

基于 SIR 模型的时间侵占行为传播动力学建模与仿真^{*}

何建佳^{a,b}, 刘举胜^a, 徐福缘^{a,b}, 张亚楠^a

(上海理工大学 a. 管理学院; b. 超网络研究中心(中国), 上海 200093)

摘要: 针对时间侵占行为在复杂网络上的传播问题, 基于基本 SIR 传染病模型, 提出了一种考虑了自发感染率和外部组织环境因素的时间侵占行为传播模型, 探讨了时间侵占行为在 ER 随机网络、NW 小世界网络、WS 小世界网络以及 BA 无标度网络上的传播, 在此基础上, 集中分析了无标度网络上时间侵占行为传播的影响因素。研究发现: a) 时间侵占行为的传播受压力和公平系数的影响, 一定范围内, 压力越小, 员工发生时间侵占行为的概率越大, 传播过程也越快, 反之, 压力越大, 发生时间侵占行为的概率越小, 传播过程也相对较为缓慢; b) 时间侵占行为的传播与传播概率和自发感染率密切相关, 初始节点的度越大, 传播越快, 反之, 传播越慢。

关键词: SIR 模型; 时间侵占行为传播; 复杂网络; 自发感染率; 外部环境因素

中图分类号: TP391.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3695(2018)05-1360-05

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2018.05.017

Modeling and simulating of propagation dynamics of time banditry behaviour based on SIR model

He Jianjia^{a,b}, Liu Jusheng^a, Xu Fuyuan^{a,b}, Zhang Yanan^a

(a. Business School, b. Super Network Research Center (China), University of Shanghai for Science & Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: To explore the propagation of time banditry behaviour on complex networks, this paper supposed a spontaneous infection model of time banditry behaviour on ER random network, NW small-world network, WS small-world networks and BA scale-free networks firstly. Secondly, it discussed the factors of affecting the spreading of time banditry behaviour on the scale-free network. Thirdly, it found that the pressure and fair coefficient could influence the spreading of time banditry behaviour, in a certain range, the smaller pressure coefficient, the probability of occurrence of time banditry behaviour was bigger, the bigger pressure coefficient, the probability of time banditry behaviour was smaller, and spreading was slow relatively; the spreading of time banditry behaviour had closer connection with the probability of infection and spontaneous infection; different sizes of initial node degree of complex networks had different influence on the spreading of time banditry behaviour, the greater degree of the initial nodes, the spread was faster, whereas the more slowly.

Key words: SIR model; propagation of time banditry behaviour; complex networks; spontaneous infection; external environmental factors

0 引言

随着互联网和通信技术的蓬勃发展, 时间侵占行为的表现形式越来越多样化, 发生的频率也在不断提高, 对组织产生的负面影响效应越来越大, 这种现象已受到社会各界的广泛关注^[1-3]。近年来, 国内外学者们分别从不同角度对时间侵占行为进行了相关研究^[4-9]。这些研究大多集中于对诱发时间侵占行为发生的因素及时间侵占行为性质的研究, 对时间侵占行为的传播及其传播路径和效应, 以及如何抑制这种行为的传播却鲜有学者提及。事实上, 在一定的压力和不公平的环境下, 个体会自发产生时间侵占行为, 同时这种行为在一定的空间里会进行传播, 一旦这种行为发生, 整个群体将进行效仿, 从而极大地降低了员工的工作效率。因此, 研究时间侵占行为的传播及对其进行预测、管理和控制对员工工作效率的提升具有重要

的理论与现实意义。

随着复杂网络的诞生, 各种复杂的拓扑结构和动力学行为引发了人们的极大关注, 这使得复杂网络的流行病传播动力学研究逐渐成为复杂网络的重要研究方向^[10,11]。近年来, 随着复杂网络的兴起, 学者们开始对舆论^[12,13]、谣言^[14,15]、疾病^[16,17]、观点、信息等复杂的人类行为学的传播路径和传播机理进行了相关研究。虽然这些研究为后续学者在传播方面研究人类行为学提供了很好的思路, 然而上述研究大多只注重于事物的传播过程, 且研究大多从网络的拓扑结构和拓扑性质^[18-20]进行展开, 对个体所处的外部组织环境因素考虑相对较少。在这样的条件下展开上述研究, 研究结果与现实中的人类行为的传播过程稍微会有一些的偏差。

文献[21,22]指出, 个体作为系统中的一个元素, 其行为会受到整个外部组织环境的影响。因此, 如何合理构建组织环

收稿日期: 2016-12-30; **修回日期:** 2017-03-03 **基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(71171135); 上海市高原学科(管理科学与工程)建设项目; 上海理工大学人文社科“攀登”计划资助项目(SK17PB06); 上海市哲学社会科学规划课题资助项目(2016EGL007)

作者简介: 何建佳(1981-), 男, 湖南道县人, 副教授, 硕导, 博士, 主要研究方向为管理科学、复杂系统建模与仿真(ouran2003@163.com); 刘举胜(1991-), 男, 山西朔州人, 硕士研究生, 主要研究方向为工业工程、复杂系统与建模; 徐福缘(1948-), 男, 浙江绍兴人, 教授, 博导, 博士, 主要研究方向为管理科学、系统工程; 张亚楠(1991-), 女, 河南许昌人, 硕士研究生, 主要研究方向为复杂系统与建模。

境的量化指标,将外部组织环境变量引入到传播模型中进而分析其在传播过程中的作用,仍是当前学者们面临的理论困境和现实难题。基于此,本文对基本的SIR传染病模型进行改进,将个体在组织中面临的外部环境因素进行量化表示,引入传染病模型中,提出了一种考虑外部组织环境因素影响下的改进SIR传播模型,并利用此模型在均匀网络和非均匀网络上对时间侵占行为的传播进行了研究。

1 时间侵占行为传播的机理与模型

相关研究表明,时间侵占行为的传播主要受社会影响理论(social impact theory)和努力比较理论(matching of effort theory)的影响。其中,社会影响理论主要从压力的视角来探讨时间侵占行为的传播,认为外部情境因素所引起的工作压力是导致时间侵占行为发生的关键因素。个体的工作压力越大,个体的努力程度就越高,进而时间侵占行为发生的可能性也就越小;反之,由于责任扩散的原因,当个体自身所承受的压力较小时,容易产生社会惰性,时间侵占行为出现的概率就会增加^[1]。努力比较理论认为个体的公平感知是影响个体行为的重要因素,在组织中,个体在发现群体工作效率不高时或者群体中搭便车行为较为普遍时,更倾向于表现出时间侵占行为^[23-25]。为了清晰问题边界,基于上述理论进行以下基本假设:

假设1 在群体中,个体受到压力和公平等外部环境的影响,将会由易感个体(susceptible)自发变为感染个体(infected)。

基于社会影响理论和努力比较理论,假设1合理地反映了时间侵占行为传播的真实性,具有一定的现实意义。

假设2 时间侵占行为在传播过程中感染个体将会以一定的概率随机变为免疫个体(removed)。

个体在发生时间侵占行为以后,组织会采取一系列措施如规范的时间管理、完善的激励措施、严格的惩罚措施来有效抑制和减少员工的时间侵占行为^[26,27],促使正在发生时间侵占行为的感染个体终止传播行为,不再对传播过程产生影响,从而进一步变为免疫个体。

基于上述假设和分析,本文构建的时间侵占行为传播模型如图1所示。

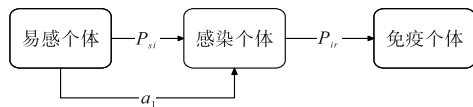


图1 时间侵占行为传播模型

时间侵占行为在复杂网络中的传播规则描述如下:

- 易感个体与感染个体接触后,以概率 P_{si} 成为感染个体;
- 易感个体在压力和公平等外部环境影响下,以概率 a_i 自发变成感染个体;
- 感染个体以概率 P_{ir} 成为免疫个体。

参照文献[28]将 a_i 按照式(1)进行设计。

$$a_i = (K \times P_i + 1)^{ci-2} \quad (1)$$

其中: K 为压力系数,其取值为 $[-1, 1]$,且 $K \neq 0$; ci 为公平系数,其取值为 $[0, 2]$; $a_i \in [0, 1]$; P_i 为局部感染密度。为了探究压力系数 K 、公平系数 ci 、局部感染密度 P_i 以及自发感染概率 a_i 之间的关系,本文分别在一定条件下,探讨了上述因素之间的关系,具体结果如图2所示。

图2探究的是公平系数 ci 与自发感染率 a_i 之间的关系,

其中假设局部感染密度 $P_i = 0.8$,压力系数 $K = -1$ 。从图2可以发现,当公平系数 ci 在 $[0, 2]$ 区间内增加时,自发感染概率 a_i 单调递增。

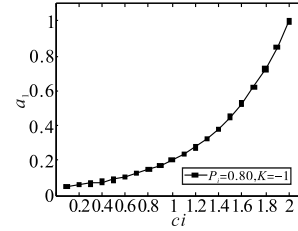


图2 公平系数 ci 与自发感染率 a_i 之间的关系

1.1 均匀网络中复杂网络的时间侵占行为传播模型

在均匀网络中, t 时刻时,网络中感染节点、易感节点和免疫节点的密度分别用 $i(t)$ 、 $s(t)$ 、 $r(t)$ 表示。显然:

$$i(t) + s(t) + r(t) = 1 \quad (2)$$

假设初始时刻 $t=0$ 时,网络中至少有一个感染节点,其余节点均为易感节点,网络中的免疫节点远大于1,则有

$$\begin{cases} s(0) = 1 \\ i(0) = 0 \\ r(0) = 0 \end{cases} \quad (3)$$

根据时间侵占行为的传播规则,本文可以得到时间侵占行为的平均场方程为

$$\begin{cases} \frac{ds(t)}{dt} = -P_{si} \langle k \rangle s(t) i(t) - a_1 \times s(t) \varphi(t) \\ \frac{di(t)}{dt} = P_{si} \langle k \rangle s(t) i(t) + a_1 \times s(t) \varphi(t) - P_{ir} \times i(t) \\ \frac{dr(t)}{dt} = P_{ir} \times i(t) \end{cases} \quad (4)$$

其中: $\varphi(t) = a_2 \times i(t)$ $0 \leq P_{si}, P_{ir}, a_1, a_2 \leq 1$ (5)

1.2 非均匀网络中复杂网络的时间侵占行为传播模型

在非均匀网络中, t 时刻时,网络中感染节点、易感节点和免疫节点的密度分别用 $i_k(t)$ 、 $s_k(t)$ 、 $r_k(t)$ 表示。显然:

$$s_k(t) + i_k(t) + r_k(t) = 1 \quad (6)$$

同理假设初始时刻 $t=0$ 时,网络中至少有一个感染节点,其余节点均为易感节点,网络中的免疫节点远大于1,则有

$$\begin{cases} s_k(0) = 1 \\ i_k(0) = 0 \\ r_k(0) = 0 \end{cases} \quad (7)$$

根据时间侵占行为的传播规则,得到时间侵占行为的平均场方程为

$$\begin{cases} \frac{ds_k(t)}{dt} = -P_{si} \times k \times s_k(t) \Theta_k(t) - a_1 \times s_k(t) \varphi_k(t) \\ \frac{di_k(t)}{dt} = P_{si} \times k \times s_k(t) \Theta_k(t) + a_1 \times s_k(t) \varphi_k(t) - P_{ir} \times i_k(t) \\ \frac{dr_k(t)}{dt} = P_{ir} \times i_k(t) \end{cases} \quad (8)$$

其中:

$$\begin{aligned} \varphi_k(t) &= a_2 \times i_k(t) \\ \Theta_k(t) &= \Theta(t) = \frac{\sum_k k P(k) i_k(t)}{\sum_s s P(s)} = \frac{\sum_k k P(k) i_k(t)}{\langle k \rangle} \end{aligned} \quad (9)$$

代表度为 k 的一个节点其邻居节点被感染的概率。

1.3 时间侵占行为传播模型阈值分析

为了确保时间侵占行为在基于本文所构建的模型在均匀网络和非均匀网络上进行传播,在上述传播模型下,本文对其传播阈值进行了分析,具体分析过程如下:

由式(4)可得

$$\frac{ds(t)}{dr(t)} = \frac{-P_{si}\langle k \rangle s(t)i(t) - a_1 \times s(t) \times a_2 \times i(t)}{P_{ir} \times i(t)} = -\lambda \langle k \rangle s(t) - a_1 \times a_2 \times s(t) \quad (10)$$

两边积分得

$$\ln s(t) = -\int (\lambda \langle k \rangle + a_1 \times a_2) dr(t)$$

$$\text{解得} \quad s(t) = e^{-(\lambda \langle k \rangle + a_1 \times a_2)r(t)} \quad (11)$$

可以发现,当 $t \rightarrow \infty$ 时, $i(t) \rightarrow 0$, 故可得

$$s(\infty) = 1 - i(\infty) - r(\infty) = 1 - r(\infty) = e^{-(\lambda \langle k \rangle + a_1 \times a_2)r(\infty)}$$

$$r(\infty) = 1 - e^{-(\lambda \langle k \rangle + a_1 \times a_2)r(\infty)} \quad (12)$$

两边对 $r(\infty)$ 求导,欲使方程有 $(0,1)$ 之间的非平凡解,需满足 $(\lambda \langle k \rangle + a_1 \times a_2) \times e^{-(\lambda \langle k \rangle + a_1 \times a_2)r(\infty)} > 1$, 其中 $r(\infty) = 0$, 故可得 $\lambda > \frac{1}{\langle k \rangle} (1 - a_1 \times a_2)$, 传播阈值:

$$\lambda_c = \frac{1}{\langle k \rangle} (1 - a_1 \times a_2) \quad (13)$$

同理,在非均匀网络中可求其传播阈值:

$$\lambda_c = \frac{\sum_k k p(k)}{\sum_k k^2 p(k)} (1 - a_1 \times a_2) = \frac{k}{\langle k^2 \rangle} (1 - a_1 \times a_2) \quad (14)$$

进一步可得

$$\lambda_c = \frac{k}{\langle k^2 \rangle} (1 - a_1 \times a_2) = \frac{\int_m^\infty k^{-r+1} dk}{\int_m^\infty k^{-r+2} dk} \quad (15)$$

其中: m 为网络中最小节点的度;并且幂律指数 r 满足 $2 < r \leq 3$ 时,可求得 $\lambda_c = 0$ 。由此可见,对于无限大的无标度网络而言, SIR 传播模型的传播阈值 λ_c 均为 0。这说明在均匀网络和无标度网络上,无论传播的速率 λ 多么小,只要网络足够大时,时间侵占行为始终能够在网络中传播。

2 仿真模拟

2.1 相关网络拓扑及特性

基于上述分析,本文选取了 100 个节点,利用 Pajek 软件结合相关算法生成 ER 随机网络、NW 小世界网络、WS 小世界网络、BA 无标度网络。其中在均匀网络中,取节点平均度 $\langle k \rangle = 6$,随机连边概率 $p = 0.01$;在无标度网络中,初始节点选取 5,每次随机连边的数目取 3,节点平均度 $\langle k \rangle = 6$ 。具体的拓扑结构如图 3 所示。

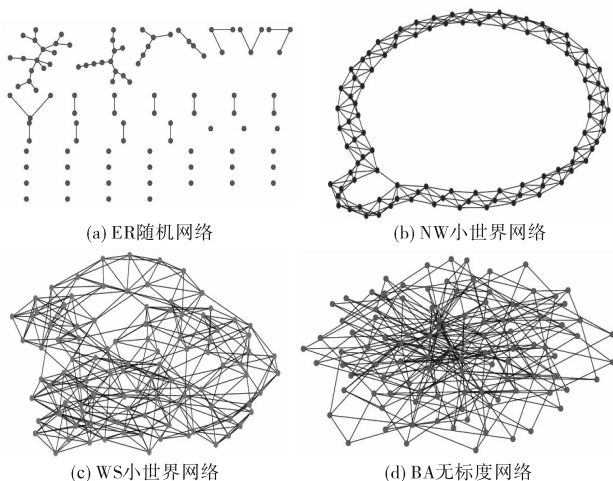


图3 四种网络的拓扑结构

由图 3 可以看出,ER 随机图节点之间的紧密度较小,且节点的排列较为规则,节点连边较为随意;NW 小世界网络节点之间的紧密度较大,整体结构较为分散,节点连边比较均匀;

WS 小世界网络节点的连边比较均匀,整体结构较为紧凑;而在 BA 无标度网络中,其节点的连边并不是均匀的,节点与节点之间的最短路径很小,整体的连通性较强。

基于上述分析,本文选取了 ER 随机网络、NW 小世界网络、WS 小世界网络、BA 无标度网络四种复杂网络作为其传播网络,在这四种网络中探讨时间侵占行为的传播规律。其中,假设每个网络的边均是无向无权的,四种网络的特性参数如表 1 所示。

表1 各网络的相关特性参数

网络名称	节点个数	边数	节点平均度	节点最大度数	聚类系数	Pearson 相关系数
ER 随机网络	5 000	17 347	5.094 8	15	0.001 00	-0.780 3
NW 小世界网络	5 000	30 000	6.00	14	0.304 88	0.862 5
WS 小世界网络	5 000	45 038	9.007 6	18	0.498 50	0.904 7
BA 无标度网络	5 000	39 980	7.996 0	238	0.023 60	-0.163 1

2.2 时间侵占行为传播仿真分析

在上述分析的基础上,选取每个网络中度最大的节点作为初始传播节点,其余节点为易感节点。易感节点假设以 $P_{si} = 0.6$ 的概率变成感染节点,同时自身又以 $a_1 = 0.5$ 的概率自发变成感染节点,最后以 $P_{ir} = 1$ 的概率变成免疫节点,其中参数 a_2 取 0.8,实验次数进行 50 次,结果取其平均值。具体传播过程及结果如图 4 所示。

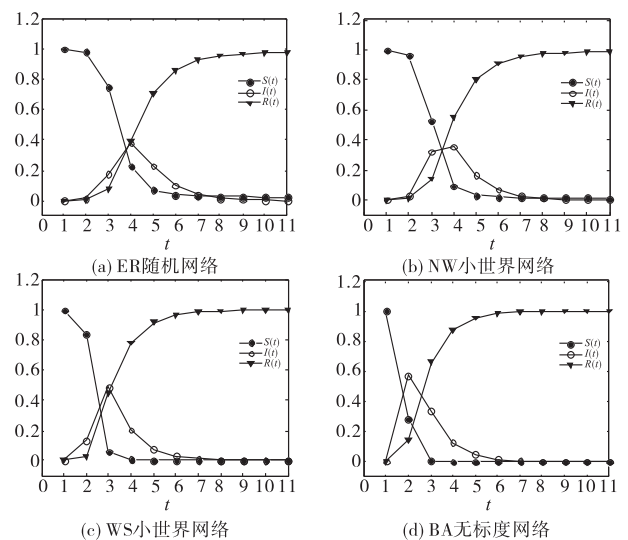


图4 时间侵占行为的传播

图 4 给出了上述四个网络中易感节点、感染节点和免疫节点密度随时间变化的曲线 $S(t)$ 、 $I(t)$ 、 $R(t)$ 。从图 4 可以看出,在给定初始传播节点之后,由于网络中总节点数不变,易感节点不断变成感染节点,易感密度 $S(t)$ 在短时间内迅速递减到 0,表明时间侵占行为在社交网络中传播极快,所有人能在短时间内捕捉到这种行为并进行传播;传播节点密度 $I(t)$ 先增大后减小,最后趋于 0。当到达顶点后,个体逐渐对这种传播失去兴趣,从而引起了曲线的衰减,最后减小到 0。免疫节点密度 $R(t)$ 从 0 开始呈现由快到慢的增长态势,最后易感节点全部变为了免疫节点, $R(t)$ 也达到最大值 1。

在 ER 随机网络、NW 小世界网络以及 WS 小世界网络等均匀网络中,本文发现其 $I(t)$ 达到峰值的时间在第 3、4 步,而在 BA 无标度网络中却在第 2 步就达到了峰值,相比于文献 [29] 中的 RWSIR (基于用户相对权重的网络传播模型) 和 SIR 模型来说,其传播速度较快,传播效应更加明显。这主要是由

于本模型将影响传播的外部环境因素纳入了SIR模型,较为真实地反映了人类行为的传播效应。在均匀网络中, $I(t)$ 的最大密度大约在0.4;而在BA无标度非均匀网络中, $I(t)$ 的最大峰值大约在0.6,这一结果与文献[29]的研究结果相吻合,都说明了在相同条件下,传播行为在无标度非均匀网络中相比均匀网络中传播达到峰值所需时间最短,传播过程较快,同时也进一步验证了本模型的准确性与合理性。

2.3 影响时间侵占行为传播的因素分析

为了进一步探究时间侵占行为的传播规律及影响其传播的相关因素,本文选取BA无标度网络为例,在BA无标度网络上集中分析了影响时间侵占行为传播的相关因素。

2.3.1 压力系数 K 对时间侵占行为传播的影响

在不同的压力下,个体自发发生时间侵占行为的概率有所不同,因此,本文探究了在不同的压力下时间侵占行为的传播情形,具体如图5所示。其中参数设置为 $P_i = 0.8, ci = 0.1$ 。

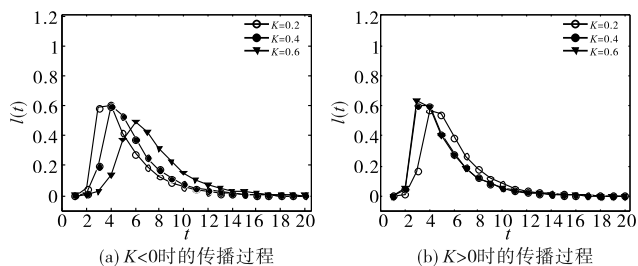


图5 不同压力下时间侵占行为的传播

从图5中可以发现,当 $K > 0$, K 越来越大时,感染者达到峰值的步长逐渐增大,密度逐渐降低,传播较为缓慢,这说明压力变大时,个体自发的发生时间侵占行为的概率降低,传播变得缓慢;当 $K < 0$, K 越来越小时,感染者达到峰值的步长逐渐减小,感染密度逐渐增大,传播速率较快,这说明压力变小时,个体自发的发生时间侵占行为的概率增高,传播速度较快。上述研究说明压力可以有效地影响时间侵占行为的传播,在高压下,个体发生时间侵占行为的概率低且压力较低,传播过程较为缓慢。

2.3.2 公平系数 ci 对时间侵占行为传播的影响

在不同的公平系数 ci 下,个体发生时间侵占行为的概率也有所不同。图6显示的是公平系数 ci 对时间侵占行为的影响。其中 $K = 1, P_i = 0.8$,其余参数保持不变。

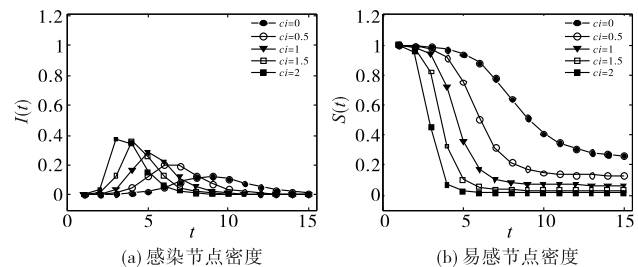


图6 不同公平系数下的时间侵占行为传播

随着公平系数 ci 的增大,感染节点的密度逐渐增大,到达传染峰值的步长逐渐减小,当 $ci = 2$ 时,感染达到峰值的步长最小;此外,易感节点的密度也与公平系数的大小有密切关系,公平系数越大,易感节点密度逐步减小到0,且减小到0的步数越来越短,即员工在组织中感到越不公平时,时间侵占行为传播得越快。

2.3.3 感染概率 P_{si} 对时间侵占行为传播的影响

在不同的感染概率 P_{si} 下,个体发生时间侵占行为的概率

也有所不同。图7显示的是不同感染概率 P_{si} 对时间侵占行为的影响。其中参数设置为 $K = 1, P_i = 0.8, ci = 1$,其余参数保持不变。

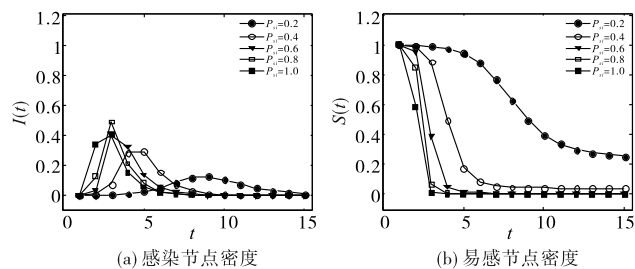


图7 不同感染概率 P_{si} 下的时间侵占行为传播

随着传播概率 P_{si} 逐渐增大时,易感节点密度从1迅速降为0,并且感染概率 P_{si} 的变化对时间侵占行为传播的影响较图6中由公平系数的变化对时间侵占行为的传播影响更大,这也说明在传播模型中传播概率对传播的影响较自发感染概率更加明显。

2.3.4 节点度大小对时间侵占行为传播的影响

不同初始节点度的大小对时间侵占行为传播的影响不同,具体结果如图8所示。其中,各参数设置为 $K = 1, P_i = 0.8, ci = 1$,其余参数保持不变。

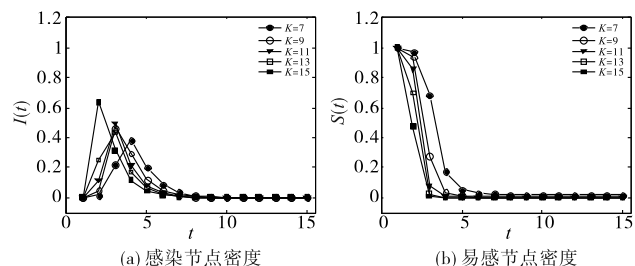


图8 不同初始节点度大小下的时间侵占行为传播

通过仿真可以发现,在无标度BA网络中,不同初始节点度的大小可以影响时间侵占行为的传播,初始节点度大的节点可以使得时间侵占行为传播得很快,并且使得感染节点的感染密度迅速达到峰值。上述研究说明了无标度网络的拓扑结构特性有利于时间侵占行为传播的迅速展开,这一点也与文献[30]的结论相吻合。

2.3.5 时间侵占行为传播模型阈值仿真分析

为了验证时间侵占行为在复杂网络上的传播阈值情况,本文选取无标度网络作为传播的网络,分别在传播速率 $\lambda = 0$ 和 $\lambda > 0$ ($\lambda = 0.01$)的情况下,对上述时间侵占行为的传播进行了仿真,具体如图9所示。

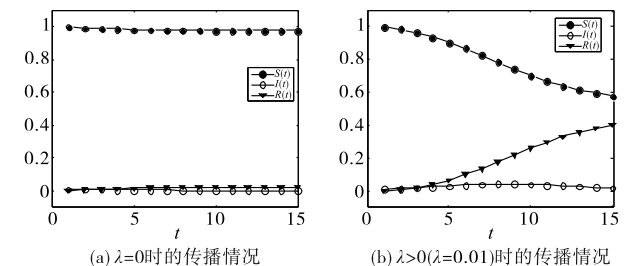


图9 不同传播速率下的时间侵占行为的传播情况

从图9中可以发现,当传播速率 $\lambda = 0$ 时,时间侵占行为不会在复杂网络上进行传播;当 $\lambda > 0$ (本文取 $\lambda = 0.01$)时,时间侵占行为将会在群体中进行传播,此时,时间侵占行为逐渐在整个种群中传播开来。上述仿真验证了本文对时间侵占行为在复杂网络上的传播阈值分析,基本证实了本文所构建模型的

准确性和可行性。

3 结束语

时间侵占行为是一种占用工作时间而从事其他活动的反生产行为,这种行为在一定的空间内,在压力理论以及公平理论下会传染给他人,从而造成工作时间的浪费。为了探究上述行为的传播规律,本文基于基本 SIR 传播模型,构建了时间侵占行为传播模型,并且在不同的情形下,对上述传染模型在 ER 随机网络、NW 小世界网络、WS 小世界网络以及 BA 无标度网络模型下进行了仿真,最后在无标度网络上分析了影响时间侵占行为传播的相关因素。通过本文对时间侵占行为传播模型的构建与仿真,发现工作压力和公平的工作环境对时间侵占行为的传播具有一定的影响。因此,营造良好的工作环境,建立公平的管理制度,对企业有效减少时间侵占行为的发生,积极提高生产效率,发挥员工个人价值具有重要的作用。此外,由于现实中影响时间侵占行为传播的影响因素还有很多,本文模型没有对其进行充分的考虑,所以具有一定的局限性,但是这一局限性也为未来对时间侵占行为传播模型的进一步完善以及对其他影响因素的研究指明了研究方向,未来研究也可围绕改变节点布局以达到抑制时间侵占行为发生的目标进行探索性的尝试。

参考文献:

- [1] 王雁飞,林星驰,张静茹.组织中的时间侵占行为研究进展评述[J].外国经济与管理,2015,37(9):45-66.
- [2] Anandarajan M, Simmers C A. Personal Web usage in the work place: a guide to effective human resources management[M]. Hershey, PA: Information Science Publishing, 2003.
- [3] Anandarajan M, Paravastu N, Simmers C A. Perceptions of personal Web usage in the work place: AQ-methodology approach[J]. Cyber Psychology and Behavior, 2006, 9(3): 325-335.
- [4] Henle C A, Reeve C L, Pitts V E. Stealing time at work: attitudes, social pressure, and perceived control as predictors of time theft[J]. Journal of Business Ethics, 2010, 94(1): 53-67.
- [5] Liberman B, Seidman G, McKenna K Y A, et al. Employee job attitudes and organizational characteristics as predictors of cyberloafing[J]. Computers in Human Behavior, 2011, 27(6): 2192-2199.
- [6] Brock M E, Martin L E, Buckley M R. Time theft in organizations: the development of the timebanditry questionnaire[J]. International Journal of Selection and Assessment, 2013, 21(3): 309-321.
- [7] Sheikh A, Atashgah M S, Adibzadegan M. The antecedents of cyberloafing: a case study in an Iranian copper industry[J]. Computers in Human Behavior, 2015, 51(10): 172-179.
- [8] Cohen A. Are they among us? A conceptual framework of the relationship between the dark triad personality and counterproductive work behaviors (CWBs)[J]. Human Resource Management Review, 2016, 26(1): 69-85.
- [9] Alshuaibi A S I, Mohd S F, Subramaniam C. Do human resource management practices matter in reducing cyberloafing at work: evidence from Jordan[J]. Journal of WEI Business and Economics, 2013, 2(2): 1-11.
- [10] 陆靖桥,傅秀芬,蒙在桥.微博网络中影响力传播节点的识别[J].计算机应用研究,2015,32(8):2305-2308.
- [11] 朱义鑫,张凤荔,秦志光.免疫传播抑制病毒的蔓延[J].计算机应用研究,2015,32(5):1496-1499.
- [12] 于凯,荣莉莉,郭文强,等.基于线上线下网络的舆情传播模型研究[J].管理评论,2015,27(8):200-212.
- [13] 吴越,杜亚军,陈晓亮,等.基于新曝光突发性消息的网络舆论逆转研究[J].物理学报,2016,65(3):630501.
- [14] 万贻平,张东戈,任清辉.考虑谣言清除过程中的网络谣言传播与抑制[J].物理学报,2015,64(24):240501.
- [15] 张刚,霍良安,马良.基于谣言攻击的产品需求波动 CISR_aR_d 模型研究[J].上海理工大学学报,2016,38(1):55-61.
- [16] 欧阳博,金心宇,夏永祥,等.疾病传播与级联失效相互作用的研 究:度不相关网络中疾病扩散条件的分析[J].物理学报,2014, 63(21):218902.
- [17] Liu Yuting, Shan Meijing, Lian Xinze. Stochastic extinction and persistence of a parasite-host epidemiological model[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2016, 462(11):586-602.
- [18] Savina E K, Karlsen J D, Frandsen R P, et al. Testing the effect of soak time on catch damage in a coastal gillnetter and the consequences on processed fish quality[J]. Food Control, 2016, 70(12):310-317.
- [19] Xie Zheng, Ouyang Z Z, Liu Qi, et al. A geometric graph model for citation networks of exponentially growing scientific papers[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2016, 456(8): 167-175.
- [20] Mo Yunfei, Tian Ze'an, Liu Rangsui. Molecular dynamics study on microstructural evolution during crystallization of rapidly supercooled zirconium melts[J]. Journal of Alloys and Compounds, 2016, 688(12):654-665.
- [21] Ord T J, Charle G K, Hofer R K. The evolution of alternative adaptive strategies for effective communication in noisy environments[J]. American Naturalist, 2011, 177(1):54-64.
- [22] Zhao Yiyi, Zhang Libin, Tang Mingfeng, et al. Bounded confidence opinion dynamics with opinion leaders and environmental noises[J]. Computers & Operations Research, 2016, 74(10):205-213.
- [23] Brock M E, Martin L E, Buckley M R. Time theft in organizations: the development of the time banditry questionnaire[J]. International Journal of Selection and Assessment, 2013, 21(3):309-321.
- [24] Klotz A C, Buckley M R. A historical perspective of counterproductive work behavior targeting the organization[J]. Journal of Management History, 2013, 19(1):114-132.
- [25] Hai L C, Tziner A. Relationships between counterproductive work behavior, perceived justice and climate, occupational status, and leader-member exchange[J]. Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones, 2014, 30(1):1-12.
- [26] Lawrence T B, Robinson S L. Ain't misbehavin': workplace deviance as organizational resistance[J]. Journal of Management, 2007, 33(3):378-394.
- [27] Foltz C B, Schwager P H, Anderson J E. Why users(fail to) read computer usage policies[J]. Industrial Management & Data Systems, 2008, 108(6):701-712.
- [28] Wu Junhui, Ni Shunjiang, Shen Shifei. Dynamics of public opinion under the influence of epidemic spreading[J]. International Journal of Modern Physics C, 2016, 27(7):1-9.
- [29] 王金龙,刘方爱,朱振方.一种基于用户相对权重的在线社交网络信息传播模型[J].物理学报,2015,64(5):050501.
- [30] 王长春,陈超,董志强.网络结构对谣言传播的影响[J].系统仿真学报,2013,25(1):127-131.