



基于两级传播理论的舆论超网络传播分析

熊尧, 李弼程, 王子玥

引用本文:

熊尧, 李弼程, 王子. 基于两级传播理论的舆论超网络传播分析[J]. 智能系统学报, 2020, 15(5): 870–879.

XIONG Yao, LI Bicheng, WANG Ziyue. Analysis of public opinions in network communication based on the two-level communication theory[J]. *CAAI Transactions on Intelligent Systems*, 2020, 15(5): 870–879.

在线阅读 View online: <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201903011>

您可能感兴趣的其他文章

基于渗流模型的影响力最大化算法

An influence maximization algorithm based on percolation model

智能系统学报. 2019, 14(6): 1262–1270 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201906039>

基于模糊超网络的知识获取方法研究

Fuzzy hypernetwork-based knowledge acquisition method

智能系统学报. 2019, 14(3): 479–490 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201804055>

基于囚徒困境策略的改进HK网络上的合作博弈

Improved cooperative behavior in HK networks based on the prisoner dilemma game

智能系统学报. 2018, 13(3): 479–485 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201612018>

链路预测下能源供应链网络合作演化机制研究

On the evolution cooperation mechanism of energy supply chain networks under link prediction

智能系统学报. 2017, 12(2): 221–228 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201605003>

在线社交网络挖掘与搜索技术研究

A survey on online social network mining and search

智能系统学报. 2016, 11(6): 777–787 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201612007>

基于演化博弈论的网络信息传播群体行为分析

Analysis of network information propagation population behavior based on evolutionary game theory

智能系统学报. 2016, 11(4): 487–495 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201606001>

微信公众平台



关注微信公众号, 获取更多资讯信息

DOI: 10.11992/tis.201903011

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1538.TP.20191015.1155.002.html>

基于两级传播理论的舆论超网络传播分析

熊尧¹, 李弼程¹, 王子玥²

(1. 华侨大学 计算机科学与技术学院, 福建 厦门 361021; 2. 美亚柏科信息股份有限公司, 福建 厦门 361021)

摘要: 社交网络挖掘可以使人们更好地认识信息在网络中的传播规律, 分析信息在事件中的传播特点。现有的文献研究主要集中于舆论事件社交网络的静态建模, 以及针对一些共性特点的仿真实验验证, 而对舆论事件模型结构变化的讨论较少。本文尝试从两级传播理论出发, 采用三层超网络结构对舆论事件不同时段构建传播分析模型, 给出舆论演化分析度量指标, 挖掘超网络结构变化的特点, 探索舆论酝酿期积蓄力量的潜在因素。以长生疫苗事件进行分析, 发现需要在酝酿期有多样化的意见领袖不断在各个话题中进行牵引, 在积累了潜在的舆论人群之后才能促成舆论爆发。

关键词: 社交网络; 两级传播理论; 超网络; 演化分析; 动力学; 舆论酝酿期; 网络结构度量; 话题牵引

中图分类号: N949; TP18 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-4785(2020)05-0870-10

中文引用格式: 熊尧, 李弼程, 王子玥. 基于两级传播理论的舆论超网络传播分析 [J]. 智能系统学报, 2020, 15(5): 870-879.

英文引用格式: XIONG Yao, LI Bicheng, WANG Ziyue. Analysis of public opinions in network communication based on the two-level communication theory [J]. CAAI transactions on intelligent systems, 2020, 15(5): 870-879.

Analysis of public opinions in network communication based on the two-level communication theory

XIONG Yao¹, LI Bicheng¹, WANG Ziyue²

(1. College of Computer Science and Technology, Huaqiao University, Xiamen 361021, China; 2. Meiya Pico Information Co., Ltd., Xiamen 361021, China)

Abstract: Social network mining can help people better understand the law of information dissemination and analyze the characteristics of information dissemination in events. Existing literature primarily focus on static modeling of public opinion in social network and simulation verification for some common characteristics and giving less importance to discussions on the structural change of public opinion based on events. This paper attempts to use the two-stage communication theory to construct communication analysis model for different periods (events) of public opinion based on a three-layer super-network structure. Indexes of public opinion in social network are measured by evolution analysis, the characteristics of super network structure change are uncovered, and potential factors of public opinions accumulated strength during the gestation period are explored. Taking Changsheng vaccine's incident as an example for analysis, this paper finds that during the incubation period, diversified opinion leaders are needed to constantly feed on various topics and gather or combine potential public opinion groups before leading to the upsurge of public opinion.

Keywords: social network; two-stage communication theory; super-network; evolution analysis; dynamics; public opinions' brewing period; network structure measurement; topic traction

收稿日期: 2019-03-12. 网络出版日期: 2019-10-15.

基金项目: 国家社会科学基金项目 (19BXW110); 福建省社会科学规划项目 (FJ2017B073); 华侨大学研究生科研创新基金项目.

通信作者: 李弼程. E-mail: lbclm@163.com.

互联网快捷的信息获取渠道、便利的意见表达方式以及日益完善的信息交互平台, 使得网络舆论逐渐成为日常舆情集中体现的地点。当个人的声音能够被传播给更多的人, 其本质上就构成

了互联网平台对一般公民的赋权,传播权利的再分配打破了传统舆论主流媒体意见的垄断^[1]。在这样一种舆论结构中,政府和媒体掌握着信息和资本的优势,而民众具有着数量表达的优势。然而依托互联网平台具有了对等权力的网民群体,其成熟水平却不能和政府及媒体相提并论,或者说网民的意见表达往往掺杂有较多感性成分,更愿意相信自身情绪的直觉,而这也给了舆论走向较多的负向压力^[2]。

由于传播结构的转变,驱动舆论的动力学特征也在发生着变化,互联网舆论从不缺乏讨论者的参与,也使得互联网舆论有“景观化”的倾向^[3]。在舆论彻底爆发之前,往往潜藏着很多的“观景者”。同时,网络舆论中网民也可以成为议题设置的主体,网民的意见往往和媒体、政府公布的信息交叉存在,而不再存在绝对的先后因果关系。分析网络舆论演化的动力学特征,能够更好地掌控舆论发展的阶段变化规律,理清舆论演化中潜在的主要动力因素和次要动力因素,帮助政府和媒体在互联网平台中发布恰当的信息应对舆论态势的发展。

早期的舆论演化建模主要是基于传播学衍生的复杂网络模型,如元胞自动机^[4]、Galam模型^[5]、SIR模型^[6]等。这当中以胡晓峰教授等为代表进行了许多相关研究,如文献[7]采用WS小世界模型通过仿真来验证社会学规律;利用多智能体系统仿真来观察网民在相互交流中的观点态度的变化^[8];贺筱媛等^[9]利用仿真探究了各种传播途径的差异。李春发等^[10]基于bass模型结合多智能体仿真讨论了政府干预对民众态度的影响。刘锦德等^[11]也采用了小世界网络并结合deffault模型设定观点交互规则来“对比”模型中各参数对民众态度变化的影响。在早期的社交网络分析中,以复杂网络模型为基础讨论的内容主要集中在环境参数的影响及网络传播的仿真效果上,这有助于我们认识社交网络中存在的一些规律,但复杂网络抽象出的真实社交网络的特点往往是局部的、不完整的,因此有了由复杂网络向超网络模型转变。

超网络模型摒弃了复杂网络的单一级别结构,将社交网络中不同性质的信息化为异质节点存放于不同层的网络中,可以灵活地表示社交网络中的多样化信息。现有文献中对于超网络的应用主要有两方面:1)基于超网络的仿真模拟,2)利用各种度量指标在超网络上进行舆论建模度量分析^[12-13]。仿真方向上主要讨论的是利用超网络结构结合动力学特征观察社交网络的演变及规

律,如沈乾等^[14]构造了线上线下两层超网络并定义了交互规则,讨论了线上线下的舆论传播区别;马宁等^[15]设置了四层超网络,对舆论场的外驱动力和内驱动力进行了整体建模,并通过对实际案例抽象出的参数进行了超网络仿真,分析了事件不同阶段的特点;Wang等^[16]给出了基于微信社交网络增长模式的超边增长和消亡仿真规则。基于超网络的度量分析主要是指对社交网络构造出的静态超网络的拓扑性质的研究,如利用超网络的结构度量指标来寻找潜在的意见领袖^[17]或是采用适当的迭代算法发现社团结构^[18-19];也有研究网络结构变化的预测问题,如Kapoor等^[20]在研究点中心性过程中对超边赋权从而更好地预测超边变化对社交网络带来的影响以及Zhang等^[21]提出社会学理论来预测链路的变化。

对超网络度量分析的研究可以更好地帮助人们认识社交网络结构及内在特点,例如将社交网络抽象为观点层、心理层等层次可以完整地刻画网络舆论中个体发表观点的历程。但在真实社交网络环境中,一些抽象信息如用户心理和所处社会环境等是较难获取的,也就带来了对事件建模的困难。另一方面,现有研究的分析多是基于静态网络的度量,不适用于网络动态演化。如果要进行动态结构上的分析,则需要在原有概念上做新的扩展。本文利用已有研究中的多层超网络结构,同时借鉴社交网络动态仿真的思想,利用不同时刻下不同结构的社交超网络刻画舆论变化,从而更深入地发现舆论的动力机理。

1 超网络概念

Berge最早给出了超网络这一概念^[22],是基于超图的超网络,此外还有基于网络的超网络形式^[23]。本文采用的超网络结构为基于超图的超网络,其特点在于具有多层结构,层间和层内均可具有连接,层内节点为同质节点,层间为异质节点,相互之间的连接反映的是社交环境中的复杂关系。

超图的定义为,设 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 是一个有限集。若

$$1) e_i \neq \emptyset (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$2) \bigcup_{i=1}^m e_i = V$$

则称二元关系 $H = (V, E)$ 为一个超图。 V 的元素 v_1, v_2, \dots, v_n 称为超图的顶点, n 表示顶点的数量, $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ 是超图边的集合, m 表示边的数量,集合 $e_i = \{v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{ij}\} (i = 1, 2, \dots, m)$ 称为超图的边。

超网络的数学表达式记为

$$G = (V, H) \quad (1)$$

V 和 H 的表达式如下

$$V = \{V_i, i = 1, 2, \dots, N | V_i \cap V_j \neq \emptyset\} \quad (2)$$

$$H = \{(v_1, v_2, \dots, v_N) | v_i \in V_i, i = 1, 2, \dots, N\} \quad (3)$$

式中 V 代表超网络 G 中所有节点的集合。以三层超网络为例, V_a 、 V_t 、 V_k 分别表示三层中的节点集合, H 表示超边的集合, (v_a, v_t, v_k) 表示的是一条超边中的 3 个顶点, 任何一个超边由相连的多个不同质节点构成。由上面超图和超网络的定义可以看出, 超网络是超图的一种特殊形式。

由此衍生出的均匀超网络表示的是构成超网络中的超边节点数相同, 其条件相比于超网络更强, 且由于超边节点均匀, 使得图中的计量更容易进行。采用超网络结构来分析舆论事件的变化主要具有以下几个优点:

1) 超网络结构可以将舆论的多维信息转化为一种立体结构, 层内同质、层间异质、多层互联、关系脱离语义的特点, 使其更易于进行纯数学上的结构计算和分析。

2) 将真实数据化为超网络中的超边, 通过统计不同时刻下的超边变化的规律可以更容易发现舆论的动力学特征, 并且这种特征是直观的, 可复现的。

3) 在建模后, 即使有新的数据和完全不同的内容加入, 也可以通过增加层次和连接来对原有超网络进行更新, 即超网络也是易于扩展的。

2 基于两级传播理论的超网络结构

2.1 三层超网络结构

在真实的社交网络环境中, 一般用户接触到的信息通常是多种多样的, 仅对社交关系拓扑进行建模, 或仅观测信息的流动都不足以整合复杂的多源信息。根据两级传播理论, 信息流动的方向通常是由舆论领袖对原始信息进行再加工后再传播给一般受众^[24], 而且网民表达的观点也常常衍生于舆论领袖所发布的信息, 有时更是直接引用舆论领袖发布的信息来代表自己的观点。由此我们认为真实的舆论场通常是: 官方发布的当前舆论事件主要报道构成信息源; 舆论领袖对这些信息进行加工和补充, 使其变为大众可以理解和接受的内容; 大众阅读意见领袖再加工的信息之后在社交平台表达自己的观点。这和二级传播理论也是相吻合的^[25]。由此, 舆论场的主要要素就由三部分构成, 分别是原始信息、意见领袖传播、群众观点。将此三部分分别作为超网络层次即可构建本文所采用的超网络结构, 其在舆论场中的作用机理如图 1 所示。

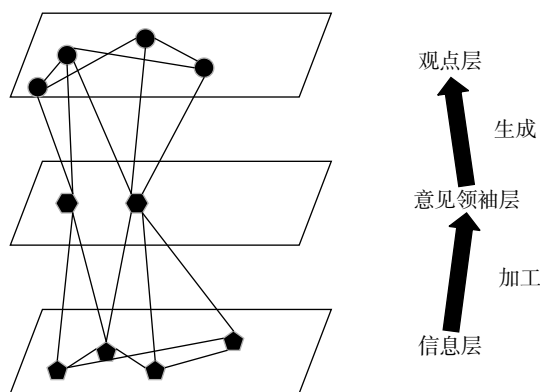


图 1 三层超网络结构

Fig. 1 Three-layer supernetwork architecture diagram

信息层表示的是原始新闻包含的关键信息。文献 [26] 指出, 舆论治理的主要成分之一是舆论的客体。因此, 在信息层, 主要包含当前舆论事件的客体目标信息, 其层内潜在连接表示客体目标间的关系。

在意见领袖层中, 节点表示的是当前舆论环境下出现的意见领袖, 其对原始信息进行再加工, 形成新的信息结构, 经过打包再推送至一般受众。意见领袖层向下连接信息源层, 表示再加工的过程; 向上呈递信息给观点层, 表示由意见领袖引发的观点表达; 其层内连接表示不同意见领袖的关系紧密程度。舆论场中的社会环境信息及网民自身心理信息隐藏于由意见领袖层到观点层的表达中。

在观点层中, 体现的是一般网民在浏览、转载, 或潜在受到某些意见领袖发布信息的影响后表达的自身观点, 其层内连接表示观点的相似水平。由于普通网民之间的交互非常庞杂不宜度量, 因此, 将意见领袖层直接对接观点层来表现最终由普通网民形成的舆论, 这样更有助于捕捉全局舆论的动态变化以及对超网络进行结构分析。

2.2 动力学探索

基于两级传播理论的超网络模型不仅可以方便地进行图挖掘, 而且可以通过不同的度量指标从不同维度刻画当前超网络结构。通过对真实数据的分析, 尤其是演化过程中对超网络模型的多种度量, 可以不断完善对社会舆论的动力学因素的探索, 以使得仿真模拟过程更加完善。反过来, 仿真模拟过程中出现的和现实不符的部分, 也可以为真实数据搭建的超网络分析提供研究方向。

超网络的演化中, 超边增长及变化模式是核心要素, 也是舆论演化仿真的重要内容^[27]。由于超边的增长、消退、相互之间连接的变化等在超网络模型中都直接代表了舆论随时间的演进过

程,因此超边在舆论事件中变化的动力学因素是仿真建模好坏的关键。一般舆论的发展可分为酝酿期、爆发期、消退期^[28],驱动舆论演化的关键在于酝酿期和爆发期。我们关心的也是在舆论演化的前中期,驱动着舆论继续变化的潜在的动力学因素。

我们尝试以超网络模型作为基础,通过多种度量指标探索舆论前中期超边增长的驱动因素。1)在真实数据中,酝酿期和消退期的超边在度量指标的计算下有何区别,在前期由超边链接计算出的演化指数是如何关联到中期的舆论爆发的。2)在超边增长过程中意见领袖在其中的驱动作用,舆论的传播和爆发离不开意见领袖,但不同的意见领袖相互之间如何配合参与进舆论的传播过程更有可能推动舆论的前进并诱发爆发,仍然值得探讨。

3 度量指标

为了实现在超网络结构上的动力学探索,我们将使用一部分超网络度量指标来刻画分析超网络在不同时刻的变化。

3.1 超三角形

超网络的基本单元为超边,在三层超网络中,超边由3个处于不同层的节点构成,而这样一个超边 (v_a, v_l, v_k) 将其抽象为一个由这3个顶点构成的三角形,任意两点的边都属于这个三角形。在介绍超三角形之前,先说明二路的概念。

二路指的是由3个不同的顶点和两个不同的超边组成的序列,由图2所示,右侧三层超网络由左侧的超边构成,左侧超边为右侧网络的全集。其中的二路例如 (v_{k2}, v_{l2}, v_{k3}) ,其由3个不同的顶点构成, (v_{k2}, v_{l2}) 属于 (v_{a2}, v_{l2}, v_{k2}) 超边, (v_{l2}, v_{k3}) 属于 (v_{a2}, v_{l2}, v_{k3}) 超边, (v_{k2}, v_{k3}) 不属于任何一条超边。

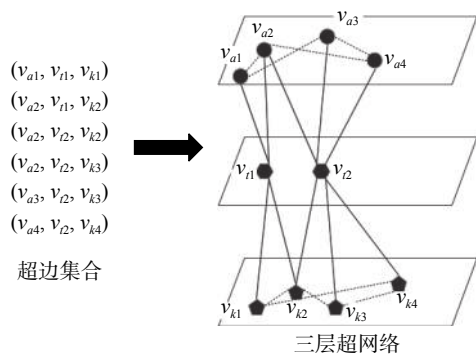


图2 超三角形示意图

Fig. 2 Hypertriangle diagram

超三角形的定义比二路的定义更强,其由3个不同的顶点和3个不同的超边构成的序列,且3个顶点相互相邻。在图2中仅存在一个超三角形 (v_{a2}, v_{l2}, v_{k2}) ,其中 (v_{a2}, v_{l2}) , (v_{l2}, v_{k2}) , (v_{a2}, v_{k2}) 分

别属于 (v_{a2}, v_{l2}, v_{k3}) , (v_{a2}, v_{l2}, v_{k2}) , (v_{a2}, v_{l1}, v_{k2}) 3条不同的超边。由于同层节点不能构成超边,故超三角形仅存在于不同层节点构成的边中,在计算超边数目时,先统计所有不重复的超边,然后将这些超边中的两两节点与全部的超边中的对应节点做对比,当任意两节点组合都存在超边与之对应则构成超三角形,依次遍历统计出超三角形数目。在本文中的超网络结构下,中间层代表着传播信息的“领袖”节点,上层代表观点,下层代表舆论原始信息。

3.2 集聚系数

集聚系数是基于超三角形概念提出的一种度量指标,超网络中集聚系数定义^[22]为

$$C = \frac{6 \times \text{超三角形的个数}}{\text{二路的个数}} \quad (4)$$

前面对超三角形和二路给出了定义,现有研究认为超三角形数量越多,意味着在三层超网络结构中越可能存在意见领袖^[29],即人们的意见很有可能受到了引导和集聚。结合到本文采用的超网络结构,集聚系数体现的是在当前舆论环境下意见领袖是否对舆论的表达产生着聚集效应,从对舆论环境的评价角度来看,集聚系数表现出了当前舆论场下舆论的聚焦水平或是潜在的热度水平。

3.3 演化系数

仅使用集聚系数不足以评估舆论环境在不同时间下超网络结构的变化情况。因此,在超三角形表达的含义基础上,结合集聚系数的概念提出演化系数。传统监测方法主要采用相关主题的发帖量来评估舆论的热度水平。此处使用一个演化系数,用于考量超网络中超边变化带来的信息变迁,以此来评估事件演化的剧烈程度,探究舆论发展过程中的动力学因素,分析舆论的高涨低迷下相关主题信息内容的变迁特点,这种变迁包括网民之间讨论的内容,以及自媒体、官媒的发布内容。

假设在不同时间刻度下,超网络都有新的超三角形和二路出现,旧的超三角形和二路消失。通过集聚系数,可以计算出任一时刻下网络的聚焦水平,但在整个舆论事件中我们更关心舆论这种聚焦状态的变化。这主要关系到两个维度的信息:一是聚焦水平的高低起伏,展现的是舆论在某一事件上关注度的变化;二是聚焦点的迁移程度,体现的是不同话题点的转变。若聚焦水平保持了一定数值,但聚焦点迁移剧烈,说明民众对此事依然处于持续关注新信息的状态,仍不稳定;反之聚焦点迁移较小,但聚焦水平高低起伏,则说明民众意见依然不统一。本文认为要综合考量两方面信息才能够对舆论的演化变迁的剧烈程

度给出判断。

结合前面的分析,演化系数的计算式主要由两部分构成:计算聚焦水平和迁移水平。聚焦水平可以直接由集聚系数计算得到。本文认为,超三和二路新旧更替越严重,则迁移水平越高,可以用新增加和消失的超三角形总量占总超三角形的比例来衡量;另一方面,集聚系数越高的超网络其同样比例的超三角形变化应该具有更高的迁移水平。

以图3为例,记 t_1 时刻的超三角形集合为 S_1 ,二路集合为 Q_1 , t_2 时刻的超三角形集合为 S_2 ,二路集合为 Q_2 。则在 t_2 时刻新增加的超三角形集合为 $S_2 \setminus (S_2 \cap S_1)$,记为 A ;在 t_2 时刻消失的超三角形为 $S_1 \setminus (S_2 \cap S_1)$,记为 B 。在 t_1 时刻的集聚系数为

$$C_1 = \frac{6 \times |S_1|}{|Q_1|} \quad (5)$$

最终的迁移水平计算式为

$$C_2 = \frac{|A| + |B|}{|S_1|} \times \frac{6 \times |S_1|}{|Q_1|} \quad (6)$$

最后总的演变系数为

$$C = C_1 + C_2 = \frac{6 \times (|A| + |B| + |S_1|)}{|Q_1|} \quad (7)$$

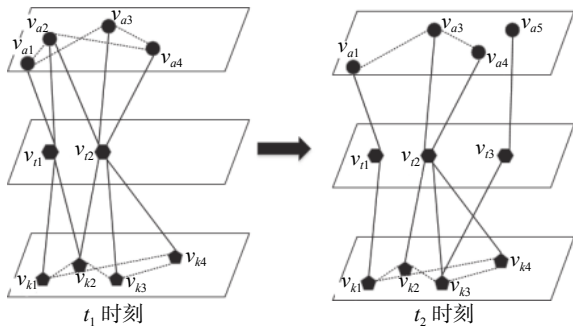


图3 结构变化说明图

Fig. 3 Structural change illustration

3.4 节点超度

某个节点的超度定义为该节点参与组成的超边数目^[30]。节点 v_i 的超度为1,当存在1条超边 (v_a, v_i, v_k) 均包含 v_i 。节点超度在具体节点代表不同含义时也有着不同的意义。以本文的三层超网络为例,意见领袖层的节点超度代表的是该意见领袖的影响力,超边越多,代表有越多的人通过此意见领袖获取信息、发表意见;信息层的节点超度代表的是该信息点在此次舆论事件中的关注水平,表示有更多的民众及意见领袖关注着此节点代表的信息实体。

4 基于超网络模型的事件演化分析

本文以长生疫苗事件为例,来验证本文所构建的三层超网络,分析舆论发展酝酿期动力学因素。

4.1 长生疫苗事件

从网上抓取了长生疫苗事件相关微博,总计106 769条,日期为2018年7月16日—7月26日共10天,主要包括发帖人、发帖内容、转发@账户、转发文章及新闻等。演化分析主要考虑对微博数据构建三层超网络模型,通过超网络结构上的变化,分析舆论酝酿期积蓄力量的潜在要素。

抓取数据每天的数量以及事后的新闻总结报道内容如图4所示。7月16日起药监局发出公告通告长春长生疫苗造假,至7月21日微博出现《疫苗之王》,可作为整场舆论事件的酝酿期;21日—23日可作为事件的爆发期。通过整理相关事件报导,发现不断发布新信息的时间段和微博相关发帖量的爆发阶段并不完全吻合。

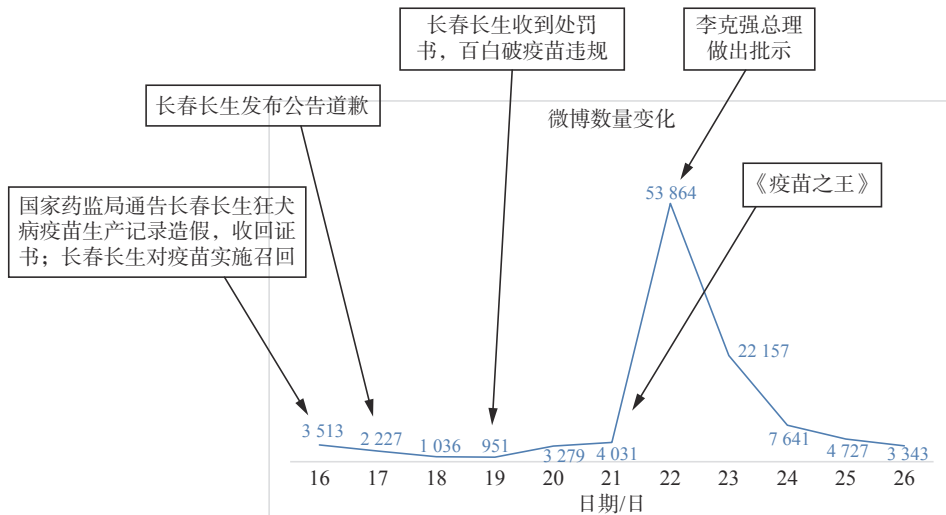


图4 微博数量变化及主要事件说明

Fig. 4 Number change of microblogs and description of major events

同时,在微博舆论场全面爆发的22日之后,通过人工查看发现,讨论的热点内容话题依然与22日之前披露出的相关报道吻合,话题内容主要还是针对长春长生及疫苗安全。在长生疫苗舆论事件结束后,对舆论事件的整理,普遍认为舆论的完全爆发是由于21日《疫苗之王》的疯狂转载和阅读,但这只是这次事件的个性因素,我们更希望了解此类事件在酝酿期发展的共性特点,也就是其潜在的动力学特点。

4.2 演化分析及结论

本文尝试采用前文所述的三层超网络结构来还原此次事件的始末。首先将原始微博数据抽取为网络所需的各层信息节点:观点层的信息主要由网民微博正文中抽取出的观点关键词构成;网民微博中主要包含自己书写的正文部分和转发的相关报导的正文部分,信息层由转发部分正文的信息关键词构成;意见领袖则是对应新闻文章等的发布单位。选取一部分进行可视化后如图5所示。

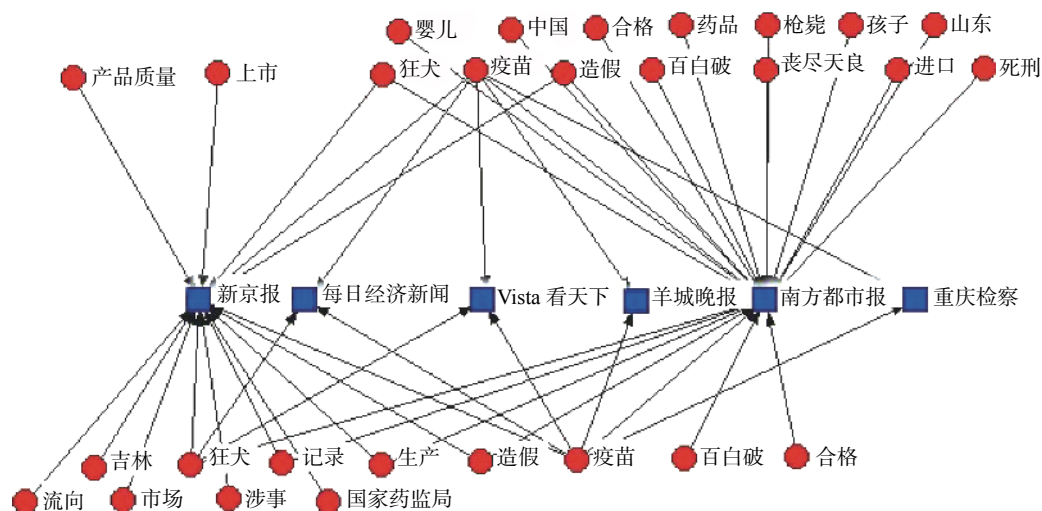


图5 超网络搭建示意图

Fig. 5 Hypernetwork construction diagram

观点层有些是讨论的事件目标,如“疫苗”、“婴儿”等;有些则代表了一些情绪观点,如“丧尽天良”、“枪毙”。而信息层则主要是和当日的新闻报导相关的关键词汇。最后总计抽取出30个意见领袖节点,72个观点节点,86个信息节点。

在社交舆论建模中,意见领袖身份往往是宽泛的,所有充当重要传播及发布节点的账号身份

均可作为意见领袖,尤其在各类舆论事件中个人账户扮演领袖身份不在少数。本文中为针对性研究公众媒体所起到的信息传递与引导作用,因此未将个人账户的发布与转发统计为意见领袖。

按照每天的数据,组成不同的日内舆论超网络,采用前文所述的演化系数对前后两天的超网络进行度量和计算,来展示舆论在酝酿期的变化状态。其结果如表1所示,可视化的数据如图6所示。

表1 演化系数计算结果

Table 1 Evolution coefficient calculation

日期/日	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
演化系数	0.00166	0.00192	0.00188	0.00123	0.0018	0.00107	0.00132	0.00064	0.00093	0.00097

从图6中可以看出,在舆论酝酿期的16日—23日,演化系数波动起伏,但整体存在向下趋势。主要的新闻报导都是发生在21日之前,即在事件爆发前,尽管发帖数量上还未达到峰值,但对于此事的舆论演化已经比较激烈,网民和一般群众在不断地感受到此事的最新动态并不断改变着对事件的聚焦点,以至于为后来的爆发期积蓄了民众认知基础和情绪基础,这也印证了网络舆

论的“观景者”的状态。而直到21日之后,由计算出的结果可以看出演化水平相对酝酿期有了一定水平的降低。结合事后报导,在21日《疫苗之王》这篇博文的出现以及李克强总理的发言后,事件已没有更多新的动态信息,再加上舆论的全面爆发也使得民众对此事有了充分的讨论,由此演化的状态便不再像酝酿期那么激烈,无论是信息层还是观点层都与前一日的状态相差不大。从

超边变化的角度来看,在21日前,由于新闻的 latest 报道的不断冲击,导致新的超边不断在新的信息层和意见领袖层诞生;民众对事件全貌还不能准确把握,观点基本随着意见领袖发布的新消息来移动自身的视野,这也就导致在21日之前,舆论超网络结构变化整体水平偏高。

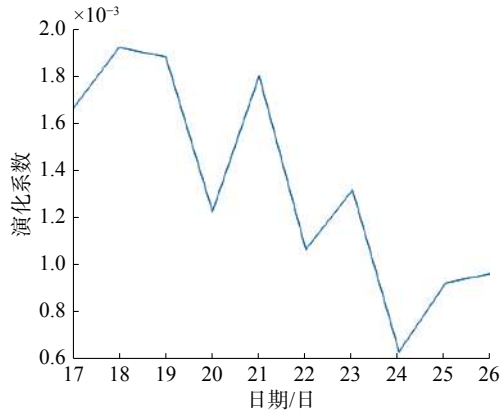


图6 演化系数结果

Fig. 6 Evolution Coefficient Result Diagram

$$r = \sum_{i=1}^n \left| \frac{t \text{时刻第} i \text{个意见领袖节点超度}}{t \text{时刻超边总数}} - \frac{t+1 \text{时刻第} i \text{个意见领袖节点超度}}{t+1 \text{时刻超边总数}} \right|$$

变化水平的计算式表达的含义是在不同时刻下,意见领袖在舆论场中也会发生变化,新的意见领袖可能会占据主流,而先前的意见领袖可能会逐渐失去关注度。变化水平的3个子项相加表示的就是在舆论场中意见领袖占比变化的部分的

从意见领袖层的演化上能够看出一个舆论事件是如何被报道驱动起来的。从16日开始,统计前10位意见领袖的占比之和和变化水平。占比表示意见领袖所控制的超边数量,计算式为

$$\text{某意见领袖占比} = \frac{\text{意见领袖节点超度}}{\text{超边总数}}$$

变化水平则是对每个意见领袖节点所占权重变更的计算结果,为新增加的意见领袖占比、消失的意见领袖占比、持续存在的意见领袖占比变化值等三项之和。

用节点超度来计算意见领袖占比,表示的是该意见领袖掌控的当前舆论表达的比例,比例越高,表示关注此意见领袖发表观点的人数比例越高。假设 t 时刻与 $t+1$ 时刻共有 n 名意见领袖持续存在,则持续存在的意见领袖占比变化值 r 的计算如下:

总和。统计结果如表2和表3。

由表2可见,在意见领袖层,节点超度前10位控制的超边占比基本都在80%以上,因此是具有代表性的。

表2 不同日期前10位意见领袖的总占比

Table 2 Total proportion of the top ten opinion leaders before different dates

日期/日	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
占比/%	87.0419	85.7729	83.2076	85.2103	86.1048	84.1465	91.8036	80.910	65.0359	70.2670	79.1680

意见领袖在每两天之间的变化水平体现民众接收到的信息源上的变化,信息源头的剧烈变化意味着民众接收到的报导无论是风格还是角度都会有巨大的不同,而这也将为舆论的发展埋下潜在的危机。在表3中给出了每天的意见领袖变化指数,可以看出舆论爆发的22日恰为意见领袖发布信息结构的分水岭。在22日之前,各媒体广泛参与讨论,民众转发的报导和新闻评论等并不固定于一家或少数几家。而在22日之后,这种变化

系数出现了明显的回落并趋于稳定,民众的消息源趋于固定,对少数几个消息源的关注水平也少有变化。16日—21日6天时间内占据每日转发前3位的新闻媒体共有11家;而22日—26日5天时间只有6家,并且在22日之后,人民日报、新浪财经、头条新闻等主流媒体持续占据转发前3位,控制了舆论的走向,舆论也从爆发高点快速回落,如图7所示。

表3 不同日期意见领袖变化水平

Table 3 Change of opinion leaders on different dates

日期/日	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
变化水平	1.46188	1.26330	1.40108	1.66341	1.11761	1.48572	0.84493	0.70319	0.74661	0.69971

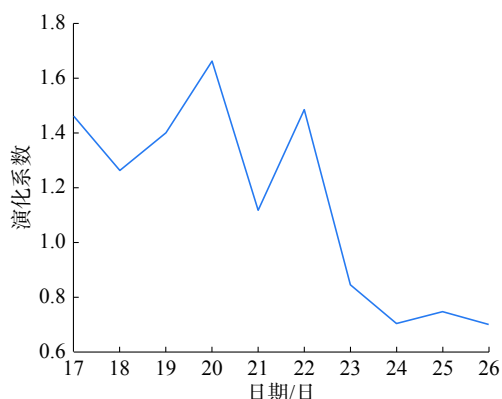


图7 意见领袖变化水平

Fig. 7 Change of opinion leaders

本节计算了酝酿期超边以及意见领袖的变化情况。从超边的变化中可以看出舆论映射在模型上时的结构变化,但还不能明确地刻画公众的视野范围。意见领袖的变化计算可以总结出驱动舆论的方式,但对于各意见领袖在舆论中具体扮演的角色分析则需要结合自然语言理解的方式做进一步的计算。

在分别计算了网络的演化系数和意见领袖的变化水平后,通过对超网络结构的度量探索了在舆论酝酿期的动力学特征。得到了以下结论:1) 计算集聚系数和演化系数,发现酝酿期民众对舆论事件关注水平存在变化,发现一场舆论的爆发需要在前期用持续的新信息与来吸引民众的目光;2) 计算意见领袖的变化状态来分析其在舆论酝酿期扩大舆论的表现,发现意见领袖广泛充分地参与并被采纳也可以起到为舆论造势的目的,而主流媒体掌控消息源并持续使民众关注,则是让舆论热度下降的有效措施。

5 结束语

使用超网络结构能够较好地展示舆论事件的全貌,通过构建不同时间段的超网络模型可以挖掘舆论事件演化过程中的变化规律,同时合适的度量也能够实证数据中验证一些舆论动力学的假设。本文通过度量不同时刻的超网络结构的变化,探讨了在舆论发展的前期超边增长的特点以及意见领袖在舆论爆发前的参与特点,但定量计算仍不够完善,需要归纳动力学规律并运用于仿真模拟,另一方面,现有的超网络度量指标大部分是基于静态超网的,而对于动态演化过程中的网络结构变化度量指标较少,更全面的动态度量才能够提取更准确的舆论变化规律。

参考文献:

- [1] 陈钢, 严亚. 当代传播体系视野中的舆论场结构演变 [J]. 中国广播电视学刊, 2018(11): 37-40.
- [2] 庄宫萃. 关于网络舆情事件的传播引导策略研究与思考 [J]. 新闻研究导刊, 2018, 9(20): 95.
- [3] 王茜茜. 网络舆论演变机制及网民社会心理流变探究 [J]. 视听, 2018(12): 167-168.
- [4] ALVES S G, NETO N M O, MARTINS M L. Electoral surveys' influence on the voting processes: a cellular automata model[J]. Physica A: statistical mechanics and its applications, 2012, 316(1/2/3/4): 601-614.
- [5] GALAM S. Minority opinion spreading in random geometry[J]. The European physical journal B-condensed matter and complex systems, 2002, 25(4): 403-406.
- [6] SUDBURY A. The Proportion of the population never hearing a rumour[J]. Journal of applied probability, 1985, 22(2): 443-446.
- [7] 贺筱媛, 胡晓峰. 基于 Agent 的 Web 网信息传播仿真模型 [J]. 系统仿真学报, 2010, 22(10): 2426-2431.
HE Xiaoyuan, HU Xiaofeng. Modeling and simulation for agent-based information diffusion on worldwide web[J]. Journal of system simulation, 2010, 22(10): 2426-2431.
- [8] 刘常昱, 胡晓峰, 罗批, 等. 基于不对称人际影响的舆论涌现模型研究 [J]. 系统仿真学报, 2008, 20(4): 990-992.
LIU Changyu, HU Xiaofeng, LUO Pi, et al. Study on consensus emergency model based on asymmetric personal relationship influence[J]. Journal of system simulation, 2008, 20(4): 990-992.
- [9] 贺筱媛, 胡晓峰. 网络信息传播动力学建模研究 [J]. 系统仿真学报, 2010, 22(11): 2511-2514.
HE Xiaoyuan, HU Xiaofeng. Dynamical modeling of information diffusion on internet[J]. Journal of system simulation, 2010, 22(11): 2511-2514.
- [10] 李春发, 刘凯, 王晟楷. 基于 Multi-Agent 的政府干预下虚假舆情传播规律与控制决策 [J]. 现代情报, 2018, 38(5): 53-59.
LI Chunfa, LIU Kai, WANG Shengkai. Propagation law and control decision of false public opinion in the government intervention based on multi-agent[J]. Journal of modern information, 2018, 38(5): 53-59.
- [11] 刘锦德, 刘咏梅. 基于改进 Deffaut 模型和小世界网络的舆情传播模拟与仿真 [J]. 系统工程, 2015, 33(3): 123-129.
LIU Jinde, LIU Yongmei. Modeling and simulation of public opinion dissemination based on modified deffaut model and small-world network[J]. Systems engineering,

- 2015, 33(3): 123–129.
- [12] 王众托. 关于超网络的一点思考 [J]. 上海理工大学学报, 2011, 33(3): 229–237.
- WANG Zhongtuo. Reflection on supernetwork[J]. *Journal of University of Shanghai for Science and Technology*, 2011, 33(3): 229–237.
- [13] 索琪, 郭进利. 基于超图的超网络: 结构及演化机制 [J]. 系统工程理论与实践, 2017, 37(3): 720–734.
- SUO Qi, GUO Jinli. The structure and dynamics of hyper-networks[J]. *Systems engineering-theory & practice*, 2017, 37(3): 720–734.
- [14] 沈乾, 刘怡君. 多层同步网络在舆情仿真研究中的应用 [J]. 系统工程理论与实践, 2017, 37(1): 182–190.
- SHEN Qian, LIU Yijun. Public opinion simulation research based on multilayer synchronization network[J]. *Systems engineering-theory & practice*, 2017, 37(1): 182–190.
- [15] 马宁, 刘怡君. 基于超网络的舆情演化多主体建模 [J]. 系统管理学报, 2015, 24(6): 785–794.
- MA Ning, LIU Yijun. Multi-agent modeling of public opinion evolution based on SuperNetwork analysis[J]. *Journal of systems & management*, 2015, 24(6): 785–794.
- [16] WANG Fuhong, GUO Jinli, SHEN Aizhong, et al. Evolving hypernetwork model based on WeChat user relations[EB/OL]. <https://arxiv.org/abs/1511.01697>, 2015.
- [17] 田儒雅, 刘怡君, 牛文元. 舆论超网络的领袖引导模型 [J]. 中国管理科学, 2014, 22(10): 136–141.
- TIAN Ruya, LIU Yijun, NIU Wenyan. Leader-guiding model of online opinion Supernetwork[J]. *Chinese journal of management science*, 2014, 22(10): 136–141.
- [18] WHANG J J, GLEICH D F, DHILLON I S. Overlapping community detection using seed set expansion[C]//Proceedings of the 22nd ACM International Conference on Information & Knowledge Management. San Francisco, USA, 2013.
- [19] XIE Zheng, YI Dongyun, OUYANG Zhenzheng, et al. Hyperedge communities and modularity reveal structure for documents[J]. *Chinese physics letters*, 2012, 29(3): 038902.
- [20] KAPOOR K, SHARMA D, SRIVASTAVA J. Weighted node degree centrality for hypergraphs[C]//Proceedings of the 2013 IEEE 2nd Network Science Workshop. West Point, USA, 2013.
- [21] ZHANG Qianming, LÜ Linyuan, WANG Wenqiang, et al. Correction: potential theory for directed networks[J]. *PLoS one*, 2013, 8(8): e55437.
- [22] ESTRADA E. Subgraph centrality and clustering in complex hyper-networks[J]. *Physica A: statistical mechanics and its applications*, 2006, 364: 581–594.
- [23] DENNING P J. The science of computing: what is computer science?[J]. *American scientist*, 1985, 73(1): 16–19.
- [24] 马宁, 田儒雅, 刘怡君, 等. 基于动态网络分析 (DNA) 的意见领袖识别研究 [J]. 科研管理, 2014, 35(8): 83–92.
- MA Ning, TIAN Ruya, LIU Yijun, et al. Science research management[J]. *Science research management*, 2014, 35(8): 83–92.
- [25] LAZARSFELD P F, BERELSON B, GAUDET H. The people's choice: how the voter makes up his mind in a presidential campaign[M]. New York: Columbia University Press, 1944.
- [26] 史波. 公共危机事件网络舆情内在演变机理研究 [J]. 情报杂志, 2010, 29(4): 41–45.
- SHI Bo. A study of the intrinsic evolution mechanism for network sentiment of public crisis events[J]. *Journal of intelligence*, 2010, 29(4): 41–45.
- [27] 王光辉, 刘怡君, 迟钰雪. 舆论危机的异化极化效应研究 [J]. 管理科学学报, 2017, 20(3): 148–160.
- WANG Guanghui, LIU Yijun, CHI Yuxue. Alienation mechanism and polarization effect of public opinion crisis[J]. *Journal of management sciences in China*, 2017, 20(3): 148–160.
- [28] 王光辉, 刘怡君. 网络舆论危机事件的蔓延扩散效应研究 [J]. 中国管理科学, 2015, 23(7): 119–126.
- WANG Guanghui, LIU Yijun. Study on spread mechanism and diffusion effect of network public opinion crisis[J]. *Chinese journal of management science*, 2015, 23(7): 119–126.
- [29] 马宁, 刘怡君. 基于超网络的舆论领袖识别应用研究 [J]. 中国科学院院刊, 2012, 27(5): 586–594.
- MA Ning, LIU Yijun. Recognition of online opinion leaders based on Supernetwork analysis[J]. *Bulletin of the Chinese academy of sciences*, 2012, 27(5): 586–594.
- [30] GHOSHAL G, ZLATIĆ V, CALDARELLI G, et al. Random hypergraphs and their applications[J]. *Physical review E*, 2009, 79(6): 066118.

作者简介:



熊尧, 硕士研究生, 主要研究方向为智能数据管理与分析。



李弼程, 教授, 博士生导师, 博士, 主要研究方向为大数据与人工智能、网络舆情监测与引导。获省部级科技进步一等奖 1 项、二等奖 6 项。发表学术论文 250 篇, 出版著作 6 部。



王子玥, 硕士研究生, 主要研究方向为智能数据管理与分析。

第五届认知系统和信息处理国际会议国际会议 (ICCSIP 2020) Fifth International Conference on Cognitive Systems and Information Processing (ICCSIP 2020)

认知系统和信息处理国际会议 (ICCSIP) 每两年举办一次, 已成为认知科学、智能系统、机器人等领域学者与企业的交流桥梁, 为促进海内外学者的交流提供了全球化的平台, 目前已举办四届, 录用的论文在 Springer 出版。当前正是认知科学与人工智能的飞速发展期, 二者的结合与交融有利于触发瞬间灵感, 推动创新步伐。因此, 第五届认知系统和信息处理国际会议 (ICCSIP 2020) 主题为“面向人工智能的认知计算”, 并于 2020 年 12 月 18-20 号在中国珠海横琴岛召开, 希望推动认知、心理、智能、机器人等领域的融通交汇。此外, 还将特别设立科技抗疫专题, 欢迎各界人士依托此平台为全球科技抗疫贡献力量。同时国际会议现场还举办中国人工智能学会认知系统与信息处理专委会的年会。

组织机构:

主办单位: 中国人工智能学会

承办单位: 中国人工智能学会认知系统与信息处理专委会、珠海复旦创新研究院

协办单位: 中国自动化学会认知计算与系统专委会

技术支持: 中国计算机学会智能机器人专业组、清华大学、中国科学杂志社、IEEE 计算智能学会、清瑞博源智能科技河北有限责任公司

重要日期:

投稿截止: 2020.10.10

录用通知: 2020.10.30

会议注册: 2020.11.20

更多信息请详见:

公共号:

联系方式:

网址: <http://iccsip2020.caii.cn/>

公众号: CAAI 认知系统与信息处理专委会

Email: csip2020-2020@163.com

手机号: 15952525480