



开放科学
(资源服务)
标识码
(OSID)

基于用户心理特征的双微耦合网络舆情演化模型

张志霞 张俞

西安建筑科技大学管理学院 西安 710055

摘要: [目的/意义] 利用传染病模型构建基于用户心理特征的双微耦合网络舆情演化模型,为网络舆情的危机应对和正确引导提供参考。[方法/过程] 选用微博微信社交平台构建双微耦合网络,利用改进传染病模型模拟网络舆情在双微耦合网络中横纵向传播过程,通过仿真实验分析基于用户心理特征的双微耦合网络舆情演化机理。[局限] 在案例选取和数据处理方面还有一定局限。[结果/结论] 仿真实验发现耦合作用能加速舆情传播,控制舆情传播要求对双微平台同时采取措施。猎奇心理对用户舆情传播影响较小,权威效应提高会使网络中传播者下降 3%,从众心理过大会导致传播者数量增加 6%。改进 $SEIR$ 构建的舆情演化模型能够有效揭示社交媒体耦合网络舆情演化机制及用户心理特征对舆情演化的影响,可为相关部门舆情预防和控制提供参考。

关键词: 网络舆情; $SEIR$; 双微耦合网络; 用户心理特征

中图分类号: G35 TP391

Public Opinion Evolution Model of Dual Micro-coupling Network Based on User's Psychological Characteristics

ZHANG Zhixia ZHANG Yu

Department of Management, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China

Abstract: [Objective/Significance] This paper constructs a double micro-coupling network public opinion evolution model based on the users' psychological characteristics by using the epidemic model, which provides a reference for the crisis response and correct guidance of the network public opinion. [Methods/Processes] Using the social platform of micro-blog and wechat to build a dual micro-coupling network, the paper simulates the process of public opinion spreading in the dual micro-coupling network by using the improved epidemic model, the evolution mechanism of public opinion in dual micro-coupling network based on

基金项目 陕西省自然科学基金“基于用户画像的社交媒体耦合网络舆情演化及预警机制研究”(2022JM-416)。

作者简介 张志霞(1973-), 博士, 副教授, 研究方向为复杂系统优化与决策研究; 张俞(1997-), 硕士研究生, 研究方向为系统模拟与仿真, E-mail: 2187842365@qq.com。

引用格式 张志霞, 张俞. 基于用户心理特征的双微耦合网络舆情演化模型[J]. 情报工程, 2023, 9(3): 114-126.

users' psychological characteristics is analyzed through simulation experiments. [Limitations] there are limitations in case selection and data processing. [Results/Conclusions] The simulation results show that the coupling effect can accelerate the public opinion communication, and the control of public opinion communication requires taking measures to dual micro-platforms at the same time. The psychology of novelty-seeking has little influence on the communication of users' public opinion. The increase of authority effect will cause the number of disseminators to drop by 3%, while the increase of Crowd psychology will cause the number of disseminators to increase by 6%. The improved SE^2R model can effectively reveal the evolution mechanism of online public opinion coupled with social media and the influence of users' psychological characteristics on the evolution of public opinion.

Keywords: Internet public opinion; SE^2R ; Double micro-coupled network; User psychological characteristics

引言

网络媒体在信息社会蓬勃发展的背景下对舆情传播的影响越来越大, 微博、微信社交平台最具代表性。据 2021 年媒体平台财报统计, 微博与腾讯平台的月活跃用户分别达到 5.73 亿和 12.6 亿, 二者庞大的用户群体使社交网络逐渐呈现出以双微(微博与微信)网络为中心, 跨平台用户社交行为的叠加舆情传播效应, 这就造成耦合网络结构更为复杂, 用户的传播行为特征更为多变。如何提升社交媒体网络舆情监督和治理效能, 研究双微耦合网络舆情演化机理就凸显其重要的理论价值。

网络平台作为舆情演化的载体平台近年来一直是学术界的研究热点, 随着研究的深入开展, 学者们发现舆情的传播不只是局限于个体网络平台, 而是需要研究异质性网络的耦合机理以模拟网络舆情的实际传播过程。魏静等^[1]通过建立线上线下耦合网络, 以随机传播为耦合网络层间传播规则, 发现了耦合网络能够促进舆情的传播。朱恒民等^[2]和 Zhang 等^[3]采用 Price 网络和 WS 网络模拟线上线下网络层, 通

过一定的关系连接设计了耦合网络, 结果发现线上线下耦合网络扩大了舆情传播的速度和广度。陈帅^[4]为研究跨平台舆情演化过程, 构建了包含微信层、微博层、控制层的多层耦合网络, 揭示了网络舆情跨平台传播效应。杨磊等^[5]构建的跨平台社交网络舆情传播模型能较准确地描述舆情在真实环境中的传播特性。Zhu 等^[6]考虑到节点在不同网络中具有异质性的特征, 研究了异质性节点对耦合网络社会传播的影响。由此可见, 研究耦合网络的舆情演化能更好地模拟现实网络中舆情的传播过程。

常见的网络舆情演化研究方法有元胞自动机模型^[7]、Sznajd^[8]模型和传染病模型等。其中, 由于传染病模型的传播机理更加符合现实的舆情演化过程, 被广泛应用于舆情演化研究中。针对不同的研究对象, 传染病模型被不断改进。Li 等^[9]提出了新的舆情演化 $HK-SEIR$ 模型, 该模型把民意融合和传染病模型结合起来, 使得该模型更接近舆情交互规则。Yi 等^[10]引入内部感染率和外部感染率对 SIR 模型改进, 建立了适用于社交网络的广告传播模型。Bernardes 等^[11]把 Sznajd 观点扩散模

型和 SIR 传染病模型结合起来, 研究分析了相互冲突的观点如何在大环境中传播。Rui 等^[12]提出了一种基于离散时间仿真的分析扩散过程的 $SPIR$ 模型, 该模型能够更精确地描述信息扩散过程。祁凯等^[13]在内外因素因素影响下基于 $SEIR$ 构建网络舆情传播模型, 通过仿真发现舆情演化规律。

舆情的传播和演化往往与社交平台参与主体的行为特征密切相关, 而支配行为的心理学因素逐渐被纳入舆情演化的研究中。庞庆华等^[14]探讨了意见领袖影响下舆情参与主体的策略选择及相互关系, 发现意见领袖会显著影响博弈主体的行为并最终影响负面舆情走向。李亚男等^[15]从认知心理学角度入手, 构建了个体观点演化模型, 结果显示网民心理参考点会影响其个体观点。Wang 等^[16]结合个体认知心理学与传统 $SEIR$ 模型构建了在线社交网络信息传播 (OSIS) 模型, 魏静等^[17]引入了信息质量变量和个体信任阈值构建了两阶段观点演化模型, Yin 等^[18]基于心理学理念将网络主体看作为社会人, 提出了一种基于智能体的网络意见形成模型。

综上所述, 学者们从耦合网络、传染病模型和用户心理特征的角度已经做了一些研究并取得了一定的研究成果。然而, 目前关于耦合网络的研究主要集中于线上线下耦合, 但是在全媒体时代, 受众群体众多的双微平台已经成为人们获取信息、传播信息的主要渠道, 因此本文拟基于节点度关系构建双微耦合网络以模拟真实的舆情信息传播过程。另外, 由于网络中每一个用户都是具有不同行为特征的独立个体, 原有借助概率描述网络用户状态转移无法

反映用户的心理特征, 因此本文考虑从用户心理特征出发研究用户状态的转移, 在此基础上对传染病模型进行改进, 建立基于 $SEIR$ 的双微耦合网络演化模型, 通过对该模型的仿真分析, 以期进一步解释现实社会网络中舆情演化的动态特征和作用机理。

1 载体网络构建

1.1 微博网络构建

互联网网络中节点的度服从幂律分布, Barabasi 和 Albert 提出的 BA 无标度网络模型能够仿真现实中的社交网络。微博、微信作为网络舆情演化的载体平台也具有无标度网络特性, 因此可以借助无标度网络来建立微博、微信的网络结构。考虑到 BA 网络聚集系数不高, 在 BA 模型的基础上引入加边机制, 以改进 BA 模型团簇系数不高的缺点, 从而更接近于实际网络。

在微博网络平台上, 用户是通过关注他人或相互关注来建立用户间的关系, 然后通过用户间关系进行信息传播。按照复杂网络构建思想, 抽取微博用户为网络中的节点, 用户间关系为有向边, 构建微博社交平台的有向无标度网络。基于 BA 模型的增长特性和优先连接特性, 构建过程如下:

Step1: 增长连接。从一个初始具有 m_0 个节点的网络开始, 每次引入一个新的节点 D , 该节点带有 c 个出度, g 个入度。把该节点与网络中已存在的 m 个节点连接。其中, $c < m$, $g < m$, $m < m_0$ 。

Step2: 优先连接。新节点作为弧尾时, 与网络中已存在的节点 i 相连的概率 Π_i 为 $\frac{k_i}{\sum_j k_j}$ 。其中, k_i 表示节点 i 的入度, $\sum_j k_j$ 表示网络中所有已存在的节点的入度之和; 新节点作为弧头时, 与网络中已存在的节点 i 相连的概率 Λ_i 为 $\frac{a_i}{\sum_j a_j}$ 。其中, a_i 表示节点 i 的出度, $\sum_j a_j$ 网络中所有已存在的节点的出度之和。

Step3: 加边。新结点与已经存在于系统中的结点按照概率 p 再增加 2 个有向边, 选取加入到系统最早的且未与新结点相连的结点。

1.2 微信网络构建

在微信平台上, 用户通过互相添加好友建立关系并使用线上聊天、查看朋友圈等方法传播信息。同时, 随着用户对信息传播速度和广度等性能需求的增加, 群聊也成为信息传播的重要方式。因此, 微信网络需要刻画一对一和一对多的传播关系, 首先构造一对一微信传播网络, 基于增长特性和优先连接特性, 构建过程如下:

Step1: 增长连接。从一个初始具有 m_0 个节点的网络开始, 每次引入一个新的节点 D , 并把该节点和网络中已存在的 m 个节点进行连接, 其中 $m < m_0$ 。

Step2: 优先连接。新节点与已知节点相连接的概率 Π_i 为: $\Pi_i = \frac{k_i}{\sum_j k_j}$ 。其中 k_i 表示节点 i 的度, $\sum_j k_j$ 表示网络中所有已存在的节点的度之和。

Step3: 加边。新结点与已经存在于系统中的结点按照概率 p 再增加 1 个无向边, 选取加

入到系统最早的且未与新结点相连的结点。

然后根据微信群聊结构特征, 在上述构建的网络中随机选取节点与该节点相邻节点和二阶节点随机连接, 形成包含一对一传播和群传播的微信社交网络。

1.3 双微耦合网络构建

在微博微信双层网络中, 每层的节点具有不同的特性, 相同度的节点在不同网络层之间具有很强的关联性, 他们在结构上相互依赖, 在信息传递过程中相互作用, 具有耦合效应。作为微博和微信社交平台的用户都有自己的登录账号, 用户在一种社交网络平台上比较活跃时, 一般在另一种社交平台上也会比较活跃^[19]。因此, 当用户在一种载体网络中节点度较高时, 在另一种网络中节点度也相应较高。根据这一节点度对应特征, 本文构建了以用户为节点、户间的关系为边的耦合网络, 具体步骤如下:

Step1: 通过增长和优先连接分别构建节点数相同的微博有向无标度网络和微信无向无标度网络。

Step2: 分别对两种网络中的节点按节点度的大小进行排序。如图 1 所示, 在微博网络中节点 B_i 的排序为 $B_2 \geq B_3 > B_1 > B_4 \geq B_5$, 在微信网络中节点 X_i 的排序为 $X_1 > X_2 \geq X_3 \geq X_4 \geq X_5$ 。

Step3: 根据节点对应特征对网络中的节点进行对应连接, 形成以节点耦合的耦合网络, 如图 1 所示, 微博网络中的节点 B_2 与微信网络中的节点 X_1 为同一个用户。

Step4: 对网络中的节点再次进行标号, 构成耦合网络。

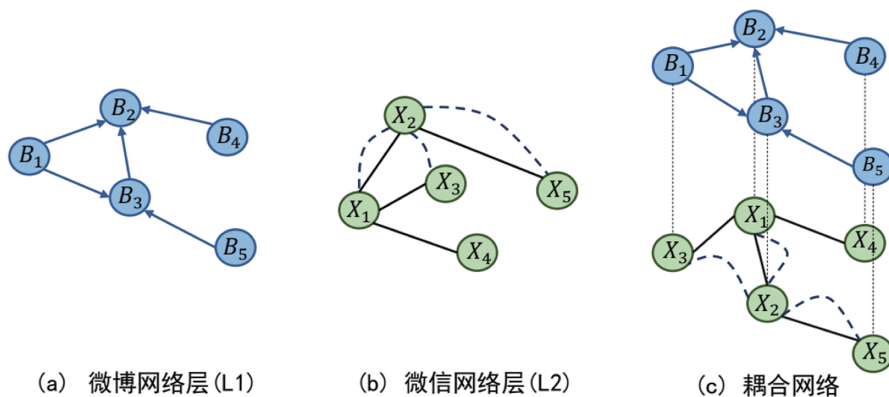


图1 耦合网络构建

2 基于用户心理特征的 $SEIR$ 模型构建

2.1 用户心理特征

在舆情传播过程中用户的状态转移往往受用户心理的影响,因此,分析用户的心理特征能较好的描述耦合网络中节点的状态转移。根据用户画像心理特征分类和文献[16]的研究成果,结合网络用户的认知特性,本文确定从用户的从众心理、权威效应、猎奇心理三个方面刻画用户的心理特征。

(1) 权威效应。网络中具有一定数量关注者的用户一般不会轻易发声成为传播者,但是其在网络上发声后,往往会引起关注者们的观点认同和追随,用户这种心理特征称为用户的权威效应。

(2) 从众心理。根据沉默的螺旋理论,在社交网络中用户会不自觉的受群体行为的影响,以多数人的意见为准则来改变自己的态度和行为,即用户的状态改变会随着周围用户状态改变而变化,用户的这种心理特征被称为用户的

从众心理。

(3) 猎奇心理。在舆情传播中用户总是对还未广泛传播的信息表现出极强的兴趣。

2.2 $SEIR$ 模型及用户状态分类

根据微博和微信平台的舆情传播过程,在传统的 $SEIR$ 模型的基础上,本文构建了适用于耦合网络环境的舆情传播模型 $SEIR$,其基本原理如图2所示。

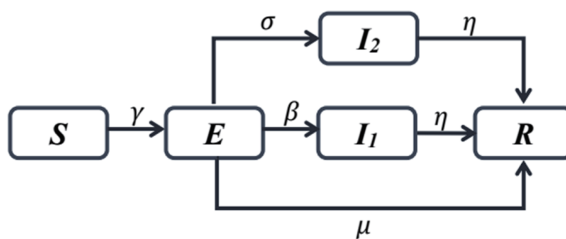


图2 $SEIR$ 原理

与传统的 $SEIR$ 模型相比, $SEIR$ 引入了层间传播者 I_2 来描述用户在微博(微信)网络传播舆情的同时,也把舆情向微信(微博)网络传播,通过增加这一类节点的活动以实现模拟现实网络中舆情横、纵向传播的复杂过程的目的。

为了构建 $SEIR$ 模型, 在不失真情况下对耦合网络进行了适当简化, 假设:

(1) 耦合网络是一个静态网络, 在演化过程中网络结构、节点总数不变。

(2) 在任一时间步长内, 遍历网络中所有节点。

(3) 免疫者退出舆情传播后, 不再参与舆情传播。

(4) 演化过程趋于稳态时, 允许存在各类状态的节点。

在耦合网络中, 节点状态分为:

(1) 未知状态 S 。该节点未受舆情影响, 不知相关信息。

(2) 观望状态 E 。该节点接受其它节点传播的信息后已经得知舆情内容, 但尚未传播。

(3) 层内传播状态 I_1 。该节点把舆情内容传播给该层网络的相邻节点。

(4) 层间传播状态 I_2 。该节点把舆情内容传播给该层网络的相邻节点后, 又向另一层网络的相邻节点进行传播。

(5) 免疫状态 R 。网络中的节点对此次舆情失去兴趣并停止在网络中传播。

2.3 用户层内状态转移规则

(1) 未知状态的转移

当某一用户处于 S 状态, 其相邻的用户中存在处于 I_1 或 I_2 状态的用户时, 相邻用户将会把信息传播给处于 S 状态的用户, 该用户会从 S 状态变为 E 状态。

(2) 观望状态的转移

在现实网络舆情传播过程中, 当用户处于 E 状态时, 用户状态的转移同时受从众心理、

权威效应和猎奇心理的影响。

在从众心理影响下, 用户状态受其周围用户状态的影响, 其状态转移概率为:

$$A = \frac{\left(1 - e^{-\frac{g(t)}{k}}\right) - \left(1 - e^{-\frac{m(t)}{k}}\right)}{1 - \frac{1}{e}} \quad (1)$$

其中, $g(t)$ 表示与该节点相连且处于 I_1 和 I_2 状态的节点数量, $m(t)$ 表示与该节点相连且处于 R 状态的节点数量, $A \in [-1, 1]$ 。当 $g(t)=k$ 时, $A=1$, 表示该节点的相邻节点都处于传播状态, 该节点极易变成传播状态。当 $m(t)=k$ 时, $A=-1$, 该节点的相邻节点都处于免疫状态, 该节点极易变成免疫状态。

对于具有权威效应的用户, 由于其影响力过大, 不会轻易传播信息并变成 I_1 和 I_2 状态, 其状态转移概率可以表示为:

$$B = 1 - \frac{k}{k_{max}} \quad (2)$$

其中, k 表示该节点在网络中的度, k_{max} 表示网络中最大的节点度, $B \in [0, 1]$ 。当 k 越大时, B 值越小, 该节点越不易变成传播状态。反之, 则 B 值越大, 节点越易变为传播状态。

猎奇心理与舆情传播的热度和相邻处于 I_1 或 I_2 状态的节点比例有关, 可以表示为:

$$C = e^{-\frac{g(t) \times g(t)}{N \times k}} \quad (3)$$

其中, $g(t)$ 表示与该节点相连处于未知状态的节点数量; N 为网络中节点总数, k 为该节点的度数, $C \in \left[\frac{1}{e}, 1\right]$ 。当 $\frac{g(t)}{N}$ 越小, 说明舆情热度越小, 用户的猎奇心理越大。

当用户 E 状态的转移同时受从众心理、权威效应和猎奇心理的影响时, 其状态转移概率为:

$$p(t) = A \times B \times C =$$

$$\frac{\left(1 - e^{-\frac{g(t)}{k}}\right) - \left(1 - e^{-\frac{m(t)}{k}}\right)}{1 - \frac{1}{e}} \times \left(-\frac{k}{k_{max}}\right) \times e^{\frac{-g(t)}{N} \times \frac{g(t)}{k}} \quad (4)$$

在给定阈值 γ 的前提下, 当 $p(t) > \gamma$ 时, 用户状态变为 I_2 ; 若给定阈值 θ , 当时 $\gamma > p(t) > \theta$, 用户变为 I_1 状态。若给定阈值 ε , 当 $p(t) < \varepsilon$, 即为 R 状态。

(3) 传播状态的转移

当用户处于 I_1 或 I_2 状态时, 用户通过层内传播和层间传播在耦合网络中进行舆情传播。此时, 用户状态转移受时间效应和周围用户状态的影响。随着时间推移, 处于 I_1 或 I_2 状态的节点会对传播舆情失去兴趣; 若相邻处于 S 状态的节点越来越少时, 某一节点也会逐渐降低舆情传播的概率, 最终使舆情传播者停止传播变成免疫者, 则用户 I_1 或 I_2 状态转移的概率为:

$$q(t) = e^{-\frac{1}{t}} \times \left(1 - \frac{e(t)}{k}\right) \quad (5)$$

其中, $e(t)$ 表示节点周围处于未知状态的概率。

率。 $\left(1 - \frac{e(t)}{k}\right) \in [0, 1]$, $e^{-\frac{1}{t}} \in \left[\frac{1}{e}, 1\right)$ 。若给定阈值 σ , 当 $q(t) > \sigma$ 时, 用户从 I_1 或 I_2 状态转移为 R 状态。

2.4 用户层间状态协同规则

在耦合网络中, 一个用户在同一时刻只有一种状态, 据此建立用户层间状态协同规则, 图 3 描述 t 时刻用户经过层间状态协同从 $s_2(t)$ 状态到 $s_3(t)$ 状态的过程, S 状态节点层间协同规则为:

(1) 当另一层的状态为 R 时, 同步更新为 R 状态。例如, 图 3 中节点 18 在 $s_2(t)$ 中 $L1$ 和 $L2$ 层分别处于为免疫和未知状态, 在 $s_3(t)$ 中则同步更新为免疫状态。

(2) 当另一层的状态为 I_2 时, 同步更新为 I_2 状态, 如节点 13。

(3) 当另一层的状态为 I_1 时, 则更新为 E 状态, 如节点 21。

(4) 当另一层的状态为 E 时, 同步更新为 E 状态, 如节点 16。

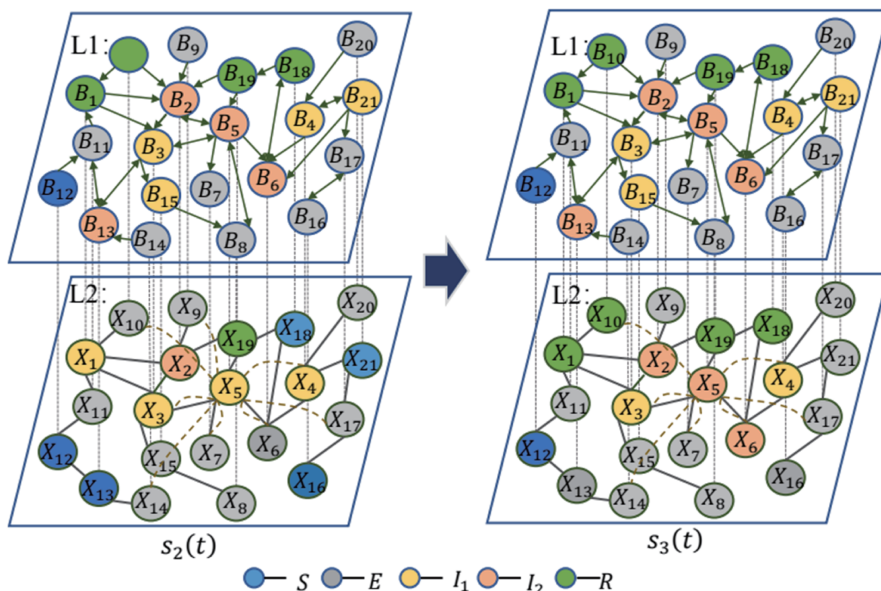


图 3 层间状态协同过程图

E 状态节点层间协同规则为:

(1) 当另一层的状态为 R 时, 同步更新为 R 状态, 如节点 10。

(2) 当另一层的状态为 I_2 状态时, 同步更新为 I_2 状态, 如节点 6。

(3) 当另一层的状态为 I_1 时, 仍为 E 状态, 如节点 15。

I 状态节点层间协同规则为:

(1) 当另一层的状态为 R 时, 同步更新为 R 状态, 如节点 1。

(2) 当另一层的状态为 I_2 状态时, 同步更新为 I_2 状态, 如节点 5。

3 案例验证与 $SEIR$ 模型仿真

3.1 案例验证

2022 年 10 月 29 日, 由于郑州富士康厂区内疫情未得到控制, 叠加部分员工的恐慌, 以及由于疫情封控致使厂区内可能存在的物资短缺问题, 促使了众多员工决定返乡。随后,

大批郑州富士康员工徒步返乡的照片、视频在网络上迅速传播, 迅速引发了网络舆情。截止 2022 年 11 月 1 日, 有关“郑州富士康员工返乡事件”的新闻报道已达 3.2 万篇。本文将以该事件为例, 对基于用户心理特征的双微耦合网络模型的有效性进行验证, 并通过调整相关参数分析用户心理特征对舆情演化的影响。

本文选择的案例“郑州富士康员工返乡事件”数据来源于舆情平台“知微见事”中。选取 2022 年 10 月 29 日—11 月 11 日的微博、微信分平台和全局平台上每日产生的信息条数作为源数据。其中, 由于微信数据的私密性, 微信分平台上数据仅来源于微信公众号, 考虑到本文模型包含微信所有传播渠道, 在分析微信的圈群传播数据特征下对微信分平台和全局平台数据进行合理修正。对数据进行修正处理后, 设耦合网络中用户数量为 4500, 得到微信传播、微博传播和耦合传播下传播者比例随时间变化关系, 分别记为 $I_1(t)$ 、 $I_2(t)$ 、 $I_3(t)$, 如表 1 所示。

表 1 案例相关数据

日期	全局平台	$I_1(t)$	微博	$I_2(t)$	微信	$I_3(t)$
10.29	0	0.000	0	0.000	0	0.000
10.30	1047	0.349	776	0.310	83	0.104
10.31	2093	0.698	1568	0.627	288	0.360
11.1	813	0.271	610	0.244	112	0.140
11.2	503	0.168	343	0.137	118	0.148
11.3	687	0.229	363	0.145	207	0.259
11.4	256	0.085	132	0.053	101	0.126
11.5	108	0.036	60	0.024	36	0.045
11.6	31	0.010	6	0.002	21	0.026
11.7	35	0.012	8	0.003	27	0.034
11.8	42	0.014	17	0.007	8	0.010
11.9	188	0.063	102	0.041	23	0.029
11.10	49	0.016	36	0.014	9	0.011
11.11	35	0.012	15	0.006	6	0.008
11.12	13	0.004	6	0.002	5	0.006

首先对原始数据数据进行三次样条插值后获得 31 组数据作为案例数据。其次按照前文构建载体网络并在参考相关文献 [20] 的基础上设置微博、微信网络结构参数,其中,微博网络结构参数设置为: $m_0=3$ 、 $c=2$ 、 $g=2$;微信网络结构参数设置为: $m_0=3$ 、 $c=2$ 。依据节点对应特征连接微博微信网络,形成节点数为 3000 的双微耦合网络。同时,按照本文 2.3 和 2.4 节用户层内状态转移和层间状态协同规则构建舆情演化模型。最后设置仿真周期为 31 进行模型仿真实验,仿真次数为 30 次,取其平均值作为仿真结果。层内状态转移初始参数设置见表 2。

仿真结果如图 4 所示,图中横纵坐标分别表示事件发酵的全周期和网络中传播者所占比例, $I_1'(t)$ 、 $I_2'(t)$ 、 $I_3'(t)$ 分别表示案例数据中微博、微信及双微耦合网络中的传播者所占比例随时

间变化的情况, $I_1(t)$ 、 $I_2(t)$ 、 $I_3(t)$ 则表示其对应仿真中的变化情况。两种情况下传播者曲线都是一个先增后减的过程,这是由于传播状态是一个过渡状态,最终网络中的传播者几乎都会变成免疫者。同时,在双微网络及其耦合网络上传播者的数量变化的趋势基本相同,通过分析可知,所构建的模型具有一定的适用性。

表 2 层内状态转移初始参数表

参数名称	参数含义	参数值
μ	SR 阈值	-0.70
β_1	L2 中 E-I ₁ 阈值	0.60
β_2	L1 中 E-I ₁ 阈值	0.55
σ_1	L2 中 E-I ₂ 阈值	0.67
σ_2	L1 中 E-I ₂ 阈值	0.62
η_1	L2 中 I-R 阈值	0.80
η_2	L1 中 I-R 阈值	0.63

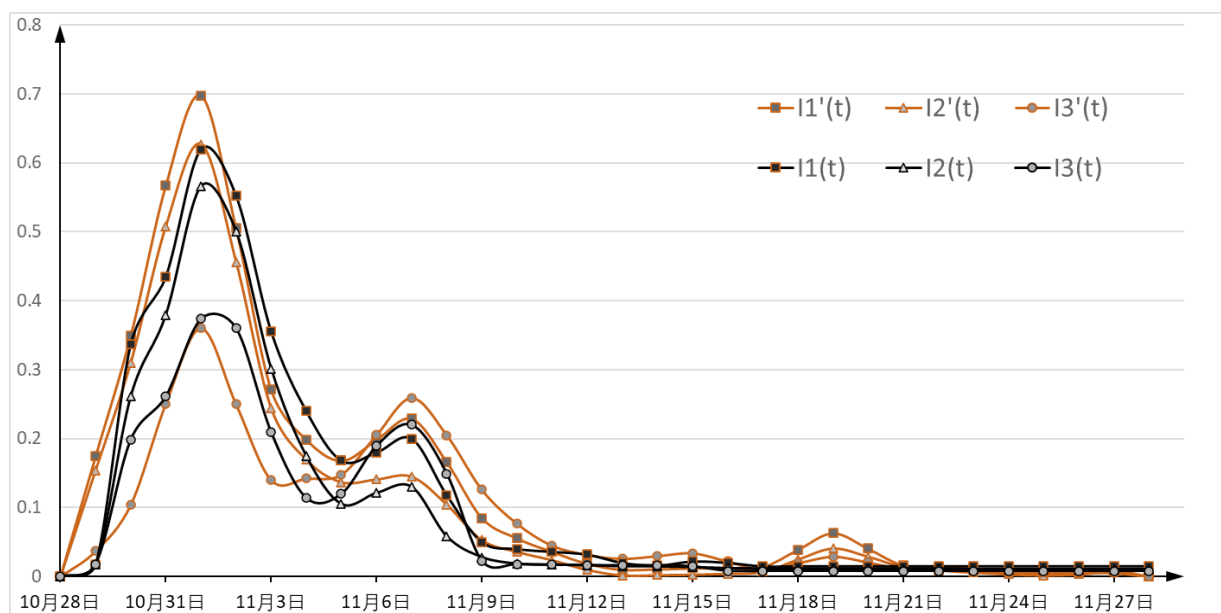


图 4 案例不同平台传播仿真

3.2 耦合网络对舆情演化的影响

为探究耦合作用对舆情传播的影响,分别

模拟舆情在双微耦合网络、微信单网络和微博单网络上的演化情况。仿真结果如图 5 所示,

图 (a)-(e) 分别表示在 $t=5$ 时双微耦合网络 (CN)、耦合网络中微博单网络 (WB)、耦合网络中微信单网络 (WX)、微博网络 (WBS)、微信网络 (WXS)

五种载体平台上舆情传播情况。图中蓝色部分代表传播者，绿色代表未知者，红色为观望者，黄色为免疫者。

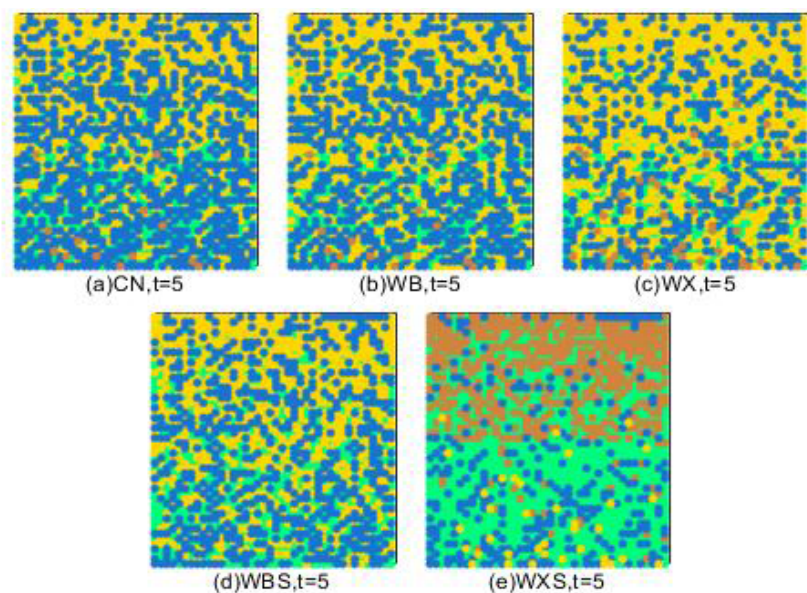


图 5 不同载体网络下舆情传播情况

分析图 5 可知，与单网络相比，舆情在耦合网络 (CN) 上的蓝色区域所占比例，即在同一时间耦合网络中的传播者数量多于单网络中传播者数量。这表明在耦合网络中舆情更大传播速度显著增加、传播范围明显扩大。分别对比图 5(b) 和图 5(d)、图 5(c) 和图 5(e)，可以发现，在耦合作用的加成下舆情在单网络中的传播速度显著增加、传播范围明显扩大。结果表明，在耦合作用下信息的跨层传播使其在单网络中的传播更加快捷，进一步导致双微耦合网络中信息传播呈现出速度快、范围广的特点，也使网络舆情热度显著提升。这也表明，随着社交网络平台种类的增多和普及，网络用户多平台间的信息互动会不断提高，舆情传播将不断加速。

耦合作用主要通过双微耦合网络内部信息

的跨层传播体现，为探究信息的跨层传播对双微耦合网络信息传播的影响的差异性，在其他参数不变的情况下，分别探究参数 σ_1 、对双微耦合网络信息传播的影响，并设置四组参数值： $\sigma_1=0.6$ 、 $\sigma_2=0.6$ ； $\sigma_1=0.6$ 、 $\sigma_2=0.7$ ； $\sigma_1=0.7$ 、 $\sigma_2=0.6$ ； $\sigma_1=0.7$ 、 $\sigma_2=0.7$ 。舆情演化过程如图 6 所示，其中图 6 (a)~(c) 为在四组不同参数下网络中传播者、层内传播者、层间传播者数量的演化趋势。

如图 6 所示，随着耦合网络中微信单网络层间传播阈值的增加，耦合网络中传播者的总量变化幅度较小，层内传播者数量减小，层间传播者数量增大；当耦合网络中微博单网络层间传播阈值增加时，耦合网络中传播者总量的变化幅度同样较小，层内传播者数量增大，层间传播者数量减小。由此可知，单一控制微博或微信层间传播者的数量并不能显著控制舆情

传播。在第四组参数下,即同时控制微博微信层间传播者数量,由图 6(a) 可知耦合网络中传播者的总量明显降低。这表明在舆情传播中,同时控制双层网络的跨层传播行为,网络层间

互动会显著降低,会减缓信息在不同媒体间的传播。因此在舆情治理的过程中不能只控制单一平台的用户跨层传播,需要双管齐下,同时控制各个平台的跨层传播能有效进行舆情管控。

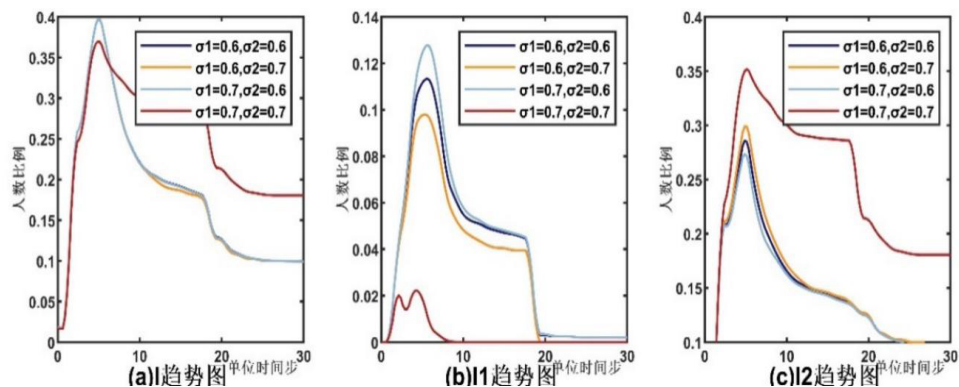


图 6 层间传播参数对舆情传播影响

用户心理特征在用户传播舆情过程中起着重要作用,为探究用户心理特征对舆情演化的影响,分别探究用户在从众心理、权威效应和猎奇心理的作用下的演化过程。为此设计四种情景,情景

一为综合考虑用户在三种心理特征下的舆情演化,以此作为对照组;情景二、三、四是在情景一的基础上分别设置用户猎奇心理、权威效应和从众心理为1下的舆情演化。仿真结果如图7所示。

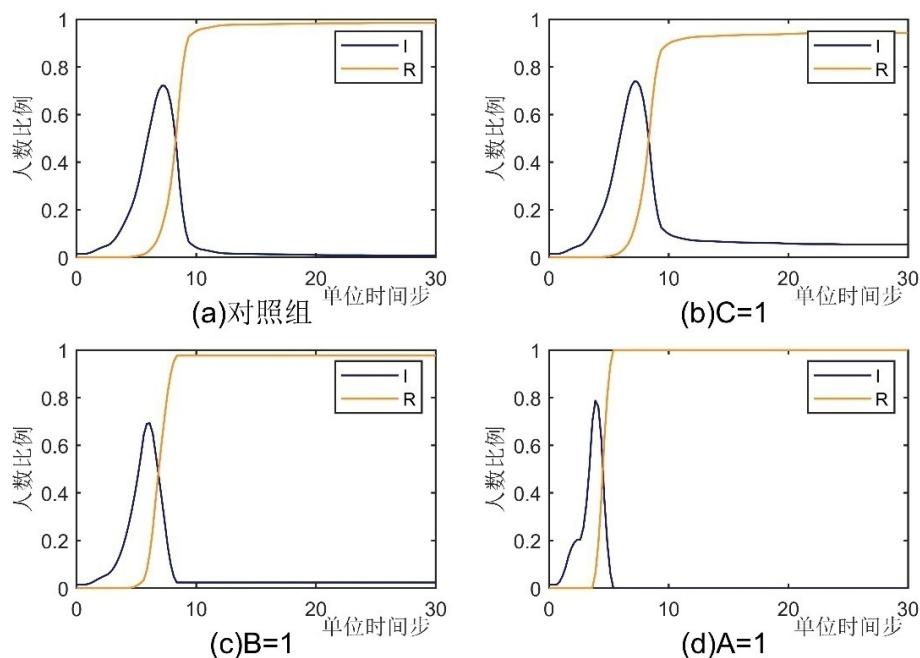


图 7 用户心理特征对舆情演化的影响

分析图 7(a)~(d) 可知, 当 $C=1$ 时, 即网络用户猎奇心理最大时, 传播者比例仅增加 0.01, 表明放大网络中所有节点的猎奇心理对舆情传播速度及范围影响甚微。当 $B=1$ 时, 网络用户权威效应最大, 传播者比例下降 0.03, 即当网络中用户充分考虑自身权威效应时, 舆情传播范围将会减小。这表明用户在发表个体意见时, 要考虑自身的权威效应, 否则会起到推波助澜的作用, 使得信息迅速扩散。当 $A=1$, 此时网络用户从众心理被放大, 传播者比例增加 0.06, 即网络中用户受从众心理过大影响时, 舆情传播速度会增快, 传播范围会扩大。这表明用户容易受到从众心理的影响, 用户保持理时舆情传播比较平缓, 盲目跟风则会使得舆情迅速爆发。因此在舆情治理和预防中相关部门需要考虑用户的心理特征对舆情演化的影响, 尤其是用户权威效应和从众心理对舆情演化的影响。

为了验证仿真结果准确性, 结合“郑州富士康员工返乡事件”整个案例事件分析。2022 年 10 月 29 日, 郑州富士康员工徒步返乡这一消息开始在微信聊天和群聊中传播, 随后两个小时内由于微信用户从众心理以及猎奇心理使网络中的传播者数量持续上升。随后用户的跨网络传播使舆情逐渐在微博上传播形成双微耦合网络传播情况。对比舆情平台所呈现的传播趋势, 发现形成耦合网络传播后, 舆情的传播速度和范围都明显增加, 这验证了耦合作用能够加速舆情传播速递、扩大舆情传播范围。在事件发生的第二天起, “大河报”“中青在线”等权威用户发声后, 耦合网络用户在权威心理的驱动下传播速度减缓。至 2022 年 11 月 2 日, 郑州市政府、富士康等权威官方的发声逐步使

事件热度开始下降。

4 结论

本文以微博、微信耦合网络为载体网络, 使用改进的 SE^2R 模型研究了社交媒体耦合网络对网络舆情的演化的影响。同时, 引入用户心理特征, 从用户的从众心理、权威效应、猎奇心理三个方面研究其对网络舆情演化的影响。研究发现, 耦合作用能显著加快舆情的传播速度, 扩大舆情传播的范围, 增加舆情热度。当单一网络层间传播者数量减少时并不能有效降低舆情热度, 因此在舆情治理的过程中不能仅依靠减少单一平台层间传播者来治理舆情, 需要同时控制各平台跨层传播。研究用户心理特征, 发现用户猎奇心理并不会显著影响舆情的传播, 权威效应会使舆情传播范围减小, 从众心理会扩大舆情传播范围、增加舆情传播速度。因此, 在舆情防范与治理时, 应该综合考虑网络间的耦合作用和用户心理特征, 要密切注意网民的从众心理, 及时引导网络用户中意见领袖的观点表达, 同时规范网民的权威心理和猎奇心理。虽然本文的研究在一定程度上解释了真实社会网络中的舆情传播规律, 然而, 模型中的仿真参数仅根据已有研究和经验设置的, 与现实中的网络还有所差别, 在后续研究中, 还需要选择现实案例做进一步的研究。

参考文献

- [1] 魏静, 丁乐蓉, 朱恒民, 等. 全媒体时代基于情感 and 耦合网络的舆情传播模型研究 [J]. 情报杂志, 2020, 39(8): 110-116.
- [2] 朱恒民, 杨柳, 马静, 等. 基于耦合网络的线上线下互动舆情传播模型研究 [J]. 情报杂志, 2016,

- 35(2): 139-144, 150.
- [3] Zhang S, Wu Z. Coevolution Model for Public Opinion Information Based on Coupling Network[J]. Boletin Tecnico/Technical Bulletin, 2017, 55(7): 432-438.
- [4] 陈帅. 基于多层耦合网络的舆情传播控制研究 [J]. 系统仿真学报, 2020, 32(12): 2353-2361.
- [5] 杨磊, 封永雪, 侯贵生, 等. 个体因素与外部环境共同作用下的跨平台社交网络舆情传播模型研究 [J]. 现代情报, 2021, 41(3): 138-147, 158.
- [6] Zhu S, Zhu X, Wang J, et al. Social contagions on multiplex networks with heterogeneous population[J]. Physica, A. Statistical mechanics and its applications, 2019, 516: 105-113.
- [7] 钱亚飞. 复杂网络上的舆情演化模型研究现状与展望 [J]. 现代计算机, 2019(22): 43-46.
- [8] 任立肖, 张亮, 杜子平, 等. 复杂网络上的网络舆情演化模型研究述评 [J]. 情报科学, 2014, 32(8): 148-156.
- [9] Li Q, Du Y, Li Z, et al. HK-SEIR model of public opinion evolution based on communication factors[J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2021, 100.
- [10] Yi J, Liu P, Tang X, et al. Improved SIR Advertising Spreading Model and Its Effectiveness in Social Network[J]. Procedia Computer Science, 2018, 129: 215-218.
- [11] Bernardes A, Ribeiro L. Information, opinion and pandemic[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2021, 565.
- [12] Rui X, Meng F, Wang Z, et al. SPIR: The potential spreaders involved SIR model for information diffusion in social networks[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2018, 506:254-269.
- [13] 祁凯, 彭程, 杨志, 等. 基于 SEIR 演化博弈模型的突发危机事件网络舆情治理研究 [J]. 现代情报, 2022, 42(4): 120-133.
- [14] 庞庆华, 王钰. 意见领袖影响的微博负面舆情演化博弈分析 [J]. 武汉理工大学学报 (信息与管理工程版), 2022, 44(1): 117-124.
- [15] 李亚男, 戴建华. 基于动态参考点的网络舆情个体观点演化建模研究 [J]. 情报理论与实践, 2020, 43(11): 122-128.
- [16] Wang Y, Li G. The Spreading of Information in Online Social Networks through Cellular Automata[J]. Complexity, 2018(2).
- [17] 魏静, 贾宇广, 朱恒民, 等. 基于舆情当事人信息质量及群众信任阈值的观点演化研究 [J]. 情报杂志, 2022, 41(2): 126-133.
- [18] Yin W, Wang H, Yin P, et al. Agent-based opinion formation modeling in social network: A perspective of social psychology[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2019, 532.
- [19] 陈帅. 基于 SEIR 的双层社交网络舆情传播研究 [J]. 情报探索, 2020(09): 29-36.
- [20] 魏静, 黄阳江豪, 朱恒民. 基于耦合网络的社交网络舆情传播模型研究 [J]. 现代情报, 2019, 39(10): 110-118.