

基于SEIR模型的网络热搜话题传播仿真研究

殷艳艳, 王克克, 田姣姣, 李默, 薛雅心, 卢春雨, 赵云鹏

引用本文

殷艳艳, 王克克, 田姣姣, 李默, 薛雅心, 卢春雨, 赵云鹏. [基于SEIR模型的网络热搜话题传播仿真研究](#)[J]. 计算机科学, 2024, 51(6A): 230500107-6.

YIN Yanyan, WANG Keke, TIAN Jiaojiao, LI Mo, XUE Yaxin, LU Chunyu, ZHAO Yunpeng. [Study on Communication Simulation of Online Hot Search Topics Based on SEIR Model](#) [J]. Computer Science, 2024, 51(6A): 230500107-6.

相似文献推荐 (请使用火狐或 IE 浏览器查看文章)

Similar articles recommended (Please use Firefox or IE to view the article)

[动态路网下城市交通事故风险预测模型研究与实现](#)

Research and Implementation of Urban Traffic Accident Risk Prediction in Dynamic Road Network
计算机科学, 2024, 51(6A): 230500118-10. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.230500118>

[基于SAMNV3的滚动轴承智能故障诊断方法](#)

Intelligent Fault Diagnosis Method for Rolling Bearing Based on SAMNV3
计算机科学, 2024, 51(6A): 230700167-6. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.230700167>

[基于LSTM和注意力机制的远程会诊需求预测](#)

Forecasting Teleconsultation Demand Based on LSTM and Attention Mechanism
计算机科学, 2024, 51(6A): 230800119-7. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.230800119>

[基于机器学习的异常流量检测模型优化研究](#)

Study on Optimization of Abnormal Traffic Detection Model Based on Machine Learning
计算机科学, 2024, 51(6A): 230700051-5. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.230700051>

[具有对抗鲁棒性的人脸活体检测方法](#)

Face Anti-spoofing Method with Adversarial Robustness
计算机科学, 2024, 51(6A): 230400022-7. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.230400022>

基于 SEIR 模型的网络热搜话题传播仿真研究

殷艳艳¹ 王克克² 田姣姣³ 李默⁴ 薛雅心⁵ 卢春雨⁶ 赵云鹏²

1 北京师范大学-香港浸会大学联合国际学院 广东 珠海 519087

2 中国航天系统科学与工程研究院 北京 100037

3 长春市公安局 长春 130012

4 国家保密科技测评中心 北京 100044

5 中国空间技术研究院 北京 100094

6 中国工业互联网研究院 北京 100102

(1809212627@qq.com)

摘要 网络热搜话题具有传播扩散现象,当前对于网络热搜话题的研究主要集中在传播效果评估、传播趋势预测、社会影响评价以及舆论引导等方面,而对于网络热搜话题的研究未能揭示传播动力学参数对于传播过程的影响。文中采用 SEIR 模型构建了网络热搜话题传播动力学模型,分析研究了网络平均度、不信任概率、接触后立即传播概率、感染率、治愈率、复发率等影响因素对模型的影响。

关键词:SEIR;网络;热搜;话题;传播

中图分类号 TP391.1

Study on Communication Simulation of Online Hot Search Topics Based on SEIR Model

YIN Yanyan¹, WANG Keke², TIAN Jiaojiao³, LI Mo⁴, XUE Yaxin⁵, LU Chunyu⁶ and ZHAO Yunpeng²

1 Beijing Normal University-Hong Kong Baptist University United International College, Zhuhai, Guangdong 519087, China

2 China Aerospace Academy of Systems Science and Engineering, Beijing 100037, China

3 Changchun Public Security Bureau, Changchun 130012, China

4 National Security Science and Technology Evaluation Center, Beijing 100044, China

5 China Academy of Space Technology, Beijing 100094, China

6 China Academy of Industrial Internet, Beijing 100102, China

Abstract Online hot search topics have the phenomenon of dissemination and diffusion. The current research on online hot search topics mainly focuses on the evaluation of communication effects, prediction of communication trends, social impact evaluation and public opinion guidance, while the research on online hot search topics fails to reveal the impact of communication dynamics parameters on the communication process. In this paper, the SEIR model is used to construct the dynamic model of the online hot search topic propagation, and the influence of the network average degree, the distrust probability, the immediate transmission probability after contact, the infection rate, the cure rate and the recurrence rate on the model are analyzed.

Keywords SEIR, Online, Hot search, Topics, Communication

1 引言

随着网络技术的蓬勃发展,网络热搜话题对于社会生活的影响日益增强。网络热搜话题源于现实世界中的真实事件,其通过国际互联网传播,与通过报纸、电视、广播等传统媒体形式进行传播相比,传播速度大大提升,且网络环境中广泛存在的用户喜好分析与信息推荐系统也极大提高了人们对于网络热点事件的关注度。

目前对网络热搜话题的研究主要集中在传播效果评估、传播趋势预测、社会影响评价以及舆论引导等方面。Cao 选取了上海部分高校的舆情热点事件进行分析,并研究了各类媒体的影响力、可信度和传播路径^[1];针对网络发帖文字较少导致对内容本身聚类方法失效以及追踪意见领袖存在滞后性的缺陷, Lu 提出了一种基于事件传播网络的热点事件爆发

预测方法^[2]; Yu 认为研究流行度预测方法有助于提高网络舆情预测能力,对于实现良好的社会舆论氛围和保障社会公共安全具有重大意义。然而庞杂的社交网络大数据存在数据表示与组织的难题,且现有流行度演化预测研究对社交网络特有的演化规律和影响因素考虑不足。为解决上述问题,研究者们设计并实现了流行度分析预测平台^[3]。Ye 针对网民在网络背后随意发表言论、引导舆论走向,甚至进行人身攻击、侵犯他人权利的情况,分析了网络舆论的传播对法治社会的影响以及相应的解决措施^[4]; Sun 多方位多视角地分析了人民日报官方微博对不同网络热点事件的舆论引导过程和效果,运用数据挖掘技术与舆情监测系统对人民日报新型主流媒体舆论引导力进行了研究^[5]。

传染病传播与新闻传播在传播特性上具有高度相似性,如典型的 SIR 模型、SEIR 模型等传染病传播模型已经在传播

学领域得到了广泛应用,Chang 等提出了基于 SEIR 的微信公众号信息传播模型^[6];Qi 等针对突发危机事件建立了基于 SEIR 的演化博弈模型,对网络舆情治理开展研究^[7];Fan 等在无标度网络上采用一种改进的 SEIR 模型进行谣言传播过程仿真,分析影响谣言传播的主要因素^[8];Lin 等应用具有饱和和接触率的 SEIR 模型来研究网络舆情的传播扩散过程,并考虑新网民的加入对传播过程的影响^[9];Wang 等结合 SEIR 模型建立了适用于社交网络的信息传播模型,揭示了信息传播过程随时间的演化规律^[10];Qi 等基于 SEIR 演化博弈模型,针对旅游公共危机建立传播动力学模型进行仿真实验,分析了系统演化至良性稳定状态的过程与规律^[11]。此外还有学者将传染病传播模型应用在其他具有传播特征的领域,例如 Shi 等基于 SEIR 模型进行了社会网络视角下建筑工人不安全行为传播仿真研究^[12]。研究人员基于 SIR 模型和 SEIR 模型等传染病传播模型对网络舆情或谣言的传播行为进行了深入研究,然而当前对于网络热搜话题的研究未能揭示传播动力学参数对于传播过程的影响,因此本文提出了基于 SEIR 模型的网络热搜话题仿真研究方案,分析了传播动力学方程各相关参数对网络热搜话题传播过程的影响。

本文的主要贡献如下:首先,基于 SEIR 模型构建了网络热搜话题的传播动力学模型与方程;其次,分别研究了传播动力学方程各相关参数对网络热搜话题传播过程的影响。

2 基础知识

2.1 社会网络属性

社会网络是指社会行动者及其间的关系集合^[13]。社会网络数据是由一对或多个行动者集合的多种关系的度量所组成的^[13]。社会网络与行动者之间相互影响又相互制约,最终使得社会网络能够成为一个稳定的复杂系统。社会网络由一对或多个行动者集合的多个关系所度量,即社会网络由行动者构成的点和行动者之间的社会关系所构成的线组成。在中国互联网环境中,网民以微信、微博、QQ、邮件等社交工具建立沟通桥梁,通过微信好友与微信群、QQ 好友与 QQ 群,微博话题与关注粉丝以及邮件等方式在互联网环境中传播消息,所有人员均根据社会网络构成直接或间接关联。在互联网环境中,人员之间存在好友、粉丝、未添加好友或未关注的熟人、邮件通讯好友、陌生人等诸多关系,在网络热搜话题传播过程中,上述关系起到媒介作用,即网民关注的话题信息,可能被具有上述相关社会关系的其他人员所关注而使用搜索引擎进行检索,从而为网络热搜话题增加热度。因此,网络热搜话题的传播现象具有典型的社会网络属性。

由于互联网环境中的网民在一定时间、空间内具有内在稳定性,即可在较长时间段内认为不存在人员的新增和退出,假设互联网环境中的网民共有 N 个,每个网民与其他网民存在较为稳固关系的人员数量为 k 。根据平均场理论可知,该社会网络中的节点数量为 N ,每个节点有 k 个邻节点,对于一个节点度近似相等的均匀网络而言, k 即网络平均度。

2.2 SEIR 模型

SEIR(Susceptible Exposed Infectious Recovered)模型是最常用的研究传染病传播机理的模型之一。组成 SEIR 模型的 4 个要素分别如下:

(1)易感染者 S(Susceptible):指未接触网络热搜话题信息者,但缺乏免疫能力,与感染者接触后容易受到感染。

(2)潜在传播者 E(Exposed):指接触过传播者传递来的

网络热搜话题信息,但暂时没有进行热搜话题传播的人。

(3)传播者 I(Infected):指接触过感染者传递来的网络热搜话题信息且将其传播给易感染者 S 的人,即将易感染者 S 转化为潜在传播者 E 或者传播者 I。

(4)治愈者 R(Recovered):指对被传播的网络热搜话题信息不感兴趣的网民,对于免疫期有限的网民而言,治愈者 R 可重新转变为潜在传播者 E。

网民关注网络热搜话题的行为如同病毒一般具有易感染性和传播性,传播行为也必需经过媒介传递,这样的传播方式与病毒传播具有高度相似性,因此网络热搜话题传播过程适合采用 SEIR 模型描述。采用 SEIR 模型可以预测网络热搜话题的传播速度、获得网络热搜话题的感染者收敛概率,以及获得各变量对传播模型的影响,并据此提出有效的防控措施,从而减少甚至消除负面网络热搜话题信息。

本文假设两个不同网民之间的不相互信任概率为 θ ,则两者之间相互信任的概率为 $1-\theta$ 。

对于易感染者 S 而言,其在接触网络热搜话题信息后如果没有立刻进行传播就是转变为了潜在传播者 E,假设此概率为 a ;如果立刻进行传播就是转变为了传播者 I,假设此概率为 d 。

对于潜在传播者 E 而言,令传播者 I 感染信任者的概率为 b 、感染不信任者的概率为 $\beta \times b$,传播者 I 在接触到信任的潜在传播者 E 时,将信任的潜在传播者 E 转变为传播者 I 的概率为 $b \times (1-\theta)$;传播者 I 在接触到不信任的潜在传播者 E 时,将不信任的潜在传播者 E 转变为传播者 I 的概率为 $\beta \times b \times \theta$;潜在传播者 E 处于犹疑状态,存在转变为治愈者 R 的可能性,假设此概率为 f 。

对于传播者 I 而言,其受到社会网络中其他人员的影响,或者随着思辨水平的提高,能够认识到网络热搜话题信息内部可能存在的问题,从而拒绝传播网络热搜话题信息,因而转变为治愈者 R,假设此概率为 c 。

对于治愈者 R 而言,其受到社会网络中其他人的影响,或者自身思辨水平下降,或者受到其他因素影响,存在转变为潜在传播者 E 的可能性,假设此概率为 e 。

基于 SEIR 模型的网络热搜话题传播模型如图 1 所示。

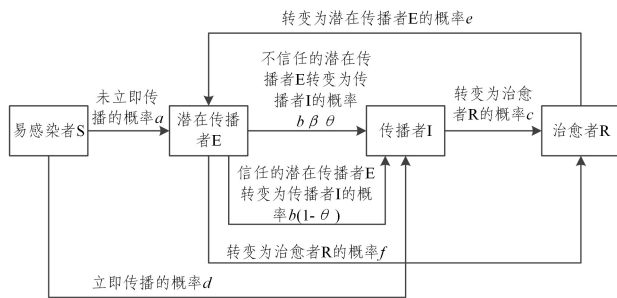


图 1 基于 SEIR 模型的网络热搜话题传播模型

Fig. 1 Dissemination model of Internet hot search topic propagation based on SEIR model

2.3 传播动力学方程

令 t 时刻的易感染者 S、潜在传播者 E、传播者 I 和治愈者 R 在网民中的密度分别为 $S(t)$ 、 $E(t)$ 、 $I(t)$ 和 $R(t)$,由于人员仅有易感染者 S、潜在传播者 E、传播者 I 和治愈者 R 4 种分类,因此有 $S(t)+E(t)+I(t)+R(t)=1$ 。

根据传播模型可得传播动力学方程如下:

$$dS(t)/dt = -aS(t)I(t) - dS(t) \quad (1)$$

$$dE(t)/dt = akS(t)I(t) - b\beta\theta E(t) - b(1-\theta)E(t) - fE(t) + eR(t) \quad (2)$$

$$dI(t)/dt = dS(t) + b\beta\theta E(t) + b(1-\theta)E(t) - cI(t) \quad (3)$$

$$dR(t)/dt = cI(t) + fE(t) - eR(t) \quad (4)$$

式(1)~式(4)分别表示易感染者 S、潜在传播者 E、传播者 I 和治愈者 R 随时间 t 变化而产生密度变化的情况。系统被赋予初始值后,随着时间 t 变化而最终达到动态平衡状态,即 $S(t), E(t), I(t)$ 和 $R(t)$ 均收敛。

3 仿真分析

3.1 初始化数据

在中国互联网环境中,人们通过微信、QQ、微博以及其他各类社交软件进行通信,并通过网络热搜、微博热搜等获得社会热点事件资讯。通过对 100 位以上网民进行调查可知,各网民通过各种社交软件通常与 30 人至 300 人保持日常联系,同经常联系的网络好友之间产生了显著的相互影响效应。假令网民日常通过各类社交软件与 150 人保持联系,即网民的网络平均度 $k=150$;令网民相互之间的不信任概率 $\theta=0.33$,网民接触网络热搜话题后有 $1/2$ 的概率不立刻进行传播,即 $a=0.5$;假令网民在接触到信任传播者后选择相信网络热搜话题的概率为 $b=0.4$,当接触到不信任的传播者后,网民相信热搜话题的概率为 βb ,此时假令 $\beta=0.5$,则有相应的 $\beta b=0.5 \times 0.4=0.2$ 。

初始时刻,即当 $t=0$ 时,系统内仅有易感染者 S 存在,潜在传播者 E、传播者 I 和治愈者 R 均不存在,因此有 $S(t)=1, E(t)=0, I(t)=0$ 和 $R(t)=0$ 。

根据上述假设,易感染者 S 接触网络热搜话题后有 $a=0.5$ 的概率没有立刻进行传播,即转变为潜在传播者 E;易感染者 S 接触网络热搜话题后有 $d=1-a=0.5$ 的概率立刻进行传播,即转变为潜在传播者 I。

潜在传播者 E 接触到信任的传播者 I 后,有 $b \times (1-\theta)$ 的概率去传播网络热搜话题,即转变为传播者 I;潜在传播者 E 接触到不信任的传播者 I 后,有 $\beta \times b \times \theta$ 的概率去传播网络热搜话题,即转变为传播者 I;而潜在传播者 E 在接触到传播者 I 后也存在成为治愈者 R 的可能性,此概率为 $f=1-\beta \times b \times \theta - b \times (1-\theta)=0.667$ 。

假令传播者 I 受到各种因素影响而转变为治愈者 R 的概率为 $c=0.75$ 。

假令治愈者 R 受到各种因素影响而转变为潜在传播者 E 的概率为 $e=0.1$ 。

最终可得系统动力学方程中各相关参数信息如下:网络平均度 $k=150$;当 $t=0$ 时,有 $S(t)=1, E(t)=0, I(t)=0$ 和 $R(t)=0$; $a=0.5, b=0.4, c=0.75, d=0.5, e=0.1, f=0.667, \theta=0.33, \beta=0.5$ 。

3.2 各参数影响

在网络平均度 $k=150$ 的社会网络中,网络热搜话题传播的各类人员密度变化趋势如图 2 所示。由图 2 可知,网络热搜话题传播行为在初期经过传播后整个系统迅速进入稳定状态;易感染者 S 在整个系统进入稳定状态之前就已经消失;而潜在传播者 E、传播者 I 在最开始的短时间内达到高峰,然后持续下降直至进入稳定状态;治愈者 R 在网络热搜话题传播初期迅速上升,后期增速放缓,直至最终达到稳定状态。

由于中国互联网环境中网民通过各种社交软件信息交流频繁,一旦出现网络热搜话题,大部分网民会通过各类搜索引擎竞相搜索相关热搜信息,从而推高热搜话题的热度,进一步促进网络热搜话题的搜索行为。潜在传播者 E 和传播者 I 同时达到峰值,然后潜在传播者 E、传播者 I 受到社会网络中其他人员的影响,或者随着自身思辨水平或者自身爱好的影响,能够认识到网络热搜话题中的不实信息或者与自身价值观不相符的内容,从而拒绝传播网络热搜话题,因而转变为了治愈者 R。从图 2 可以看到,传播者 I 密度下降后,治愈者 R 的密度虽然仍然在显著增长,但其增长速度显著下降, $R(t)$ 最后稳定收敛在 0.8605,最终有 86.05% 的人员成为治愈者 R,在较长时间内不传播网络热搜话题。

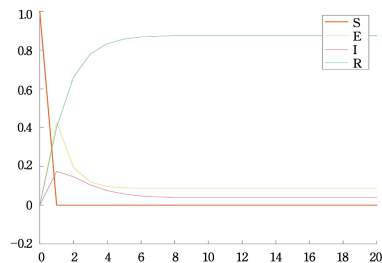


图 2 密度变化趋势图

Fig. 2 Density change trend chart

3.3 网络平均度影响

中国网民通常与 30 人至 300 人保持日常联系,即各网民的实际网络平均度 k 满足 $30 \leq k \leq 300$,此时令 k 值分别取为 30, 150, 300, 可得如图 3 所示的 $S(t), E(t), I(t)$ 和 $R(t)$ 变化情况。

由图 3(a)可知,无论网络平均度大小如何, $S(t)$ 均能够快速收敛至零,即易感染者 S 会迅速在中国互联网环境中消失,也即互联网环境中的网络热搜话题会迅速传播,短时间内即可传播给每一个网民;由图 3(b)可知,无论网络平均度大小如何, $E(t)$ 到达峰值时间均相同,并最终均收敛至同一稳定态;由图 3(c)可知,无论网络平均度大小如何, $I(t)$ 到达峰值时间均相同,并最终收敛至同一稳定态;由图 3(d)可知,网络平均度越大, $R(t)$ 增长速度越快,但会在后期放缓增长速度,并能够最终收敛至同一稳定态。

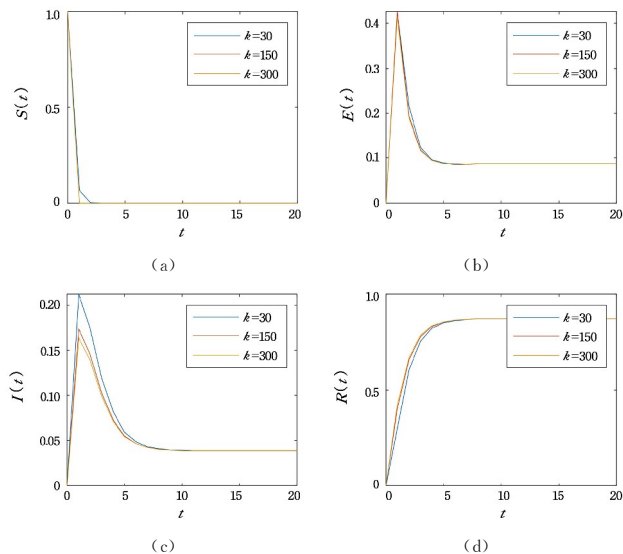


图 3 $S(t), E(t), I(t)$ 和 $R(t)$ 随网络平均度变化情况

Fig. 3 Changes of $S(t), E(t), I(t)$ and $R(t)$ with network average

由图 3 可知,网络平均度对网络热搜话题传播速度并无显著影响,不改变最终的稳定态。网络平均度大小仅能够影响网络热搜话题传播初期的事件热度,对于最终传播结果甚至收敛速度并不会产生显著影响。

3.4 不相互信任概率 θ 的影响

本文引入信任机制,假设两个不同网民之间的不相互信任概率为 θ ,则两者之间相互信任的概率为 $1-\theta$ 。令 θ 分别取值为 0, 0.33 和 1.0, 可得如图 4 所示的 $S(t), E(t), I(t)$ 和 $R(t)$ 变化情况。

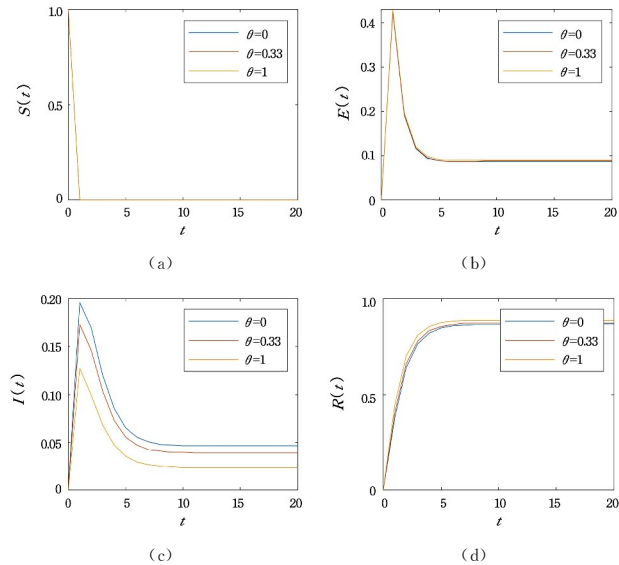


图 4 $S(t), E(t), I(t)$ 和 $R(t)$ 随人员不相互信任概率变化情况表
 Fig. 4 Changes of $S(t), E(t), I(t)$ and $R(t)$ with mutual distrust probability

由图 4(a)和图 4(b)可知,网民之间的不相互信任概率 θ 不影响 $S(t)$ 收敛和 $E(t)$ 收敛,易感染者 S 在网络热搜话题传播初期就会彻底消失,潜在传播者 E 会在网络热搜话题传播初期迅速达到峰值,然后迅速下降直至收敛达到稳态;由图 4(c)可知,网民之间的不相互信任概率不影响 $I(t)$ 达到峰值的早晚,但不相互信任概率 θ 越低, $I(t)$ 达到峰值越高,最终均收敛到的稳态数值越高;由图 4(d)可知,网民之间的不相互信任概率 θ 越高, $R(t)$ 增长速度越慢,虽然最终收敛至稳态的时间几乎相同,但不相互信任概率 θ 越高,最终均收敛到的稳态数值越低。

网民之间的不相互信任概率 θ 对于网络热搜话题传播过程有着一定影响。网民之间的不相互信任概率越高,传播者 $I(t)$ 达到的峰值越高,最终收敛到的稳态数值越高,治愈者 $R(t)$ 达到的稳态数值越低。

3.5 参数 a 影响

易感染者 S 在接触网络热搜话题后如果没有立刻进行传播的概率为 a ,令 a 分别取值为 0, 0.05, 0.5 和 0.95, 可得如图 5 所示的 $S(t), E(t), I(t)$ 和 $R(t)$ 变化情况。从图 5 可知,参数 a 显著影响潜在传播者 E 、传播者 I 的密度变化。从图 5(b)可知,参数 a 越大, $E(t)$ 峰值越低,最终均收敛至同一稳态。从图 5(c)可知,参数 a 越大, $I(t)$ 达到峰值的时间越晚,峰值越低,最终均收敛至同一稳态。这表明网民越推迟传播网络热搜话题的行为,越能够降低传播速率,越能够降低传播者 I 的密度和总体数量。

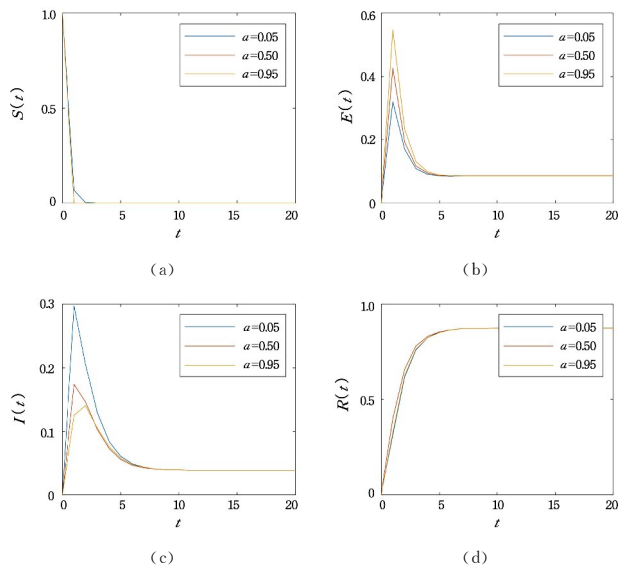


图 5 $S(t), E(t), I(t)$ 和 $R(t)$ 受参数 a 影响变化情况
 Fig. 5 Changes of $S(t), E(t), I(t)$ and $R(t)$ affected by parameter a

参数 $d = 1 - a$, 本文不再对参数 d 的影响进行分析。

3.6 参数 b 影响

传播者 I 感染信任者的概率为 b , 感染不信任者的概率为 $\beta \times b$, 令 b 分别取值为 0, 0.2, 0.4, 0.6, 可得如图 6 所示的 $S(t), E(t), I(t)$ 和 $R(t)$ 变化情况。从图 6 可知,参数 b 显著影响传播者 I 和治愈者 R 的密度变化。从图 6(c)可知,参数 b 越大, $I(t)$ 达到的峰值越高,最终收敛到的稳态数值越大;从图 6(d)可知,参数 b 越大, $R(t)$ 最终收敛到的稳态数值越小。这表明感染率越高,越能够提高传播者 I 的密度和总体数量,并能够显著降低治愈者 R 的密度和总体数量。

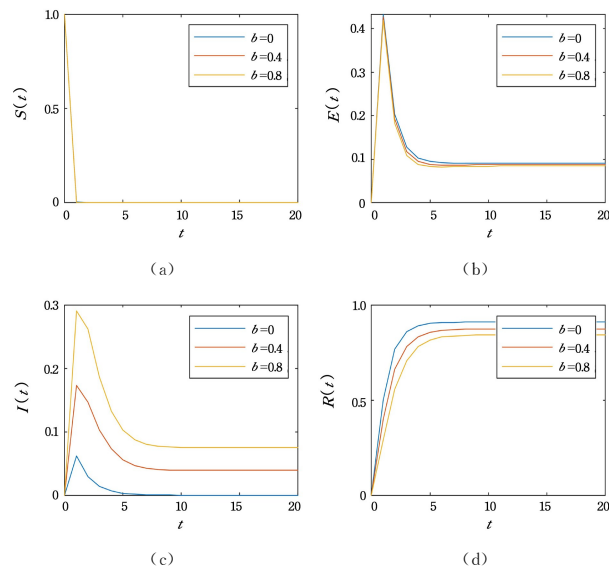


图 6 $S(t), E(t), I(t)$ 和 $R(t)$ 受参数 b 影响变化情况
 Fig. 6 Changes of $S(t), E(t), I(t)$ and $R(t)$ affected by parameter b

参数 f 受到参数 b 影响, 本文不再对参数 f 的影响进行分析。

3.7 参数 c 影响

传播者 I 转变为治愈者 R 的概率为 c , 令 c 分别取值为 0.25, 0.50, 0.75, 可得如图 7 所示的 $S(t), E(t), I(t)$ 和 $R(t)$ 变化情况。

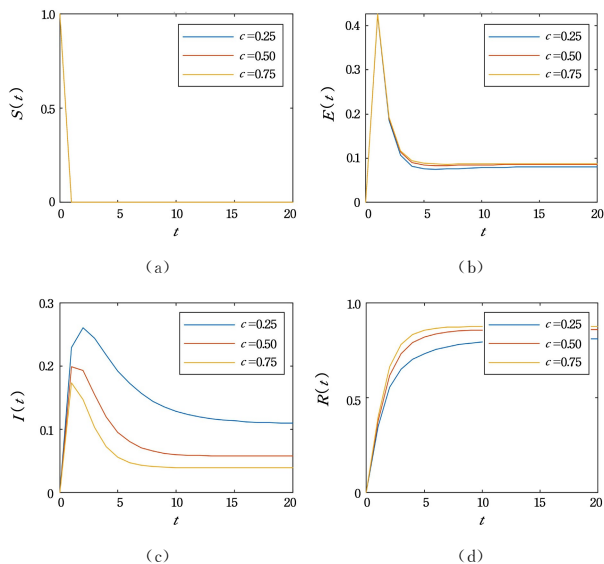


图 7 $S(t), E(t), I(t)$ 和 $R(t)$ 受参数 c 影响变化情况

Fig. 7 Changes of $S(t), E(t), I(t)$ and $R(t)$ affected by parameter c

从图 7 可知,参数 c 显著影响潜在传播者 E、传播者 I 和治愈者 R 的密度变化。从图 7(b) 可知,参数 c 不影响 $E(t)$ 峰值大小,但参数 c 越大, $E(t)$ 最终收敛到的稳定态数值值越小;从图 7(c) 可知,参数 c 越大, $I(t)$ 达到峰值的时间越早,但达到的峰值越低,最终收敛到的稳定态数值值越小;从图 7(d) 可知,参数 c 越大, $R(t)$ 增长速度越快,且更早收敛至稳定态,最终均收敛到的稳定态数值值越大。这表明传播者 I 治愈的概率越高,则传播速度越慢,越能够降低传播者 I 的密度和总体数量,并能够显著提高治愈者 R 的密度和总体数量。

3.8 参数 e 影响

治愈者 R 转变为潜在传播者 E 的概率为 e , 可将其称为复发率,令 e 分别取值为 0.1, 0.5, 0.9, 可得如图 8 所示的 $S(t), E(t), I(t)$ 和 $R(t)$ 变化情况。

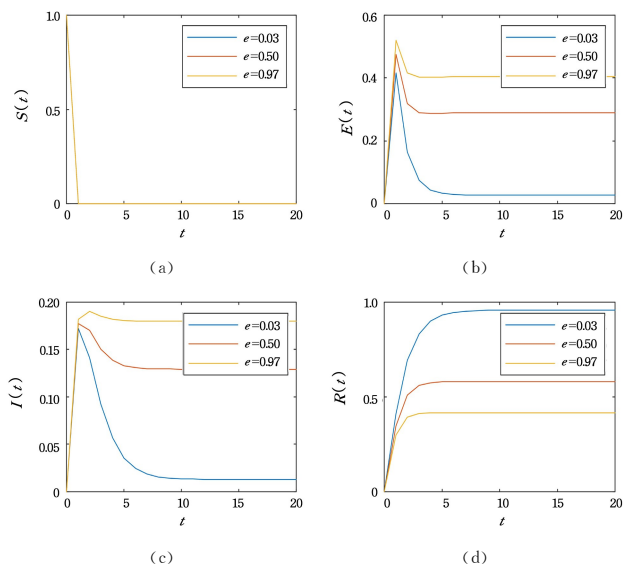


图 8 $S(t), E(t), I(t)$ 和 $R(t)$ 受参数 e 影响变化情况

Fig. 8 Changes of $S(t), E(t), I(t)$ and $R(t)$ affected by parameter e

从图 8 可知,参数 e 显著影响潜在传播者 E、传播者 I 和治愈者 R 的密度变化。从图 8(b) 可知,参数 e 越大, $E(t)$ 峰值越高,最终均收敛到的稳定态数值值越大;从图 8(c) 可知,

参数 e 越大, $I(t)$ 峰值越大,最终均收敛到的稳定态数值值越大;从图 8(d) 可知,参数 e 越大, $R(t)$ 增长速度越慢,且更早收敛至稳定态,最终均收敛到的稳定态数值值越小。这表明治愈者 R 转变为潜在传播者 E 的概率越低,即复发率越低,则传播速度越慢,越能够降低传播者 I 的密度和总体数量,并能够显著提高治愈者 R 的密度和总体数量。

3.9 仿真结果分析

网络热搜话题在发生的前期传播速度较快,如果能够及时采取措施,控制其传播给其他人的概率或传播速度,则能够显著降低网络热搜话题传播的速度和影响的人群。在网络热搜话题传播初期采取控制措施,就降低了人与人之间进行信息传播的效率,接受热搜话题的人数和立即进行传播的人数都会显著减少,因此能够起到显著降低网络热搜话题传播速度的作用。

网络平均度对人员的网络热搜话题的传播过程没有显著影响,中国网民的网络平均度较高,在此影响下,网络热搜话题的传播速度均较快。人与人之间进行信息传播的网络结构是无向图结构,理论上人与人之间均可通过网络社交工具向其他所有人传递信息,因此网络平均度的大小并不会对网络热搜话题的传播过程产生显著影响。

网民之间保持较高的不信任度,会显著提升网络热搜话题的传播速度。网民通常会对有较高信任度的人提出一些质疑,反倒通常不会对如陌生人等不信任的人产生质疑,这增大了网民进一步传播热搜话题的可能性,并提升了网络热搜话题的传播速度。

易感染者 S 在接触网络热搜话题后是否立刻传播会显著影响网络热搜话题的传播速度,降低易感染者 S 在接触网络热搜话题后立刻传播的概率,可显著控制网络热搜话题的传播速度。同前文所述,这样可降低人与人之间进行信息传播的效率,最终起到降低网络热搜话题传播速度的作用。

感染率越低、治愈率越高、复发率越低,则网络热搜话题的传播速度越慢,越能够降低网络热搜话题的传播速度和传播能力。

结束语 本文从网络热搜话题具有传播动力学特征为出发点,采用 SEIR 模型构建了网络热搜话题的传播模型,对网络平均度、不信任概率、接触后立即传播概率、感染率、治愈率、复发率等影响因素对于模型的影响进行了研究分析。不信任概率、接触后立即传播概率、感染率、治愈率、复发率等影响因素在一定程度上影响了网络热搜话题的传播速度和传播能力,构建高信任度、低立即传播概率、低感染率、高治愈率、低复发率的系统能够有效减缓网络热搜话题的传播速度,并能够降低其传播能力。

参考文献

- [1] GAO J. Analysis of hot public opinion events in colleges and universities and research on communication effects[J]. News Dissemination, 2022(3): 17-19.
- [2] LU N. Research on Hot Event Prediction based on Event Propagation Network[D]. Beijing: Beijing University of Technology, 2020.
- [3] YU H. Research on Popularity Prediction based on Social Network Hot Event Database[D]. Beijing: University of Science and

Technology Beijing, 2021.

- [4] YE D H. On the Influence of Network Public Opinion on the Legal Society[J]. *Legal System and Society*, 2021(6): 109-110.
- [5] SUN R. Research on Public Opinion Guidance of People's Daily Weibo Network Hot Events[D]. *Xinjiang University of Finance & Economics*, 2020.
- [6] CHANG Y W, YANG B, GAO Y L, et al. Modeling and Analysis of WeChat Official Account Information Dissemination Based on SEIR[J]. *Computer Science*, 2022, 49(4): 56-66.
- [7] QI K, PENG C, YANG Z, et al. Research on Network Public Opinion Governance of Emergent Crisis Events Based on the SEIR Evolutionary Game Model[J]. *Journal of Modern Information*, 2022, 42(4): 120-133.
- [8] FAN C L, SONG H M, DING G H. Research on an Improved SEIR Network Rumor Propagation Model[J]. *Journal of Intelligence*, 2017, 36(3): 86-91.
- [9] LIN X J, ZHUANG Y M, SUN L L. Research on Network Public Opinions Based on SEIR Model with Saturating Incidence Rate[J]. *Journal of Intelligence*, 2015, 34(3): 150-155.
- [10] WANG C, YANG X Y, XU K, et al. SEIR-Based Model for the Information Spreading over SNS [J]. *Acta Electronica Sinica*, 2014, 42(11): 2325-2330.
- [11] QI K, PENG C. Research on the Evolution and Control of Tourism Public Crisis Based on SEIR Evolutionary Game Model [J]. *Operations Research and Management Science*, 2022, 31(3): 145-150.
- [12] SHI J, LI X X, ZHENG G Y, et al. Study on propagation simulation of unsafe behaviors of construction workers from the perspective of social network[J]. *Journal of Safety and Environment*, 2022, 22(2): 859-867.
- [13] LI S Y. Research for protecting privacy of social network data based on relevance degree perception [D]. *Guangxi Normal University*, 2020.



YIN Yanyan, born in 1992, postgraduate. Her main research interests include dissemination and business administration.



WANG Keke, born in 1986, postgraduate, senior engineer, is a senior member of CCF(No. C3050S). His main research interests include risk assessment, scripting language security, virus and multimedia security.