内存在着强关系, 而社群与社群之间存在着弱关系<sup>[23]</sup>。人际关系的强度主要通过情感紧密度、维系时间、互惠服务等方面来衡量<sup>[6]</sup>, 涉及用户之间信息交流的数量与频次等。在强关系内成员的关系较为紧密, 有较强的情感维系, 成员间的共同点更多、互动频繁、交流层次更深, 而弱关系则相反。在强关系社交网站(如人人网、微信)中, 用户关系往往是现实好友关系的延伸, 其更多地强调用户之间的互动关系、强调娱乐性和生活化分享。而弱关系社交网站(如微博、豆瓣)更依赖交流的信息内容本身, 也更具社会化媒体的特征。有学者认为, 强关系网络有利于传播更加个性化的独特的信息、强化知识的深度, 但不利于信息传播和知识创造<sup>[24]</sup>; 相反, 弱关系网络有利于增强知识的广度。这两种关系之间并没有明确的界限, 二者之间可以相互转化, 通过互动频次的增加和交流的深入可以使弱关系转化为强关系, 反之亦然。

#### 4.1.2 小世界特性和呈幂律等级分布

尽管社会网络中关系繁多、结构复杂, 但是在网络

中节点增多、规模变大的同时,网络却体现出小世界特征 (small-world characteristics)<sup>[25]</sup>,即:整个网络不松散,节点和节点之间紧密相连、通过很短的路径就相互可达。该理论与六度分割理论相呼应,说明人们可以通过少数的关系(自己的关系、朋友的关系)去认识任何陌生人。这样的理论也被用到了很多社交网站中,例如:LinkedIn的职场关系网络可以帮助求职者通过人脉找到合适的工作。有研究表明,网络的小世界特性有助于高效地进行信息传递,并促进群体创新<sup>[26]</sup>。

此外,多数社会网络呈现出幂律分布的特性。Barabási指出,万维网中存在一种秩序,它是一个符合幂律分布的特殊网络(亦称无尺度网络Scale-free networks),而不是一个散乱的随机网络<sup>[16]</sup>。早在1999年,Barabási和Albert在研究中发现,大型网络中节点的连接不是均匀分布的,呈现出无尺度特性(scale-free distribution)并且呈幂律分布(power-law distribution)<sup>[27]</sup>,即少量的用户(可称为核心用户)拥有绝大多数的关系,而多数的用户只贡献了小部分的关系。根据用户拥有的关系数量可以将用户分为不同层次等级。核心用户拥有更多关系,在信息传播过程中产生更大的影响并且对关系网络的运行产生导向作用<sup>[2]</sup>。

樊鹏翼等通过分析新浪微博的网络拓扑结构,发现新浪微博用户关系网络的入度分布服从幂律分布,而出度分布则表现为分段幂律函数<sup>[28]</sup>,并且通过平均路径长度和聚集系数发现新浪微博网络的小世界网络特性。尹书华选取了国内三大微博平台(新浪、腾讯、搜狐)的用户分别作为研究对象,构建有向无权网络,统计关系网络的平均度、平均路径长度、度分布的幂律指数以及聚集系数等特征,通过分布图得出结论——微博用户关系网络具有小世界特性和无尺度特性<sup>[29]</sup>。

## 4.2 演变规律

由于用户需求和个体交流方式不断改变、网络技术持续革新,社会网络也处于不断演化的状态。在对社会关系网络进行探究的时候,不能忽视了其结构的动态性。王连喜<sup>[30]</sup>指出:用户的动态变化是微博群体的主要特点,所以对微博用户和群体结构进行动态分析可以挖掘出一些网络中的潜在规律。

有不少的学者在静态网络研究的基础上加入时间维度,探究某一时间段内社会网络的动态变化。多数

网络随着时间转移变得越来越密集,节点越来越多,节点间的平均距离越来越小<sup>[31]</sup>。Kumar等人使用Flickr和Yahoo! 360°的用户关系构建了一个简单的动态演化模型用以模拟网络的结构特征<sup>[32]</sup>。研究基于事件时间探究了孤立社区的转移模式、关键用户的形成过程、用户点距离的变化等方面,同时表明用户间的关联数量或迅速增加、或减少、或缓慢但稳定地增加。而Hopcroft等人使用聚类算法对一个大型的真实数据集进行聚类,跟踪并比较了这些社团的时间演化<sup>[33]</sup>。新的社区随时间不断涌现而部分社区发展十分迅速(例如主题为“数字水印”或“数据挖掘”的社区)。而何静等人通过建立微博关系网络的演化模型,探究了微博网络的演化过程,其结果表明<sup>[34]</sup>:网络的动态演化受到舆论的影响,动态的关系网络结构不再严格服从标准幂律分布。而Valk等在研究中指出:在网络演变的过程中,节点的生长模式有四种<sup>[35]</sup>:优先连接模式、同质性连接模式、模仿性连接模式、多样性连接模式。

基于对当前用户关系结构的特征和关系演化动因的分析,我们也可以对社会网络的发展趋势进行预测。胡昌平等人提出<sup>[36]</sup>:新一代网络服务环境下的用户关系演化趋势为:从无序到有序、从去中心化到再中心化、从匿名到实名。

## 5 用户关系网络的应用

社会网络分析应用相关的文献从20世纪70年代开始大量涌现,而国内的相关研究直到21世纪才得到探索。目前,社会网络分析方法已得到了广泛的应用,主要的几个应用领域包括企业管理、知识管理、市场营销、个性化推荐、犯罪侦查、传染病防治等。

### 5.1 企业管理与知识管理

企业的网络结构可以体现出员工的角色和员工间的关系,以及部门间的关系、企业的整体结构,从而帮助管理者更好地展开管理工作并优化组织结构。而通过识别企业内部网络的知识流转机制可以促进企业进行知识管理、并定量地评估管理效果。Cross等在研究中指出<sup>[37]</sup>:为了优化组织的网络结构,管理者应该识别不同的员工角色并且有针对性地进行管理,尤其需要识别出四种核心角色——核心连接者(the central connector)、边界跨越者(the boundary spanner)、

信息中介 (the information broker) 和边缘专家 (the peripheral specialist)。

### 5.1.1 核心人物的识别

通过节点重要性测量,可以识别出关系网络中的核心人物,他们或是意见领袖、或是关键信息中介。这些人物往往对信息传递、知识传播和关系维持起到重要影响。吴岸松认为<sup>[37]</sup>管理者应该考虑核心节点是否起到了相应的积极作用,或是造成了障碍;这些节点如果出现人员变动,是否会造成负面影响。

### 5.1.2 边缘人物的识别

边缘人物可能是缺少关系的孤立节点,也可能是两个或多个社群间的桥节点。桥节点不仅起到沟通联系作用,也容易获得多方信息和多样化的知识,从而帮助他们得到创新思路<sup>[38]</sup>。他们可能是代表企业负责对外关系或者代表某个部门与其他部门进行沟通。

### 5.1.3 社群的识别

通过网络拓扑结构分析、图分割分析等方法可以挖掘出用户关系网络中存在的社群<sup>[30]</sup>。在社群内部,往往网络密度较大,用户联系和交互频率较高,知识分享的程度也比较高。这些社群往往是组织中的非正式组织。Fuller等提出<sup>[39]</sup>:企业可以将网络中社群的知识作为新产品开发的基础。单伟等通过实证研究发现<sup>[40]</sup>,在网络结构中,高密度的社群外加社群间的关联有利于部门之间隐性知识的流转。

## 5.2 营销与个性化推荐

社会网络作为新媒体已经对商业和市场营销产生了变革性的影响。通过对用户关系网络的识别,有利于理解信息传播的机制,也可以利用用户之间的相互关系和共同特征进行营销或个性化推荐。主要包括两种方法。第一,识别社群中用户的共同兴趣或基本信息共同特征。Armentano等在研究中提炼出用户的兴趣特征,然后将用于推荐的信息根据用户兴趣进行排序,有针对性地进行推荐<sup>[41]</sup>。而Hannon等利用了社会网络中的用户关系,基于协同过滤向用户推荐其好友感兴趣的

内容<sup>[42]</sup>。张立平和青平建议企业鼓励顾客加强与同质性强的网络成员的交流,以此培养他们的共同兴趣爱好,巩固细分市场的客户群体<sup>[43]</sup>。第二,识别意见领袖。用户关系网络中的核心节点常常被企业选为品牌代言人,进行品牌口碑传播。这些核心节点不仅拥有更多的关系,可以更大范围地进行信息传播,而且,作为意见领袖,他们的观点往往可以影响到其他成员,甚至引导舆论<sup>[18]</sup>。利用这些意见领袖来进行产品营销是现在很多企业利用新媒体的手段。

## 5.3 犯罪侦查

对社会网络用户关系的研究也被用到了犯罪侦查和反恐等领域,进行犯罪组织重点人员的判定和成员关系的挖掘。例如:Krebs围绕911恐怖事件中19个已经死去的罪犯构建了犯罪关系网络,通过分析节点的度、平均距离和介数,将911事件的核心人员定位到嫌疑人阿塔<sup>[44]</sup>。

## 5.4 传染病防治

不少研究者将社会网络分析方法应用于传染病防治领域中。例如,通过患者的社会关系网络识别出艾滋病的高危人群和潜在患者,并且甄别传播艾滋病的关键患者<sup>[45]</sup>。一些学者研究不同的网络结构如何影响到疾病的传播和流行。Potterat等的研究发现<sup>[46]</sup>:艾滋病在环状网络中传播最快,而在树状型网络中比较稳定、传播比较慢。

## 6 结语

本文对社会网络中用户关系网络的相关研究进行了分析和总结,重点阐述了用户关系网络的形成和结构特征、节点影响力的测量以及网络演化规律和相关的研究应用。其中,复杂网络的相关理论被应用于关系网络的分析中,研究者通过多种指标来衡量一个网络的特性。而核心用户的识别也已成为众多文献的研究重点,用于探索不同场合之下的意见领袖。另外,在大的网络中识别出关系较为紧密的社群也是当前的一个研究热点。对于社会网络分析的应用,目前仍然更多地停留在理论层面,很少有研究是进行实证分析和实际问题指导。

目前对社会网络用户关系的研究,从理论到应用都有了一定的基础,但是还存在一些可以完善的地方:

(1) 当前的研究更多地是基于简单的用户关系(如关注、转发)来构建关系网络,可以考虑加入更多的用户行为因素或用户特征,并联系信息内容或主题,以此挖掘更多较为隐蔽的用户关系(如兴趣关系、地理位置关系、认知关系等)。(2) 相对无向和有向无权图而言,对于加权网络的研究较少,将节点联系的权重加入到考虑因素可以更好地模拟现实的关系模型。(3) 针对互联网上的社交网络,国内的研究多数集中于微博,对于更多样化的社交网站的研究值得挖掘。随着移动网络的普及,未来的研究将更多地关注移动终端的社会网络。(4) 目前社会网络用户关系研究的相关应用还存在准确率低、效率低、自动化程度低等问题,还需要结合实际应用改进理论研究。更多的研究可以着手于社会网络分析方法的实践例证以及效果评估。(5) 作为社交媒体,社会网络上的信息传播和知识流转模式还有待进一步探索。信息传播模式分析方法尚未与社会网络分析方法很好地结合。此外,社会网络中的情感分析也是未来的一个重要研究方向。

#### 参考文献

- [1] Wikipedia. Social network [EB/OL]. [2014-05-05]. [http://en.wikipedia.org/wiki/Social\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Social_network).
- [2] 张婷婷.社会化网络中人际关系与人际传播研究[D].长沙:湖南大学,2012.
- [3] 王陆.虚拟学习社区的社会网络分析[J].中国电化教育,2009, 2(5):11.
- [4] TRAVERS J, MILGRAM S. An experimental study of the small world problem [J]. *Sociometry*, 1969, 32(4): 425-443.
- [5] DUNBAR R. Social perspectives: getting the message [J]. *Interactions*, 1999, 6(6): 20-25.
- [6] O'REILLY P. Methodological issues in social support and social network research [J]. *Social science & medicine*, 1988, 26(8): 863-873.
- [7] DUE P, HOLSTEIN B, LUND R, et al. Social relations: network, support and relational strain [J]. *Social science & medicine*, 1999, 48(5): 661-673.
- [8] FREEMAN L C. Centrality in social networks conceptual clarification [J]. *Social networks*, 1979, 1(3): 215-239.
- [9] 朱天.社会网络中节点角色以及群体演化研究[D].北京:北京邮电大学,2011.
- [10] 吴晓伟,徐福缘,宋文官,等.人际网络结构特征对竞争情报工作的启示[J].情报学报,2006,24(6):754-760.
- [11] 杨波.复杂社会网络的结构测度与模型研究[D].上海:上海交通大学,2007.
- [12] ESTRADA E, RODRIGUEZ-VELAZQUEZ J A. Subgraph centrality in complex networks [J]. *Physical Review E*, 2005, 71(5): 056103.
- [13] NEWMAN M E J, PARK J. Why social networks are different from other types of networks [J]. *Physical Review E*, 2003, 68(3): 036122.
- [14] 邱均平,党永杰.我国图书情报领域机构合作网络分析:以“图书情报与数字图书馆”论文为例[J].情报科学,2013(1):10.
- [15] KEMPE D, KLEINBERG J, TARDOS É. Maximizing the spread of influence through a social network [C]// *Proceedings of the ninth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*. ACM, 2003: 137-146.
- [16] BARABÁSI A L. *Linked: How everything is connected to everything else and what it means for business, science, and everyday life* [M]. Basic Books, 2014.
- [17] FREEMAN L C. Centrality in social networks conceptual clarification [J]. *Social networks*, 1979, 1(3): 215-239.
- [18] 平亮,宗利永.基于社会网络中心性分析的微博信息传播研究:以Sina微博为例[J].图书情报知识,2011(6):92-97.
- [19] WANG Y, DI Z, FAN Y. Identifying and characterizing nodes important to community structure using the spectrum of the graph [J]. *PloS one*, 2011, 6(11): e27418.
- [20] KITSACK M, GALLOS L K, HAVLIN S, et al. Identification of influential spreaders in complex networks [J]. *Nature Physics*, 2010, 6(11): 888-893.
- [21] WENG J, LIM E P, JIANG J, et al. Twittrank: finding topic sensitive influential twitterers [C]// *Proceedings of the third ACM international conference on Web search and data mining*. ACM, 2010: 261-270.
- [22] 康书龙.基于用户行为及关系的社交网络节点影响力评价[D].北京:北京邮电大学,2011.
- [23] GRANOVETTER M. The strength of weak ties [J]. *American journal of sociology*, 1973, 78(6): 1.
- [24] UZZI B. Embeddedness in the making of financial capital: How social relations and networks benefit firms seeking financing [J]. *American sociological review*, 1999: 481-505.
- [25] WATTS D J, STROGATZ S H. Collective dynamics of 'smallworld' networks [J]. *Nature*, 1998, 393(6684): 440-442.
- [26] FLEMING L, KING C, JUDA A I. Small worlds and

- regional innovation [J]. SSRN 892871, 2006.
- [27] BARABÁSI A L, ALBERT R. Emergence of scaling in random networks [J]. *Science*, 1999, 286(5439): 509-512.
- [28] 樊鹏翼, 王晖, 姜志宏, 等. 微博网络测量研究[J]. *计算机研究与发展*, 2012(4): 691-699.
- [29] 尹书华. 基于复杂网络的微博用户关系网络特性研究[J]. *西南师范大学学报 (自然科学版)*, 2011, 36(6): 57-61.
- [30] 王连喜, 蒋盛益, 庞观松, 等. 微博用户关系挖掘研究综述[J]. 2012, 31(12): 91-98.
- [31] LESKOVEC J, KLEINBERG J, FALOUTSOS C. Graphs over time: densification laws, shrinking diameters and possible explanations [C]// *Proceedings of the eleventh ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery in data mining*. ACM, 2005: 177-187.
- [32] Kumar R, Novak J, Tomkins A. Structure and evolution of online social networks[M]// *Link mining: models, algorithms, and applications*. Springer New York, 2010: 337-357.
- [33] HOPCROFT J, KHAN O, KULIS B, et al. Tracking evolving communities in large linked networks [J]. *Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America*, 2004, 101(Suppl 1): 5249-5253.
- [34] 何静, 郭进利, 徐雪娟. 微博关系网络模型研究[J]. *计算机工程*, 2013, 39(11): 105-108.
- [35] VAN DER VALK T, GIJSBERS G. The use of social network analysis in innovation studies: Mapping actors and technologies [J]. *Innovation: management, policy & practice*, 2010, 12(1): 5-17.
- [36] 胡昌平, 胡吉明. 网络服务环境下用户关系演化规律研究[J]. *中国图书馆学报*, 2011, 37(2): 4-10.
- [37] CROSS R, PRUSAK L. The people who make organizations go – or stop [J]. *Harvard business review*, 2002, 80(6): 104-112.
- [38] 吴岸松. 社会网络分析在企业知识管理中的应用[J]. *商场现代化*, 2007(07S): 196-197.
- [39] FÜLLER J, BART L M, ERNST H, et al. Community based innovation: How to integrate members of virtual communities into new product development [J]. *Electronic Commerce Research*, 2006, 6(1): 57-73.
- [40] 单伟, 张庆普, 刘臣. 企业内部隐性知识流转网络探析[J]. *科学学*, 2009, 27(2): 255-261.
- [41] ARMENTANO M, GODOY D, AMANDI A. Recommending Information Sources to Information Seekers in Twitter [J/OL]. [2014-05-05]. [http://users.cecs.anu.edu.au/~sguo/swm2011\\_submission\\_13.pdf](http://users.cecs.anu.edu.au/~sguo/swm2011_submission_13.pdf).
- [42] HANNON J, BENNETT M, SMYTH B. Recommending twitter users to follow using content and collaborative filtering approaches [C]// *Proceedings of the fourth ACM conference on Recommender systems*. ACM, 2010: 199-206.
- [43] 张立平, 青平. 社会网络传播在营销传播渠道中的应用[J]. *科技情报开发与经济*, 2007, 16(24): 166-168.
- [44] KREBS V E. Mapping networks of terrorist cells [J]. *Connections*, 2002, 24(3): 43-52.
- [45] 王丽艳, 吴尊友. 社会网络理论及其在艾滋病防治领域的应用[J]. *中华疾病控制杂志*, 2010(5): 456-459.
- [46] POTTERAT J J, PHILLIPS-PLUMMER L, MUTH S Q, et al. Risk network structure in the early epidemic phase of HIV transmission in Colorado Springs[J]. *Sexually transmitted infections*, 2002, 78(suppl 1): i159-i163.

## 作者简介

郭怡婷, 女, 武汉大学信息管理学院本科生。

邓胜利, 男, 1979年生, 博士, 武汉大学信息管理学院副教授, 研究方向: 社会网络用户信息行为, 通讯作者, E-mail: victorydc@sina.com。

## Review on User Relationship Network

GUO YiTing, DENG ShengLi

(School of Information Management, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** This paper expounded the properties of user relationship and related theories about the formulation of the relationship structure on the social networks. Then, some important indexes and approaches to measure the relationship network are summarized. The measurement of the importance of nodes on the network and the network evolution pattern are also discussed in details. At last, this paper summarizes the related implication fields and gives a perspective of future study.

**Keywords:** Social network analysis; User relationship network; Network structure; Network characteristics; Network evolution

(收稿日期: 2014-07-13)