

# 在线社交网络中谣言的传播与抑制\*

顾亦然<sup>†</sup> 夏玲玲

(南京邮电大学自动化学院, 南京 210046)

(2012年3月5日收到; 2012年6月16日收到修改稿)

根据真实在线社交网络中谣言的传播特点以及有疾病潜伏期的传染病模型, 提出一个新的基于在线社交网络的谣言传播 SEIR 模型. 首先建立基于 SEIR 模型的动力学演化方程组, 然后给出一个高效的抑制谣言传播的免疫策略——重要熟人免疫策略. 最后在真实在线社交网络 Facebook 的用户数据集上, 结合 SEIR 模型与动力学演化方程组以及包含重要熟人免疫策略在内的多种免疫策略, 对免疫前后谣言传播的演化过程进行计算机仿真. 仿真结果表明 SEIR 模型符合真实在线社交网络的传播特性, 且重要熟人免疫策略是解决在线社交网络中谣言抑制问题的最佳方案.

**关键词:** 在线社交网络, 谣言传播, SEIR 模型, 重要熟人免疫策略

**PACS:** 87.23.Ge, 89.75.Fb, 89.75.Hc

## 1 引言

国内外各个学科领域的学者对谣言的语义研究从未间断过, 尽管谣言的定义至今仍有很多不同的说法<sup>[1,2]</sup>, 但是根据研究者对谣言概念的理解, 可以将谣言概括为是利用各种渠道传播的、为公众感兴趣的事物、事件或问题的未经证实的阐述或诠释. 根据上述定义, 谣言没有真假之分, 因为谣言是未经证实的信息, 所以无法确定谣言的真假.

如今在线社交网络迅速发展, 在国外, 有全世界最大的社会性网络服务 (social network service, SNS)——Facebook, 在国内, 有人人网、开心网等提供 SNS 服务的网站. 例如, 截止 2011 年 2 月, 来自人人网的统计数字显示人人网的用户数量总计已经超过 1.2 亿. SNS 网站为人们在网络空间里建立和保持社交关系提供了平台, 这些社交关系既是现实生活中人们社交网络的反映, 也是那些拥有共同兴趣和爱好的虚拟群体的反映. 人们可以在社交网络上添加好友并向他们发送消息, 更新自己的状态同好友分享日常生活中的细节. 在社交网络中分

享、发送、接收信息的同时, 不可避免地会出现一些恶意消息——谣言的传播. 事实上, SNS 网站对人们尤其是年轻人的意见、主张、判断力有巨大的影响作用. 而且在这些在线社交网络中, 大部分用户都是知识分子 (青年学生), 他们更愿意相信自己在网络中所看到的, 而不是传统的媒体<sup>[3]</sup>. 这些知识分子是社会创新的核心力量, 如果连他们都肆意地散播谣言、轻信谣言, 后果将不堪设想. 如前不久发生的“碘可以防核辐射”导致全国的食盐脱销, 妨碍了人们正常有序的日常生活. 因此, 对在线社交网络中谣言传播模型以及控制策略进行研究具有非常重要的现实意义.

以前的谣言传播模型大都是将用户的状态分为三类: 健康者、传播者、免疫者, 如文献 [4] 中基于在线社交网络的信息传播模型, 不能完全表征真实在线社交网站中用户的状态. 文献 [5] 主要研究小世界网络上的信息传播, 将个体状态分为四类: 不知道、知道、确认和疲惫, 但小世界网络与在线社交网络在信息传播方式上有本质的区别. 本文借鉴有疾病潜伏期的传染病动力学模型<sup>[6]</sup>, 提出了基于在线社交网络的谣言传播 SEIR 模型, 考虑免疫

\* 2012 年度教育部人文社会科学研究规划基金 (批准号: 12YJAZH120)、国家高技术研究发展计划 (批准号: 2009AA01Z212) 和江苏省“六大人才高峰” (批准号: SJ209006) 资助的课题.

<sup>†</sup> E-mail: guyrnj@163.com

者的前一状态若是潜伏态将会因为与传播节点的多次接触而变为传播态. 该模型能够较好地刻画谣言在社交网络中的传播演化过程, 为进一步研究谣言传播的免疫策略奠定了基础. 目前在复杂网络中有很多免疫策略包括目标免疫策略 [7]、熟人免疫策略 [8]、改进熟人免疫策略 [9]、综合免疫策略 [10] 等. 其中改进熟人免疫和综合免疫策略均依赖算法中设置的阈值  $k_{cut}$ , 且阈值的设置对于免疫的效果有很大的影响. 本文在熟人免疫和目标免疫的基础上结合复杂网络中节点重要度评估的节点收缩方法 [11,12], 提出一种高效的熟人免疫策略. 下面首先使用真实在线社交网络 Facebook 的数据集构成的网络图作为谣言传播的底图, 仿真谣言在社交网络上的传播演化过程; 然后分析不同类型节点在谣言传播过程中的行为规律; 最后, 在上述社交网络中应用本文提出的重要熟人免疫策略, 观察经过免疫后的谣言传播效果, 并与其他免疫策略进行比较分析.

## 2 SEIR 模型

### 2.1 传播机理与模型

在 SNS 网络中, 好友发布消息、分享状态等均会在其好友的新鲜事中同步显示, 也就意味着一个人散布的谣言会以一定的概率被其好友看到并以一定的概率分享即传播. 同时, 若其好友对其内容不感兴趣或不相信则不会传播, 但是当该好友看到新鲜事中该谣言出现的次数达到一定数量时, 该好友也会以一定的概率关注这条谣言并传播. 在本文中, 考虑的一般情况是: 分享过谣言的传播者不会再传播谣言.

谣言在人际关系网络中的散布与病毒传播和扩散很相似 [13]. 因此根据病毒在网络中的传播规律, 以及结合真实社交网络中用户对待谣言的态度, 我们把社交网络中的节点分为四类: 健康节点、潜伏节点、传播节点、免疫节点. 健康节点表示该节点用户新鲜事中未曾出现过谣言, 即有概率收到谣言. 潜伏节点表示该用户的新鲜事中出现过谣言, 由于新鲜事中的状态不断更新, 用户不一定看到该谣言. 传播节点表示潜伏节点用户重视或相信了来自邻居节点散布的谣言, 并具有传播该谣言的能力. 免疫节点表示潜伏节点中对谣言没有兴趣或不相信谣言的节点, 或是已经传播过谣言的传播节点.

考虑免疫节点的前一状态, 若是潜伏节点, 则有可能因为接触传播节点的次数达到一定数量从而对谣言产生兴趣或相信谣言, 继而以一定的概率变成传播节点. 网络图中节点在健康状态  $S$ 、潜伏状态  $E$ 、传播状态  $I$  和免疫状态  $R$  之间的转移遵循以下传播规则:

- 1) 如果一个健康节点与一个传播节点接触, 则健康节点会以概率 1 成为潜伏节点, 其中健康节点与传播节点的接触率为  $p_1$  由具体网络模型的拓扑结构而定;
- 2) 潜伏节点会以一定的概率  $p_2$  变成传播节点, 以概率  $p_3$  变成免疫节点;
- 3) 传播节点传播一次以后, 以概率 1 变成免疫节点;
- 4) 前一状态是潜伏节点的免疫节点不会永久免疫下去, 会以一定的概率  $p_4$  变成传播节点.

因此在线社交网络中的谣言传播模型可以用不用类型节点的状态转移图表示, 如图 1 所示.

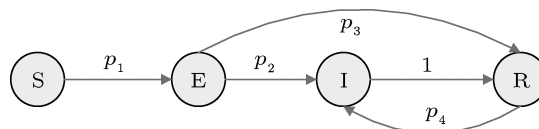


图 1 SEIR 模型节点状态转移图

针对上述在线社交网络中的谣言传播状态转移图, 将  $t$  时刻在线社交网络中的用户数分为健康者  $S(t)$ 、潜伏者  $E(t)$ 、传播者  $I(t)$ 、免疫者  $R(t)$ . 总用户数量为  $N$ , 则有  $N = S(t) + E(t) + I(t) + R(t)$ . SEIR 模型可以用下列微分方程组描述

$$\begin{cases} \frac{dS(t)}{dt} = -p_1 S(t) I(t), \\ \frac{dE(t)}{dt} = p_1 S(t) I(t) - (p_2 + p_3) E(t), \\ \frac{dI(t)}{dt} = p_2 E(t) + p_4 R(t) - I(t), \\ \frac{dR(t)}{dt} = p_3 E(t) + I(t) - p_4 R(t). \end{cases} \quad (1)$$

(1) 式中第一个式子表示健康节点的变化率; 第二个式子表示潜伏节点的变化率; 第三个式子表示传播节点的变化率; 第四个式子表示免疫节点的变化率.

### 2.2 模型仿真与分析

在上述建立的基于在线社交网络的谣言传

播 SEIR 模型中, 引入 4 个参数,  $p_1$  为抛开具体的网络模型, 健康节点与传播节点相连的概率即接触率,  $p_2$  为潜伏节点变为传播节点的传播率,  $p_3$  为潜伏节点变为免疫节点的免疫率,  $p_4$  为前一状态是潜伏节点的免疫节点, 由于对谣言产生兴趣或相信谣言而变为传播节点的的关注率. 下面将给出基于在线社交网络中的谣言传播 SEIR 模型的仿真结果, 并进一步在 Facebook 上应用提出的谣言传播规则仿真谣言传播的演化过程, 分析不同类型节点在谣言传播演化过程中的行为规律.

图 2 给出了  $S(t)/N$ ,  $E(t)/N$ ,  $I(t)/N$  和  $R(t)/N$  随时间  $t$  变化的曲线. 仿真时所用的参数为:  $N = 769$ ,  $p_1 = 0.01$ ,  $p_2 = 0.2$ ,  $p_3 = 0.05$ ,  $p_4 = 0.002$ . 假设初始状态下只有一个传播节点, 即  $S_0 = N - 1$ ,  $E_0 = 0$ ,  $I_0 = 1$ ,  $R_0 = 0$ . 从图 2 可以看出, 由于考虑到真实在线社交网络中谣言的传播者只会分享一次含有该谣言的状态, 即将谣言只传播一次给他的所有邻居节点. 传播过谣言的人立刻变为免疫者不再分享含有该谣言的状态, 即不再传播谣言. 再者, 关注率  $p_4$  小于潜伏节点的免疫率  $p_3$ , 所以随着时间  $t$  趋于 40, 所有的节点最终都转化为免疫状态. 谣言大面积传播大约发生在  $t$  为 10 左右的时间段.

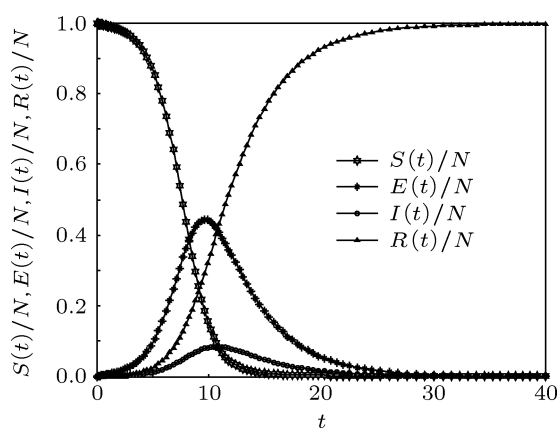


图 2 谣言传播模型仿真结果

### 3 数值模拟

#### 3.1 数据集描述

选取目前最流行的 Facebook 用户数据信息作为本论文实验仿真的数据, 将该网络上的注册用户作为节点, 由于用户之间的好友关系是相互的, 故可以将好友关系表示为连接两节点的边. 使用上述

数据集可以构建一个用于模拟谣言传播过程的在线社交网络, 整个网络是无向无权图  $G(V, E)$ . 其中  $V$  表示图的节点即 Facebook 用户以 1 到 769 编号,  $E$  中每条边都有  $V$  中一对节点与之对应, 表示任两个用户之间的关系, 1 表示两者是好友关系, 0 表示两者不是好友关系. 同时, 利用 NW 小世界网络<sup>[14]</sup>、BA 网络<sup>[15]</sup>以及二步式增长网络模型<sup>[16]</sup>构造算法分别生成一个含有 769 个节点的 NW 小世界网络、BA 网络和 TSGN 网络. 各网络的拓扑结构特性参数见表 1, 各网络的度分布如图 3 所示.

结合表 1 和图 3 可以看出 NW 小世界网络具有较高的聚类系数, 但是所有节点的度都近似相等, 属于均匀网络, 与在线社交网络中朋友多而广的人具有的好友相对越多的事实相矛盾. BA 网络考虑了实际社交网络的增长特性和优先连接特性, 但是聚类系数较小不符合真实社交网络中“物以类聚, 人以群分”的特性. TSGN 网络具有社交网络的三个拓扑特性: 幂律度分布、小平均距离和大聚类系数, 但是度相关系数<sup>[17,18]</sup>是正的, 这与在线社交网络往往是异配结论相违背. 因此以 Facebook 数据集构建的网络是真实在线社交网络的反映, 具有在线社交网络的特性, 能够作为仿真谣言传播演变的底图.

#### 3.2 仿真结果

为验证提出的 SEIR 模型, 根据提出的谣言传播规则, 模拟谣言在真实在线社交网络中传播的演化过程. 使用 Facebook 用户数据集构成的网络图作为谣言传播的底图, 鉴于表 1 中 Facebook 网络图的平均度为 43.3186, 初始状态是选取网络中的一个度为 43 的节点作为传播节点, 其余节点全部为健康节点. 考虑到具体真实在线社交网络拓扑结构中健康节点与传播节点相连与否是已知的, 因此  $p_1 = 1$ , 其余参数的设置同模型中一致, 迭代次数  $T = 100$ , 重复仿真实验次数  $n = 50$ . 图 4 为模拟谣言在真实在线社交网络 Facebook 中传播时, 网络中健康节点、潜伏节点、传播节点和免疫节点的密度随着时间的演化情况.

从图 4 可以看出: 不同类型的节点随时间的变化情况即谣言在网络中的传播演化过程与图 2 中谣言传播模型的仿真结果基本一致. 谣言大面积传播发生在  $t$  为 7 左右的时间段, 比模型的仿真结果

提前了, 主要是选取的初始传播节点的度偏大以及模型的仿真结果即动力学演化方程组的解与参数  $p_1$  的设定有关所致. 为进一步在同等条件下验证 SEIR 模型的正确性, 将模型中的  $p_1$  参数设为 1, 即表示网络中任意两个点之间都有边直接相连, 并且也选择任意两点都相连的全局耦合网络作为刻

画谣言传播演化过程的底图, 其余参数的值都一样. 得到两者仿真结果完全相同, 说明  $p_1$  是与具体的网络拓扑结构相对应的参数, 且 SEIR 模型以及本文提出的谣言传播规则均是正确的. 因此可以确定上述基于在线社交网络的 SEIR 模型能够真实反映在线社交网络的传播特性.

表 1 各网络的特性参数

网络类型	节点数	边数	平均路径	聚类系数	平均度	度相关系数
NW	769	150967	1.4888	0.51113	392.632	-0.0041012
BA	769	2283	3.4106	0.037649	5.9376	-0.072538
TSGN	769	4505	3.0114	0.19804	11.7165	0.13152
Facebook	769	16656	非连通图	0.20208	43.3186	-0.065273

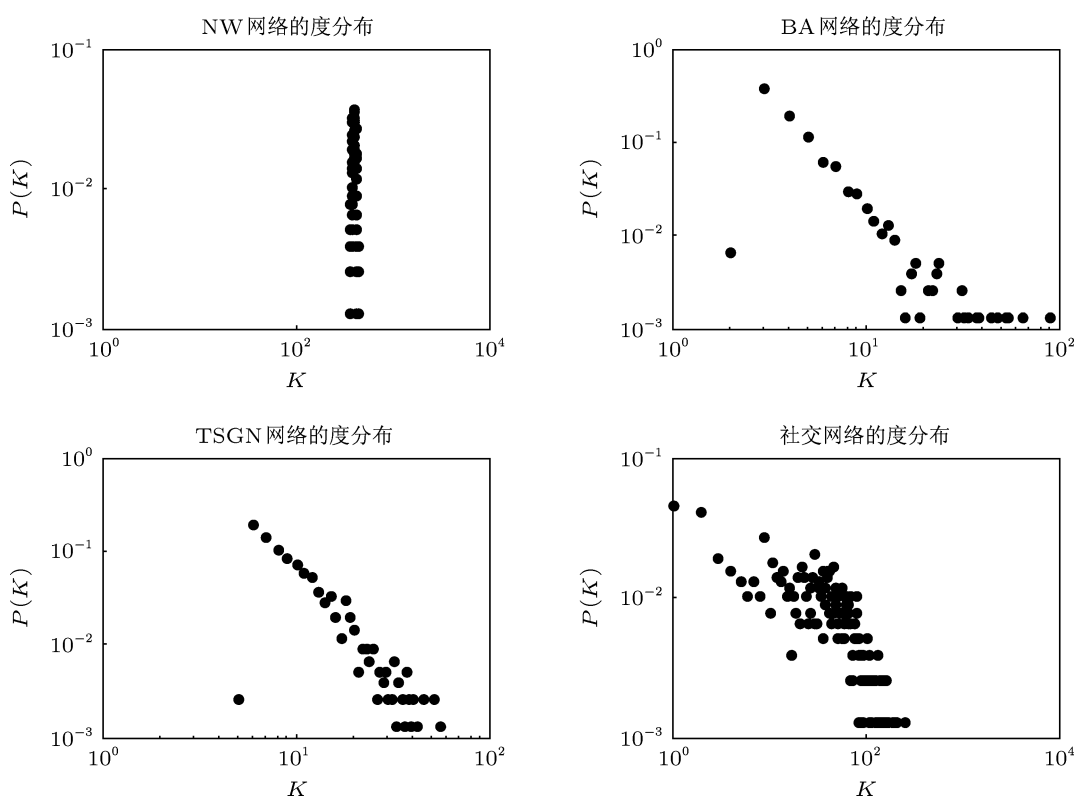


图 3 网络模型的度分布  $P(K)$  ( $N = 769$ )

健康节点  $S(t)$  从一开始随着网络中传播节点  $I(t)$  和潜伏节点  $E(t)$  数量的递增而迅速衰减继而减缓衰减速度逐渐趋向于零. 传播节点  $I(t)$  与潜伏节点  $E(t)$  在初始阶段增长较为迅速, 当达到最大值后逐渐减小直到趋向于零. 免疫节点  $R(t)$  初期随着传播节点  $I(t)$  和潜伏节点  $E(t)$  加速增长的同时也迅速增长, 直到最后缓慢增长趋向于  $N$ . 当  $t$  趋向于 40 时, 传播过程已经达到平稳状态, 各

类节点的数量不会再发生变化. 传播节点  $I(t)$  的数量最大值约为整个用户数量的 13%. 说明在真实在线社交网络中, 发布、分享谣言的用户数量是很小的, 谣言最终能够传播开是由于社交网中高的聚类系数使得接触谣言的潜伏者数量变多. 由于谣言是未经证实的消息, 因此信息量大, 初期会在短时间内通过社交网络中人与人之间的好友关系迅速传播. 一段时间后接触到谣言的用户数量达到最大值,

继而随着用户对谣言的逐渐认识了解或政府及媒体的辟谣使人们对谣言失去兴趣,减缓传播的速度.最后传播谣言和受到谣言影响的潜伏者渐渐消失,所有用户皆变成谣言的免疫者.

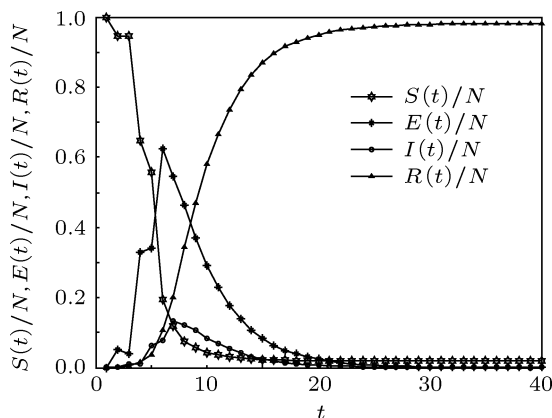


图4 不同节点密度随着时间的变化曲线

假设初始传播节点选用网络中节点度最大和最小的节点,分别为最大度 248 和最小度 1 这两种情况.则在线社交网络中谣言传播的影响可以用传播节点  $I(t)$  和潜伏节点  $E(t)$  的和占总数量  $N$  的比值  $(I(t) + E(t))/N$  随着时间的变化情况来表示,如图 5 所示.

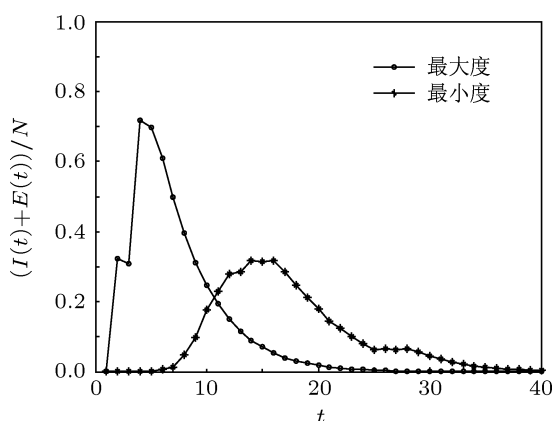


图5 初始传播节点的度分别为最大和最小的情况下谣言的传播影响

从图 5 中可以看出,无论初始传播节点度多大,即使初始节点度为 1,谣言也能在网络中传播,可以感染约 32% 的用户,即谣言在高度连通的在线社交网络中传播的临界值几乎为零.当初始传播节点的度较大时,谣言在网络中的传播速度较快,可以感染的用户数量约为 72%,且  $(I(t) + E(t))/N$  达到最大值的时间较快,大约在  $t$  为 5 左右的时间段.因此谣言的传播对社交网络中用户的影响不容小觑.

下面本文将对在线社交网络中的部分节点进行免疫,探索能够有效控制谣言传播的免疫策略.

#### 4 谣言抑制策略

本文结合真实在线社交网络的拓扑结构特性以及复杂网络中节点重要度评估的节点收缩方法,考虑无权无向在线社交网络图  $G$ , 每条边代表距离 1, 将从初始节点  $i$  到最终节点  $k$  进行目标免疫的节点个数记为  $d$ , 表征在线社交网络被控制的程度. 提出抑制在线社交网络中谣言传播的重要熟人免疫策略如下:

- 1) 随机选取在线社交网络中的一个健康用户节点  $S_i$ , 设初值  $d = 0$ ;
- 2) 判断  $d$  是否大于 0, 如果  $d$  大于 0 成立, 则从第 3 步开始执行, 否则从第 5 步开始执行;
- 3) 判断用户  $S_i$  的好友所组成的子网  $G_i$  是否为连通图, 若  $G_i$  是连通图, 则计算  $G_i$  中所有用户节点的重要度大小, 否则计算  $G_i$  中节点的度, 其中  $i \in \{1, 2, 3, \dots, N\}$ ,  $G_i \subset G$ ,  $G$  为在线社交网络 Facebook 的网络图;
- 4) 将步骤 3 中计算出的子网  $G_i$  中重要度最大或 ( $G_i$  为非连通图) 度最大的用户节点  $S_j$  记为  $S_i$ , 若数组  $SS$  中已经含有该节点, 则选择重要度其次或度其次大的节点记为  $S_i, j \in G_i$ ;
- 5)  $d = d + 1$  对  $S_i$  节点进行目标免疫, 将  $S_i$  保存到免疫节点数组  $SS$  中, 再运行谣言传播的演化程序, 重复第 2 步至第 5 步, 直到谣言传播达到理想的抑制效果, 输出此时  $d$  的值.

在社交网络 Facebook 中, 对分别实施了目标免疫、熟人免疫和重要熟人免疫策略后的谣言传播过程进行仿真, 并将仿真结果 (即实施免疫策略后的谣言传播效果) 与免疫前的谣言传播效果做比较. 对网络中潜伏节点  $E(t)$  与传播节点  $I(t)$  总量的变化情况进行统计, 该统计量表征谣言在网络中的传播效果即影响的范围, 如图 6 所示. 各免疫策略中免疫节点的数量均为 70, 即整个网络大约 9% 的节点数被免疫.

从图 6 中可以看出: 传播节点  $I(t)$  和潜伏节点  $E(t)$  的数量和达到最大值的时间较免疫前滞后了, 而且最大值相对免疫前变小了. 熟人免疫是从随机选出的节点中再随机选择一个邻居节点进行免疫, 未充分利用在线社交网络中人际关系重要程度不同的特点, 免疫效果和重要熟人免疫相比有一

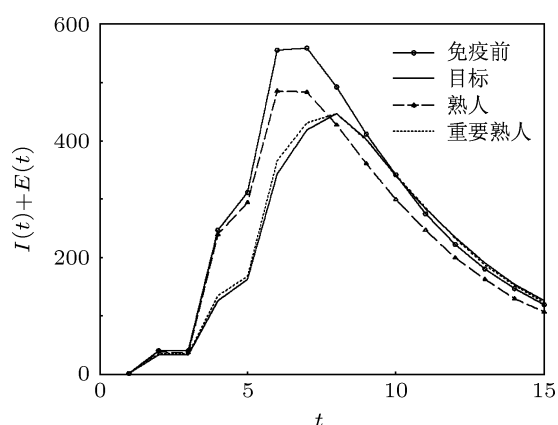


图6 不同免疫策略的效果

定的差距. 重要熟人免疫与目标免疫的仿真结果几乎相同. 目标免疫策略需要了解网络的拓扑结构, 而重要熟人免疫策略是从网络中随机地选取一个节点开始, 逐渐再选出该节点所在的子网中最重要节点, 继而依次往下迭代, 直到达到控制谣言传播的目的截止, 对找出的  $d$  个节点进行目标免疫. 在真实在线社交网络中, 任何一个用户甲的好友列表中都有一个最重要 (即人际关系广) 的朋友乙, 继而再找出朋友乙的好友中最重要朋友丙. 这与我们实际生活中的情况基本符合, 也是社交网络所特有的一个重要特性. 由于社交网络中每位用户的好友数量相对整个网络的用户数是极其小的, 则寻找某个用户的最重要的朋友的计算量也就很小, 而目标免疫找寻整个网络中最大度的节点的计算量相当大. 因此, 重要熟人免疫策略与目标免疫策略相比也更加有效. 在现实生活中, 不管是谁, 朋友中总有“社会影响力”大的人, 而往往具有较大“社会影响力”的人、政府或媒体发表的观点能够在网络中迅速传播, 造成较大的社会影响. 这些具有较大“社会影响力”的人在社交网络中正是重要度大的节点, 因此对他们言行中一些违背事实或未经证实的

谣言进行针对性的屏蔽, 或者利用有影响力的政府或媒体进行针对性的辟谣, 有助于解决抑制社交网络中谣言传播的问题.

## 5 结论

本文研究了在线社交网络中的谣言传播与抑制, 分别提出了符合在线社交网络中谣言传播特性的 SEIR 模型以及抑制谣言传播的重要熟人免疫策略. 在由在线社交网络 Facebook 的数据集构建的网络图中仿真谣言传播的过程, 分析了谣言传播过程中健康节点、潜伏节点、传播节点、免疫节点的变化情况, 验证了 SEIR 模型确实能够表征在线社交网络上的传播行为, 得到谣言在真实在线社交网络中最大可以感染约 72% 的用户的结论. 重要熟人免疫策略利用复杂网络中节点重要度评估的方法, 找寻用户好友中重要度大的熟人, 并对其进行目标免疫, 有效地控制了网络中谣言传播的影响, 较其他免疫策略明显更加有效.

仿真结果表明: SEIR 模型符合真实在线社交网络的传播特性, 且重要熟人免疫策略在不需要知道网络全局结构以及缩减计算量的同时能够达到目标免疫的免疫效果, 有效地抑制谣言的传播, 也属于一种高效的熟人免疫策略. 本文的工作是在从真实社交网络 Facebook 中提取的部分数据集构建的网络上仿真谣言传播的演化过程, 且提出的抑制谣言传播的免疫策略不需要考虑网络的拓扑结构特性. 事实上, 真实在线社交网络的拓扑结构还具有明显的社区性和自相似性, 不同网络模型表现出的拓扑结构特性也是影响谣言传播的重要因素. 因此, 构建包括上述特征的在线社交网络模型以及提出针对不同的网络拓扑结构特性的谣言免疫策略是今后的研究方向.

- [1] Rasnow R 1988 *J. Communication* **38** 1
- [2] Kapferer J N (Translated by Zheng R L, Bian Q) 1991 *Rumeurs* (Shanghai: Shanghai People's Publishing House) p11 (in Chinese) [卡普费雷著, 郑若麟, 边芹译 1991 谣言 (上海: 上海人民出版社) 第 11 页]
- [3] Xu B, Liu L 2010 *Emergency Management and Management Sciences, IEEE International Conference Beijing, China, August 8–10, 2010* pp53–56
- [4] Zhang Y C, Liu Y, Zhang H F, Cheng H, Xiong F 2011 *Acta Phys.*

- Sin.* **60** 050501 (in Chinese) [张彦超, 刘云, 张海峰, 程辉, 熊菲 2011 物理学报 **60** 050501]
- [5] Lü L Y, Chen D B, Zhou T 2011 *New J. Physics* **13** 123005 (in Chinese) [吕琳媛, 陈端兵, 周涛 2011 新物理学杂志 **13** 123005]
- [6] Lan X J, Zhang F Q 2005 *Journal of Yuncheng University* **23** 26 (in Chinese) [兰晓晶, 张凤琴 2005 运城学院学报 **23** 26]
- [7] Pastor-Satorras R, Vespignani A 2001 *Phys. Rev. E* **65** 036134
- [8] Cohen R, Havlin S, Ben-Avraham D 2003 *Phys. Rev. Lett.* **91** 247901

- [9] Gallos L K, Liljeros F, Argyrakis P, Bunde A, Havlin S 2007 *Phys. Rev. E* **75** 045104
- [10] Ge X, Zhao H, Zhang J 2011 *Computer Science* **38** 83 (in Chinese) [葛新, 赵海, 张君 2011 计算机科学 **38** 83]
- [11] Tan Y J, Wu J, Deng H Z 2006 *Systems Engineering-Theory and Practice* **26** 79 (in Chinese) [谭跃进, 吴俊, 邓宏钟 2006 系统工程理论与实践 **26** 79]
- [12] Zhu T, Zhang S P, Guo R X, Chang G C 2009 *Journal of Systems Engineering and Electronics* **31** 1902 (in Chinese) [朱涛, 张水平, 郭戎潇, 常国岑 2009 系统工程与电子技术 **31** 1902]
- [13] Wang X F, Li X, Chen G R 2006 *Complex Networks and Application* (Beijing: Tsinghua University Press) pp95–97 (in Chinese) [汪小帆, 李翔, 陈关荣 2006 复杂网络理论及其应用 (北京: 清华大学出版社) 第 95—97 页]
- [14] Newman M E J, Watts D J 1999 *Phys. Lett. A* **263** 341
- [15] Barabasi A L, Albert R 1999 *Science* **286** 509
- [16] Qian D Q, Zhang X D 2010 *Journal of Hefei University of Technology (Natural Science)* **33** 1264 (in Chinese) [钱大千, 张晓东 2010 合肥工业大学学报 (自然科学版) **33** 1264]
- [17] Newman M E J 2002 *Phys. Rev. Lett.* **89** 208701
- [18] Newman M E J, Park J 2003 *Phys. Rev. E* **68** 036122

# The propagation and inhibition of rumors in online social network\*

Gu Yi-Ran<sup>†</sup> Xia Ling-Ling

(College of Automation, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210046, China)

(Received 5 March 2012; revised manuscript received 16 June 2012)

## Abstract

In this paper, a new rumor spreading SEIR model is proposed with considering both the spreading characteristics of rumors in the real online social network and the epidemic dynamics models with latency. First, the dynamical evolution equations based on the SEIR model are established. Then an efficient immunization strategy—important acquaintance immunization strategy, is given for the inhibition of rumor spreading. Finally, based on the user datasets of Facebook, the SEIR model and its dynamical evolution equations with various immunization strategies including important acquaintance immunization strategy are utilized in the computer simulation for the evolution process of rumor spreading before and after immunization. Simulation results show that SEIR model conforms to propagation characteristics of the real online social network, and the important acquaintance immunization strategy is an optimal scheme to solve the inhibition of rumor spreading in the online social network.

**Keywords:** online social network, rumor spreading, SEIR model, important acquaintance immunization strategy

**PACS:** 87.23.Ge, 89.75.Fb, 89.75.Hc

\* Project supported by the Research Foundation for Humanities and Social Sciences of Ministry of Education, China 2012 (Grant No. 12YJAZH120), the National High Technology Research and Development Program of China (Grant No. 2009AA01Z212) and the Six Projects Sponsoring Talent Summits of Jiangsu Province, China (Grant No. SJ209006).

<sup>†</sup> E-mail: guymj@163.com