

基于前景理论的微信健康信息质量三方博弈分析

王显芳, 张亮, 张宁

引用本文

王显芳, 张亮, 张宁. [基于前景理论的微信健康信息质量三方博弈分析](#)[J]. 计算机科学, 2022, 49(6A): 694-704.

WANG Xian-fang, ZHANG Liang, ZHANG Ning. [Evolutionary Game Analysis of WeChat Health Information Quality Optimization Based on Prospect Theory](#)[J]. Computer Science, 2022, 49(6A): 694-704.

相似文章推荐 (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)

[基于演化博弈的理性拜占庭容错共识算法](#)

Rational PBFT Consensus Algorithm with Evolutionary Game

计算机科学, 2022, 49(3): 360-370. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.210900110>

[基于演化博弈的数据收益权分配机制设计](#)

Mechanism Design of Right to Earnings of Data Utilization Based on Evolutionary Game Model

计算机科学, 2021, 48(3): 144-150. <https://doi.org/10.11896/jsjcx.201100056>

[基于演化博弈论的 p-坚持 CSMA 网络接入控制研究](#)

Evolutionary Game Theory-based Access Control Study for P-persistent CSMA Networks

计算机科学, 2016, 43(9): 146-151. <https://doi.org/10.11896/j.issn.1002-137X.2016.09.028>

基于前景理论的微信健康信息质量三方博弈分析

王显芳 张亮 张宁

青岛大学商学院 山东 青岛 266100

(zhangliang@qdu.edu.cn)

摘要 微信中健康信息质量良莠不齐,分析平台、公众号和用户的行为决策演化过程,探究遏制公众号发布虚假信息的关键因素,可为优化健康生态环境提供有益参考。通过构建三方主体演化博弈模型,求解系统均衡点与约束条件,仿真分析主体策略演变的影响因素及系统最优稳定状态。引入前景理论,探究主体的风险态度和损失规避对最优结果的影响。仿真实验得出,平台和用户对风险的敏感性大于损失。相比监管所需的高额成本,平台更注重声誉的提升;相比虚假信息产生的误导,用户着重于满足主观需求。公众号对损失比较敏感,且对平台处罚的敏感性大于粉丝损失。当公众号发布真实信息的初始意愿较低时,平台处罚、媒体曝光等外界因素虽能遏制伪健康信息的传播,但系统最优难以尽快实现。

关键词: 健康信息;微信平台;演化博弈;前景理论;质量优化

中图法分类号 G206

Evolutionary Game Analysis of WeChat Health Information Quality Optimization Based on Prospect Theory

WANG Xian-fang, ZHANG Liang and ZHANG Ning

School of Business, Qingdao University, Qingdao, Shandong 266100, China

Abstract The quality of health information in WeChat varies from good to bad. Research on the evolutionary process of platform, official account and user behavioral decision-making, explore the key factors that prevent the official account from publishing false information, and provide a useful reference for optimizing the health ecological environment. By constructing a three-party game model, system equilibrium points and constraints are solved, then the influencing factors and optimal stable state of the system evolution are simulated and analyzed. Prospect theory is introduced to explore the influence of the subject's risk attitude and loss aversion on the optimal outcome. Simulation experiments show that the platform and users are more sensitive to risks than losses. Compared with the high cost of supervision, the platform pays more attention to the improvement of reputation. Compared with the misleading caused by false information, users focus on satisfying subjective needs. Official accounts are more sensitive to losses, and the sensitivity to platform penalties is greater than fan losses. When the initial willingness of the official account to release real information is low, although external factors such as platform punishment and media exposure can curb the spread of fake health information, the optimal system is difficult to achieve as soon as possible.

Keywords Health information, WeChat platform, Evolutionary game, Prospect theory, Quality optimization

1 引言

“互联网+大健康”的推进革新了健康信息的传播方式,越来越多的网民通过“好大夫”等在线健康社区或微博、微信等社交媒体获取健康信息^[1]。目前,微信平台中的健康类公众号已超过13万个,日均推文量约18万篇,日均阅读量近2亿次。然而,健康信息质量良莠不齐,既存在着科学、准确的信息,又存在部分公众号为博眼球而发布的伪健康信息^[2]。这种没有科学依据的虚假信息容易误导用户并引起错误的健康行为^[3-4],甚至危害生命安全。在微信强关系属性下,伪健康信息借助人际传播滋生泛滥,污染信息环境,破坏健康

生态。尤其在新冠疫情期间,优化健康信息质量更成为一项重要且紧迫的任务。

健康信息的传播是一个复杂的动态过程,涉及平台、公众号和用户等多个参与主体。那么,各主体的行为策略由何引起又如何演变?主体对待风险、损失的态度对演化结果有何影响?怎样更快地引导各方策略稳定至最优,从而提升健康信息的整体质量?对此,本文首先构建平台、公众号和用户三方演化博弈模型,探究主体策略演变的影响因素和系统最优状态。其次,基于前景理论,分析主体的风险敏感性、损失规避性对最优结果的影响。最后,结合模型与仿真提出健康信息质量的优化对策。

基金项目:山东省自然科学基金(ZR2018MG005)

This work was supported by the Natural Science Foundation of Shandong Province, China(ZR2018MG005).

通信作者:张亮(zhangliang@qdu.edu.cn)

2 相关工作

2.1 健康信息采纳

健康信息泛指与人们身心健康、疾病、养生等相关的信息^[1],用户可通过点赞、收藏或转发来表达对信息的肯定^[5],或者因不认可而删除、屏蔽。信息采纳 (Information Adoption)源于技术采纳理论,综合前人对信息采纳的理解^[6-7],本文将其定义为用户在满足自身需求的基础上,对某一信息持肯定、认同的态度以及接受该信息的决策过程。

现有研究大多从主客观视角考察健康信息采纳的影响因素。主观上,用户的采纳意愿受自我效能、感知有用以及人际因素等影响^[8-9],而感知风险^[10]与其采纳意愿呈负相关;客观上,健康信息的质量^[8,10]、来源可信度和情感共鸣等特征会影响用户的采纳行为^[10-12]。用户是否会传播健康信息同样受主客观因素的影响。主观上,用户基于自我认知,如利益感知、风险感知和效能感知决定是否参与信息的交流与传播^[13-14];客观上,健康信息生产方发布的信息质量和生产方被认可度、平台运营方的管理规范性和服务质量间接影响用户的分享行为^[15]。文章发布位置、话题选择及趣味性等也是影响信息传播的重要因素^[16]。

综上,关于健康信息的用户采纳行为的研究主要围绕其影响因素展开,而各因素如何影响采纳的过程还有待深入探讨。

2.2 微信平台的健康信息质量研究

庞大的用户数量、公众号和朋友圈的高使用率以及简单的分享操作,使微信中信息的传播速度快、影响广泛^[1]。相比报纸、广播、电视等传统媒体,其监管力度还不够,这也为虚假信息传播提供了有利条件^[17]。然而,大多数微信用户缺乏识别健康信息真伪的能力。针对信息质量不高、国民健康素养整体偏低的现状,研究发现,伪健康信息的显著特征包括诱导性文字、内容重复、假借权威等,以此帮助用户提高信息辨别能力^[1]。

微信用户根据自身需求、经历等接受特定类型的健康信息^[18]。然而,用户对各主题信息的关注度与平台的信息供应分布并不一致^[19]。现有研究大多从主客观角度探讨用户对健康信息关注度的影响因素。主观上,用户会结合个人偏好,如年龄偏好、兴趣偏好等,关注自己感兴趣的信息^[20]。据研究,用户对健康风险和饮食主题的关注度较高,但平台对此类信息的供应度略低^[12,19]。健康认知、健康素养同样是影响用户关注度的重要因素^[11,20]。客观上,作为信息发布方,发布的信息内容质量(信息权威性、价值性等)以及推送质量(推送频次、形式等)是影响用户是否关注健康类公众号的关键因素^[8,20]。另外,微信朋友圈塑造的熟人社交网络,或是导致用户对其健康信息关注意愿高的原因^[21]。

综上,已有研究主要从发布方的信息质量、需求方采纳及传播的影响因素展开,而对健康信息的相关主体方面仍缺少关注,尤其是如何协调需求方、发布方和监管方的行为来优化微信中的信息质量。已有研究运用演化博弈的方法探讨健康社区服务质量的优化对策^[22]。因此,本文构建演化博弈

模型,探讨三方主体策略的演化规律和系统最优状态的影响因素,以期与健康生态的良性发展提供有益指导。

3 健康信息的三方博弈模型构建与分析

3.1 主体博弈策略分析

(1)用户博弈策略分析

作为健康信息需求方,用户有两种方式浏览公众号的健康信息:1)独立获取,包括健康类公众号的推送或用户主动搜索;2)通过中间媒介如微信好友、微信群或朋友圈^[23]。对于健康信息,用户可能会浏览阅读、点赞收藏甚至转发分享;也可能谨慎看待,表现在因质疑其真伪性^[24],在浏览阅读后暂不认可该信息,或因兴趣偏好、不关心等选择忽略。据此,本文将用户对健康信息的策略选择空间定义为{采纳、不采纳}。假设在初始状态下,用户选择“采纳”策略的概率为 x ,选择“不采纳”策略的概率为 $1-x$,其中 $0 \leq x \leq 1$ 。

(2)公众号博弈策略分析

作为健康信息生产方,公众号可能通过明确标注权威来源、采用合理标题等方式,发布已被权威机构或专家证实的、符合客观且真实有效的健康信息;也可能捏造或转发无事实依据的伪健康信息,并设置夸张、悬念的标题吸引用户关注。公众号策略空间为{发布真实健康信息 y 、发布伪健康信息 $1-y$ },其中 $0 \leq y \leq 1$ 。另外,还有一些尚不能明确其真伪性的信息,本次研究暂且将其排除在外。

(3)平台博弈策略分析

平台可能在公众号发布健康信息之前对其严格审查,筛选过滤掉不规范、不专业的健康信息,并在媒体曝光时积极回应;也可能基于成本最小化原则忽视健康信息的发布质量,或有意包容^[25]公众号从而获取流量。平台的策略空间为{严格监管 z 、宽松监管 $1-z$ },其中 $0 \leq z \leq 1$ 。

平台由于技术、成本等限制,不可能完全消除伪健康信息。而媒体为了吸引用户关注以获取收益,对健康信息真伪性具备查验动机^[26]。媒体出于社会责任感或追求利益,选择未标注权威来源、标题夸张、高点击量的健康信息核实其真伪性,并在核验后曝光该信息,此为真实曝光^[27]。本文暂不考虑媒体因拼速度、引流量或恶意中伤等未经调查的虚假曝光^[28]。

3.2 模型构建

3.2.1 基本假设

假设 1 与用户相关的收益和成本如下。 R_1 表示采纳健康信息带来的收益,体现在用户能满足自己和亲朋好友对健康信息的需求,从而解决健康相关问题^[29]。 C_1 :采纳健康信息所耗费的阅读、分享等时间精力成本。 E_1 :当存在伪健康信息时,用户的健康观念及行为被误导而产生的额外损失^[2]。平台严格监管时,公众号发布信息质量的提升会为用户采纳带来额外收益 P_{13} 。当存在用户所需真实信息,因质疑心理未采纳而造成潜在损失 L 。假设 t 表示真实信息为用户所需要但却未被采纳的概率。

假设 2 与公众号相关的收益和成本如下。 R_{21} :发布真实健康信息的收益,包括基本的流量收益和声誉、关注度提升

带来的收益^[16]。C₂:发布真实健康信息产生的策划实施及管理成本。R₂₂:发布伪健康信息为其带来更多的流量和热度收益。假设用户有 q 的概率转发健康信息,且转发会给公众号带来额外收益^[30] P₂₁。L₂₁:用户采纳健康信息后若发生媒体曝光,公众号面临着粉丝损失、关注度下降和道德谴责。E₂:伪健康信息被媒体曝光后,未采纳用户虽无直接损失,但仍会对公众号的声誉产生影响($E_2 < L_{21}$)。

假设 3 与平台相关的收益和成本如下。R₃:严格监管产生的收益,包括严格审核、及时回应媒体曝光等带来的声誉提升、形象塑造。C₃:严格监管产生的技术、人工及管理成本。

表 1 收益支付矩阵
Table 1 Revenue payoff matrix

策略	用户采纳 x		用户不采纳 $1-x$	
	真实健康信息 y	伪健康信息 $1-y$	真实健康信息 y	伪健康信息 $1-y$
平台严格 监管 z	$R_1 - C_1 + P_{13}$	$R_1 - C_1 + P_{13} - E_1$	$-tL - tP_{13}$	$-tP_{13}$
	$R_{21} - C_2 + qP_{21}$	$R_{22} + qP_{21} - aL_{21} - pF_1 - aF_1$	$tR_{21} - C_2$	$tR_{22} - aE_2 - pF_1 - aF_1$
	$R_3 - C_3 + qP_{31}$	$R_3 - C_3 + qP_{31}$	$tR_3 - C_3$	$tR_3 - C_3$
平台宽松 监管 $1-z$	$R_1 - C_1$	$R_1 - C_1 - E_1$	$-tL$	0
	$R_{21} - C_2 + qP_{21}$	$R_{22} + qP_{21} - aL_{21}$	$tR_{21} - C_2$	$tR_{22} - aE_2$
	qP_{31}	$qP_{31} - aL_{31}$	0	$-aE_3$

(1)用户策略演化分析

定义用户选择采纳策略的期望收益为 F_{11} ,选择不采纳策略的期望收益为 F_{12} ,则用户的平均期望收益可表示为 $\overline{F_1} = xF_{11} + (1-x)F_{12}$,其中:

$$F_{11} = yz(R_1 - C_1 + P_{13}) + (1-y)z(R_1 - C_1 + P_{13} - E_1) + y(1-z)(R_1 - C_1) + (1-y)(1-z)(R_1 - C_1 - E_1)$$
$$= R_1 - C_1 - E_1 + yE_1 + zP_{13} \tag{1}$$

$$F_{12} = yz(-tL - tP_{13}) + (1-y)z(-tP_{13}) + y(1-z)(-tL) + (1-y)(1-z)(-tL)$$
$$= -ztP_{13} - ytL \tag{2}$$

$$\overline{F_1} = xF_{11} + (1-x)F_{12}$$
$$= x(zP_{13} + R_1 - C_1 - E_1 + yE_1) + (1-x)(-ztP_{13} - ytL)$$
$$= xzP_{13} + xR_1 - xC_1 - xE_1 + xyE_1 - ztP_{13} - ytL + xztP_{13} + xytL \tag{3}$$

因此,用户选择采纳健康信息策略的复制动态方程为:

$$F(x) = x(1-x) \frac{\partial \overline{F_1}}{\partial x}$$
$$= x(1-x)(R_1 - C_1 - E_1 + yE_1 + ztP_{13} + zP_{13} + ytL) \tag{4}$$

用户的复制动态相位图如图 1 所示。当 $y = \frac{-R_1 + C_1 + E_1 - ztP_{13} - zP_{13}}{E_1 + tL}$ 时, $F(x) \equiv 0$, x 取任意值均为稳定状态,用户的采纳与不采纳策略均为博弈稳定策略; $y \neq \frac{-R_1 + C_1 + E_1 - ztP_{13} - zP_{13}}{E_1 + tL}$ 时,令 $F(x) = 0$,则 $x = 0$ 和 $x = 1$ 时为稳定状态, $F'(x) = (1-2x)(R_1 - C_1 - E_1 + yE_1 + ztP_{13} + zP_{13} + ytL)$ 。当 $y > \frac{-R_1 + C_1 + E_1 - ztP_{13} - zP_{13}}{E_1 + tL}$ 时, $F_X'(0) > 0, F_X'(1) < 0$,此时 $x = 1$ 为均衡解,即用户倾向于

本。P₃₁:用户转发健康信息带给平台的额外流量。假设平台审查时有 p 的可能会筛选出伪健康信息,媒体有 a 的概率真实曝光伪健康信息^[28]。F₁:当伪健康信息被筛选或曝光后,平台给公众号的处罚^[31](批评警告、注销账号等);平台宽松监管时成本较小,却面临着媒体曝光后用户的信任损失 L₃₁。E₃:若平台对曝光问题不予回应,未采纳该信息的用户虽无直接损失,但仍会造成平台的声誉口碑下降、形象受损($E_3 < L_{31}$)。

3.2.2 收益矩阵及复制动态方程

基于上述假设,为更清晰地描述用户、公众号和平台三方主体博弈策略及演化过程,构建收益矩阵如表 1 所列。

采纳健康信息;当 $y < \frac{-R_1 + C_1 + E_1 - ztP_{13} - zP_{13}}{E_1 + tL}$ 时, $F_X'(0) < 0, F_X'(1) > 0, x = 0$ 为均衡解,用户选择不采纳策略。

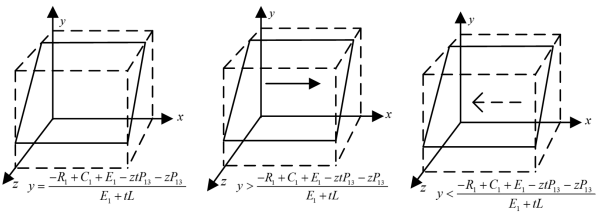


图 1 用户的复制动态相位图

Fig. 1 User's copy dynamic phase diagram

(2)公众号策略演化分析

定义公众号发布真实健康信息的期望收益为 F_{21} ,发布虚假健康信息的期望收益为 F_{22} ,平均期望收益为 $\overline{F_2} = yF_{21} + (1-y)F_{22}$,其中:

$$F_{21} = xR_{21} + xqP_{21} + tR_{21} - C_2 - xtR_{21} \tag{5}$$

$$F_{22} = -zpF_1 - zaF_1 + xR_{22} + xqP_{21} - xaL_{21} + tR_{22} - aE_2 - xtR_{22} + xaE_2 \tag{6}$$

$$\overline{F_2} = xyR_{21} + ytR_{21} - yC_2 - xytR_{21} - zpF_1 - zaF_1 + xR_{22} + xqP_{21} - xaL_{21} + tR_{22} - aE_2 - xtR_{22} + xaE_2 + yzpf_1 + yzaF_1 - xyR_{22} + xyaL_{21} - ytR_{22} + yaE_2 + xytR_{22} - xyaE_2 \tag{7}$$

因此,公众号发布真实健康信息的复制动态方程为:

$$F(y) = y(1-y)(xR_{21} + tR_{21} - C_2 - xtR_{21} + zpF_1 + zaF_1 - xR_{22} + xaL_{21} - tR_{22} + aE_2 + xtR_{22} - xaE_2)$$
$$\tag{8}$$

令:

$$z_0 = \frac{(-xR_{21} - tR_{21} + C_2 + xtR_{21} + xR_{22} - xaL_{21} + tR_{22} - aE_2 - xtR_{22} + xaE_2)}{pF_1 + aF_1}$$

当 $z=z_0$ 时, $F(y)=0$, y 取任意值均为稳定状态。当 $z \neq z_0$ 时, 令 $F(y)=0$, 则 $y=0$ 和 $y=1$ 为稳定状态。 $z > z_0$ 时, $F_y'(0) > 0, F_y'(1) < 0$, 此时 $y=1$ 为均衡解, 公众号选择发布真实健康信息; 反之, $y=0$ 为均衡解, 公众号发布伪健康信息的意愿更强, 如图 2 所示。

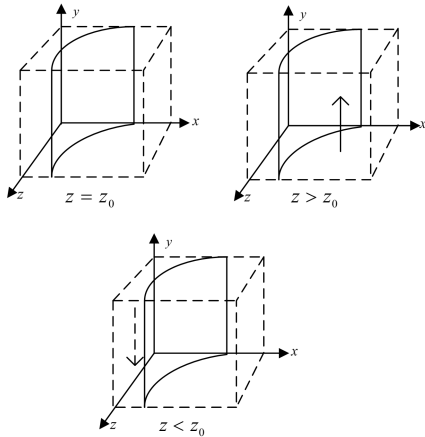


图 2 公众号的复制动态相位图

Fig. 2 Copy dynamic phase diagram of official account

(3) 平台策略演化分析

定义平台严格监管的期望收益为 F_{31} , 宽松监管的期望收益为 F_{32} , 则平台的平均期望收益可表示为 $\bar{F}_3 = zF_{31} + (1-z)F_{32}$, 其中:

$$F_{31} = xR_3 + xqP_{13} + tR_3 - C_3 - xtR_3 \quad (9)$$

$$F_{32} = xqP_{31} - xaL_{31} + xyaL_{31} - aE_3 + yaE_3 + xaE_3 - xyaE_3 \quad (10)$$

$$\bar{F}_3 = xzR_3 + ztR_3 - zC_3 - xztR_3 + xqP_{31} - xaL_{31} + xyaL_{31} - aE_3 + yaE_3 + xaE_3 - xyaE_3 + xzaL_{31} - xyzaL_{31} + zaE_3 - yzaE_3 - xzaE_3 + xyzaE_3 \quad (11)$$

因此, 平台选择严格监管策略的复制动态方程为:

$$F(z) = z(1-z)(xR_3 + tR_3 - C_3 - xtR_3 + xaL_{31} - xyaL_{31} + aE_3 - yaE_3 - xaE_3 + xyaE_3) \quad (12)$$

$$\text{令 } x_0 = \frac{-tR_3 + C_3 - aE_3 + yaE_3}{R_3 - tR_3 + aL_{31} - yaL_{31} - aE_3 + yaE_3}, \text{ 当 } x = x_0$$

时, $F(z)=0$, z 取任意值均为稳定状态; 当 $x \neq x_0$, 令 $F(z)=$

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} & \frac{\partial F(x)}{\partial z} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} & \frac{\partial F(y)}{\partial y} & \frac{\partial F(y)}{\partial z} \\ \frac{\partial F(z)}{\partial x} & \frac{\partial F(z)}{\partial y} & \frac{\partial F(z)}{\partial z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1-2x)(R_1 - C_1 - E_1 + yE_1 + ztP_{13} + zP_{13} + ytL) & x(1-x)(E_1 + tL) & x(1-x)(tP_{13} + P_{13}) \\ y(1-y)(R_{21} - tR_{21} - R_{22} + aL_{21} + tR_{22} - aE_2) & (1-2y)(xR_{21} + tR_{21} - C_2 - xtR_{21} + zpF_1 + zaF_1 - xR_{22} + xaL_{21} - tR_{22} + aE_2 + xtR_{22} - xaE_2) & y(1-y)(pF_1 + aF_1) \\ z(1-z)(R_3 - tR_3 + aL_{31} - yaL_{31} - aE_3 + yaE_3) & z(1-z)(-xaL_{31} - aE_3 + xaE_3) & (1-2z)(xR_3 + tR_3 - C_3 - xtR_3 + xaL_{31} - xyaL_{31} + aE_3 - yaE_3 - xaE_3 + xyaE_3) \end{bmatrix} \quad (14)$$

由 Jacobian 矩阵求解各均衡点的特征值如表 2 所列, 可

0, 则 $z=0$ 和 $z=1$ 时为稳定状态。同上分析, $x > x_0$ 时, $F_z'(0) > 0, F_z'(1) < 0$, 此时 $z=1$ 为均衡解, 平台倾向于严格监管; 反之, $z=0$ 为均衡解, 平台倾向于宽松监管, 如图 3 所示。

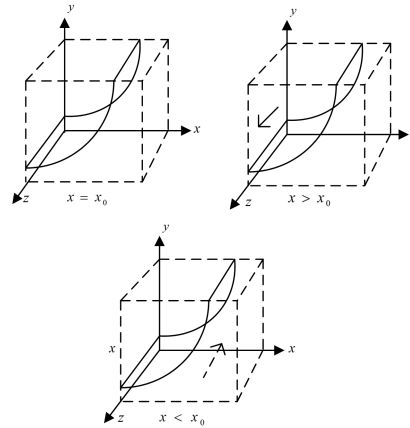


图 3 平台的复制动态相位图

Fig. 3 Copy dynamic phase diagram of platform

3.2.3 稳定性条件分析

为求解三方演化博弈的均衡点, 令 $\begin{cases} F(x)=0 \\ F(y)=0 \\ F(z)=0 \end{cases}$, 可得方程

组在定义域 $\Omega = \{0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1\}$ 中存在 8 个纯策略均衡点, 分别为 $M_1(0, 0, 0), M_2(0, 0, 1), M_3(0, 1, 0), M_4(0, 1, 1), M_5(1, 0, 0), M_6(1, 0, 1), M_7(1, 1, 0), M_8(1, 1, 1)$ 以及一个混合策略均衡点 $M_9(x^*, y^*, z^*)$, 其中:

$$\begin{cases} x^* = \frac{-tR_3 + C_3 - aE_3 + yaE_3}{R_3 - tR_3 + aL_{31} - yaL_{31} - aE_3 + yaE_3} \\ y^* = \frac{-R_1 + C_1 + E_1 - ztP_{13} - zP_{13}}{E_1 + tL} \\ z^* = (-xR_{21} - tR_{21} + C_2 + xtR_{21} + xR_{22} - xaL_{21} + tR_{22} - aE_2 - xtR_{22} + xaE_2) / (pF_1 + aF_1) \end{cases} \quad (13)$$

根据 Friedman^[32] 的研究, 通过构建三维复制动态系统的 Jacobian 矩阵, 见式 (14), 判断三方演化博弈均衡点的稳定性。若矩阵的所有特征值均为负实数, 则称该均衡点为系统的渐进稳定平衡点。

可以发现, 特征值的正负难以直接判断。

表 2 均衡点的特征值矩阵
Table 2 Eigenvalue matrix of equilibrium point

均衡点	特征值		
	λ_1	λ_2	λ_3
$M_1(0,0,0)$	$R_1-C_1-E_1$	$tR_{21}-C_2-tR_{22}+aE_2$	$tR_3-C_3+aE_3$
$M_2(0,0,1)$	$R_1-C_1-E_1+tP_{13}+P_{13}$	$tR_{21}-C_2-tR_{22}+pF_1+aF_1+aE_2$	$-tR_3+C_3-aE_3$
$M_3(0,1,0)$	R_1-C_1+tL	$-tR_{21}+C_2+tR_{22}-aE_2$	tR_3-C_3
$M_4(0,1,1)$	$R_1-C_1+tP_{13}+P_{13}+tL$	$-tR_{21}+C_2+tR_{22}-pF_1-aF_1-aE_2$	$-tR_3+C_3$
$M_5(1,0,0)$	$-R_1+C_1+E_1$	$R_{21}-C_2-R_{22}+aL_{21}$	$R_3-C_3+aL_{31}$
$M_6(1,0,1)$	$-R_1+C_1+E_1-tP_{13}-P_{13}$	$R_{21}-C_2-R_{22}+pF_1+aF_1+aL_{21}$	$-R_3+C_3-aL_{31}$
$M_7(1,1,0)$	$-R_1+C_1-tL$	$-R_{21}+C_2+R_{22}-aL_{21}$	R_3-C_3
$M_8(1,1,1)$	$-R_1+C_1-tP_{13}-P_{13}-tL$	$-R_{21}+C_2+R_{22}-pF_1-aF_1-aL_{21}$	$-R_3+C_3$

为方便分析博弈系统的稳定演化策略(ESS),表 3 列出了均衡点成为稳定点需满足的约束条件。其中,若 $M_4(0,1,1)$ 是稳定点,需满足 $R_1+tP_{13}+P_{13}+tL<C_1$,即用户采纳

健康信息付出的成本过高时,系统才可能趋向于稳定。考虑到实际情况,上述情形难以实现,故本文暂不考虑 $M_4(0,1,1)$ 成为稳定点的可能。

表 3 演化稳定点的约束条件
Table 3 Equilibrium conditions for evolutionary stable points

均衡点	条件	约束条件
(0,0,0)	1	$R_1-C_1-E_1<0, tR_{21}-C_2-tR_{22}+aE_2<0, tR_3-C_3+aE_3<0$
(0,0,1)	2	$R_1-C_1-E_1+tP_{13}+P_{13}<0, tR_{21}-C_2-tR_{22}+pF_1+aF_1+aE_2<0, -tR_3+C_3-aE_3<0$
(0,1,0)	3	$R_1-C_1+tL<0, -tR_{21}+C_2+tR_{22}-aE_2<0, tR_3-C_3<0$
(0,1,1)	4(略)	$R_1-C_1+tP_{13}+P_{13}+tL<0, -tR_{21}+C_2+tR_{22}-pF_1-aF_1-aE_2<0, -tR_3+C_3<0$
(1,0,0)	5	$-R_1+C_1+E_1<0, R_{21}-C_2-R_{22}+aL_{21}<0, R_3-C_3+aL_{31}<0$
(1,0,1)	6	$-R_1+C_1+E_1-tP_{13}-P_{13}<0, R_{21}-C_2-R_{22}+pF_1+aF_1+aL_{21}<0, -R_3+C_3-aL_{31}<0$
(1,1,0)	7	$-R_1+C_1-tL<0, -R_{21}+C_2+R_{22}-aL_{21}<0, R_3-C_3<0$
(1,1,1)	8	$-R_1+C_1-tP_{13}-P_{13}-tL<0, -R_{21}+C_2+R_{22}-pF_1-aF_1-aL_{21}<0, -R_3+C_3<0$

4 稳定策略分析与仿真实验

为了更清晰地展示参数变化对系统演化的影响,根据表 3 中的约束条件和复制动态方程,运用 MATLAB 仿真模拟用户、公众号和平台的策略演化过程。初始时间为 0,结束时间为 30,用户选择采纳、公众号选择发布真实健康信息、平台选择严格监管策略的初始值设定为 $[x_0,y_0,z_0]=[0.5,0.5,0.5]$ 。另外,在其余参数的设定过程中,由于条件限制,相关数据获取较为困难。本文在借鉴文献[31,34]及考虑微信健康信息实际情况的基础上,结合本文参数定义及限制条件,将部分参数设置为: $R_1=1.8, C_1=0.5, E_1=1, R_{21}=2, R_{22}=2, C_2=0.9, L_{21}=0.8, R_3=1.9, C_3=2.2, L_{31}=0.8, a=0.2$ 。

4.1 用户策略演变的影响因素

(1) $-R_1+C_1+E_1<0, R_{21}-C_2-R_{22}+aL_{21}<0, R_3-C_3+aL_{31}<0$ 时,采纳健康信息带来的收益高于时间成本和误导损失之和,用户倾向于选择采纳策略。公众号发布伪健康信息产生的流量收益与关注度下降之差,比发布真实信息带来的声誉提升与成本之差大,其发布伪健康信息的意愿更强。同样,平台严格监管的净收益小于宽松监管的净收益,平台倾向于宽松监管,仿真结果如图 4(a)所示。随着时间的推进,系统最终在 15h 达到稳定状态(1,0,0)。在此阶段,平台考虑到高昂的管理成本,选择以低成本方式宽松监管。公众号在宽松的监管环境下发布伪健康信息的风险小,倾向于发布夸张的、无事实依据的健康推文吸引用户关注,从而获取短期利益。用户对健康信息的高需求促使其采纳信息,这也为平台、公众号带来了流量。

(2)伪健康信息滋生且得不到平台的有效治理,导致用户在采纳过程中被误导的程度逐渐加剧(调整 $E_1=1.65$)。当采纳带来的收益小于成本和误导损失之和,即 $R_1-C_1-E_1<0$ 时,用户不采纳意愿加强。用户的体验感降低对公众号造成声誉损失(增加 $E_2=0.7$),但平台宽松的监管环境仍使公众号发布虚假信息净收益大,即满足条件 1 中的 $tR_{21}-C_2-tR_{22}+aE_2<0$ 。同时,平台的不作为也造成公信力下降(增加 $E_3=0.75$),但此时严格监管带来的声誉提升与管理成本之差仍小于宽松监管时造成的损失,即 $tR_3-C_3+aE_3<0$,平台继续宽松监管以避免高额的管理费用。图 4(b)显示,随着时间推进,系统最终在 18h 达到均衡,稳定于(0,0,0)点,与模型结论相符。

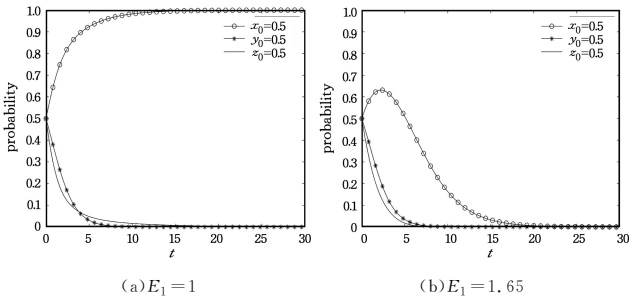


图 4 用户的策略演化趋势
Fig. 4 User's strategy evolution trend

4.2 平台策略演变的影响因素

(1)随着技术、人员设备的完善,平台严格监管的成本降低(调整 $C_3=1.1$)。为了树立良好形象、挽回声誉(调整 $R_3=3.8$),平台趋向于严格监管。此时,平台所获声誉收益与管理

成本之差大于宽松监管的净收益,即满足条件 2 中 $-tR_3 + C_3 - aE_3 < 0$ 。在平台管控下,公众号发布伪健康信息可能受到处罚,但由于处罚力度不足,难以对其形成威慑。即当满足 $tR_{21} - C_2 - tR_{22} + pF_1 + aF_1 + aE_2 < 0$,为使利益最大化其继续发布虚假信息。用户在平台的积极监管下虽能享受到信息质量提升的额外收益(增加 $P_{13} = 0.05$),但仍不足以弥补健康观念被误导而造成的损失,即当 $R_1 - C_1 - E_1 + tP_{13} + P_{13} < 0$ 时,用户趋向于不采纳。满足条件 2 情况下的仿真结果如图 5(a)所示,随着时间的推进,系统最终在 25 h 达到均衡状态(0,0,1)。相较于图 4(b),由于平台积极监管

为用户带来额外收益,其不采纳策略的速度下降、时间延长。

保持其他参数不变并分别调整 $R_3 = 3.8, C_3 = 2.2$ 和 $R_3 = 1.9, C_3 = 1.1$,如图 5(b)、图 5(c)所示。可以发现,改变单个因素的值只能引起平台有向严格监管发展的趋势,但不会稳定于 1,如图 5(b)、图 5(c)所示;只有当成本降低与收益提升同时得到满足,平台才会严格监管,如图 5(a)所示。同时,声誉提升引起的平台策略演化波动程度大于成本降低引起的波动程度,即平台对声誉的敏感性大于成本。

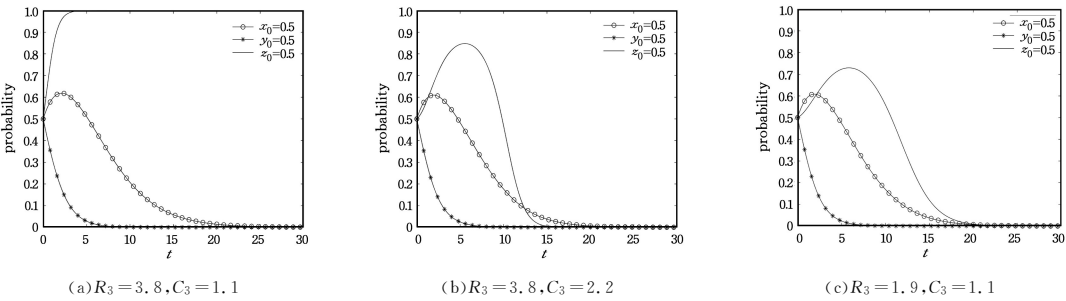


图 5 平台的策略演化趋势
Fig. 5 Platform's strategy evolution trend

(2)平台监管力度的加强促进了网络环境的有效治理(调整 $P_{13} = 0.45$)。此阶段,用户所得额外收益弥补了虚假信息造成的误导,即 $-R_1 + C_1 + E_1 - tP_{13} - P_{13} < 0$ 时用户倾向于采纳健康信息。在平台处罚力度加强(调整 $F_1 = 0.8$)、粉丝损失且关注度下降(调整 $L_{21} = 1$)的情况下,公众号发布伪健康信息获利仍大于发布真实信息的净收益,即 $R_{21} - C_2 - R_{22} + pF_1 + aF_1 + aL_{21} < 0$,公众号继续发布虚假信息以获取短期收益。平台在积极管控下声誉得到提升(调整 $R_3 = 4.3$),所获声誉收益与管理成本之差大于宽松监管的净收益(调整 $L_{31} = 1.2$),即 $-R_3 + C_3 - aL_{31} < 0$ 时,平台倾向于严格监管。满足条件 6 约束下的仿真结果如图 5(a)所示,博弈系统在 12h 达到均衡状态(1,0,1)。相较于图 5(a),由于处罚力度加强、关注度下降引起成本增加,公众号发布伪健康信息的速度放缓,达到均衡的时间延长。

相较于稳定状态(0,0,1),引起用户行为转变的关键因素可能是 P_{13} ,调整 $P_{13} = 0.75$,如图 6(b)所示。可以发现,用户选择采纳的速度加快,表明公众号在平台严格监管下发布信息的质量得到优化,用户的采纳意愿也更加强烈。

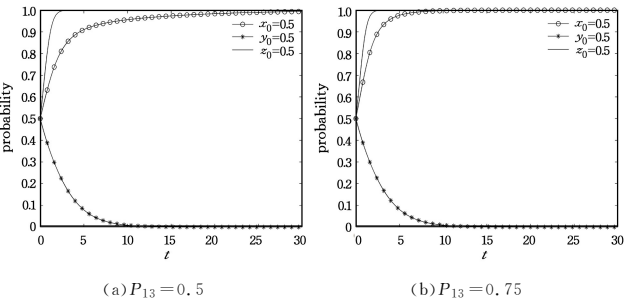


图 6 用户的策略演化趋势
Fig. 6 User's strategy evolution trend

4.3 公众号策略演变的影响因素

(1)随着平台监管制度的完善(调整 $F_1 = 2.4$)以及公众号责任意识加强,公众号发布真实信息所获声誉收益与成本之差要大于发布虚假信息的流量收益与处罚损失、粉丝损失之差,即 $-R_{21} + C_2 + R_{22} - pF_1 - aF_1 - aL_{21} < 0$,因此其发布真实信息的意愿更强。平台加大处罚力度虽需付出更高的成本(调整 $C_3 = 0.95$),但所获声誉收益仍高于成本,即 $-R_3 + C_3 < 0$ 。在公众号发布真实信息策略下,用户的误导损失降为 0(调整 $E_1 = 0$)。在 $-R_1 + C_1 - tP_{13} - P_{13} - tL < 0$ 的条件下,用户采纳策略的净收益大于不采纳的净收益,满足条件 8 约束下的仿真结果如图 7(a)。可以发现,博弈系统最终在 11h 达到均衡状态(1,1,1),此为系统的最优稳定状态。相较于图 6(a),用户趋向于 1 的速度明显加快,说明减少伪健康信息可显著促进用户采纳策略。

(2)为进一步分析各因素对公众号策略演变的影响效果,在图 7(a)赋值的基础上调整 $F_1 = 4.8, a = 0.4, p = 0.2, L_{21} = 2$,仿真结果如图 7(b)~图 7(e)所示。可以发现,随着平台处罚力度加大和审核概率提升、媒体真实曝光概率增加以及粉丝关注度下降,公众号趋于 1 的速度均得到有效提升,并且处罚因素的影响效果最为显著。这表明加大处罚力度、提升媒体真实曝光概率、升级平台检测技术以及用户取关行为均可有效促进公众号发布真实信息。

(3)为探究初值对系统最优 ESS 演化的影响,调整 $[x_0, y_0, z_0] = [0.2, 0.2, 0.2]$,如图 7(f)所示,由图 7(a)、图 7(f)可知,初值的变化不会改变最终均衡状态,但能影响系统达到均衡的时间。用户与平台的策略基本不受初值干扰,随着初值增大,公众号选择发布真实信息的速度加快、时间缩短。因此,通过提高公众号的初始发布意愿可缩短系统达到最优

ESS 的时间。另外,其他情形的仿真结果可参照类似方法进行

行分析,本文不再做进一步阐述。

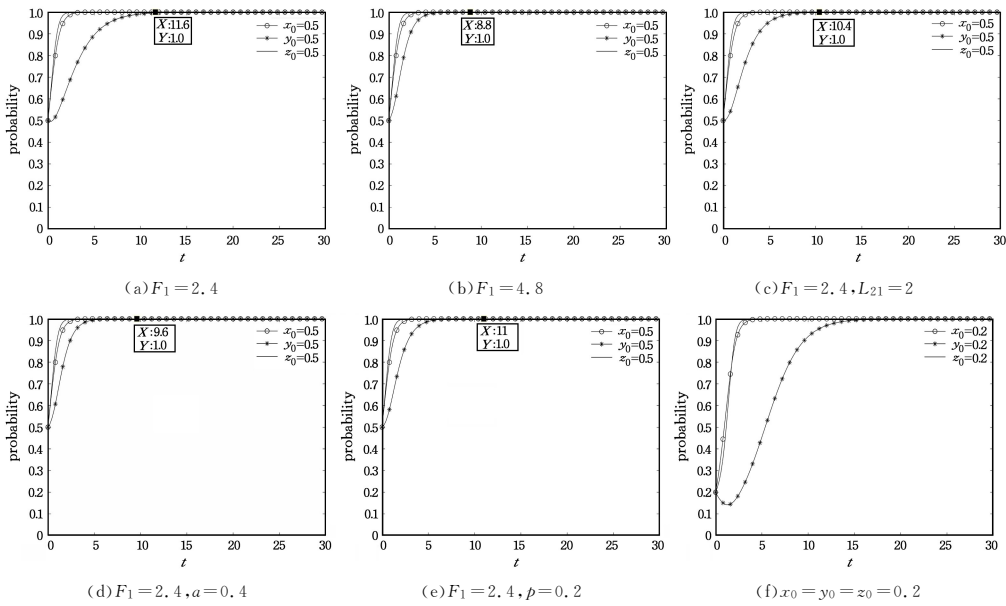


图7 公众号的策略演化趋势

Fig. 7 Strategy evolution trend of official account

5 前景理论下的模型优化

5.1 前景理论下的演化博弈模型

本文第3节的博弈模型中,影响博弈主体的收益和损失是确定的,传统收益矩阵并不能刻画主体的心理价值。前景理论由 Kahneman 等^[33]提出,他们认为主体的策略选择是基于对该策略损益值的感知价值,而非策略本身的直接损益。实际上,用户、公众号和平台是不完全理性的,面对不确定的收益和损失,三方主体存在感知价值和实际效用的偏差。将主体支付价值的心理感受定为前景价值 V ,由价值函数 $v(x_i)$ 和权重函数 $\pi(p_i)$ 组成,如式(15)所示:

$$\begin{cases} V = \sum_i \pi(p_i) v(x_i) \\ v(x_i) = \begin{cases} x_i^\alpha, & x_i \geq 0 \\ -\lambda(-x_i)^\alpha, & x_i < 0 \end{cases} \end{cases} \quad (15)$$

其中, $\pi(p_i)$ 是事件 i 发生的概率, x_i 表示决策者对事件 i 中实际收益与参照点差值的主观价值感受, $v(x_i)$ 是 x_i 的价值函数。 $\alpha(0 < \alpha < 1)$ 表示决策者对感知收益和损失的价值函数边

际递减程度,值越大,决策者越偏好冒险。 $\lambda(\lambda \geq 1)$ 是损失规避系数,值越大,说明决策者对损失的敏感程度越高^[34]。对于确定的收益和损失,相关参数保持不变。文中涉及的不确定收益和损失包括:用户的 R_1, E_1, P_{13}, L , 公众号的 $R_{21}, R_{22}, L_{21}, E_2, F_1$ 以及平台的 R_3, L_{31}, E_3 , 求各参数的前景值见式(16)。为便于分析,本文将价值函数中参照点的本身价值设为 0。

$$\begin{aligned} V(R_1) &= xv(R_1) + (1-x)v(0) = xv(R_1) = xR_1^\alpha \\ V(P_{13}) &= xv(P_{13}) + (1-x)v(0) = xP_{13}^\alpha \\ V(E_1) &= xv(E_1) + (1-x)v(0) = x\lambda E_1^\alpha \\ V(L) &= xv(0) + (1-x)v(L) = (1-x)\lambda L^\alpha \\ V(R_{21}) &= yv(R_{21}) + (1-y)v(0) = yR_{21}^\alpha \\ V(R_{22}) &= yv(0) + (1-y)v(R_{22}) = (1-y)R_{22}^\alpha \\ V(L_{21}) &= yv(0) + (1-y)v(L_{21}) = (1-y)\lambda L_{21}^\alpha \\ V(E_2) &= (1-y)\lambda E_2^\alpha, V(F_1) = (1-y)\lambda F_1^\alpha \\ V(R_3) &= zv(R_3) + (1-z)v(0) = zR_3^\alpha \\ V(L_{31}) &= (1-z)\lambda L_{31}^\alpha, V(E_3) = (1-z)\lambda E_3^\alpha \end{aligned} \quad (16)$$

因此,引入前景理论后的复制动态方程如式(17)所示:

$$\begin{cases} F(x) = x(1-x)(xR_1^\alpha - C_1 + x(y-1)\lambda E_1^\alpha + x(t+1)zP_{13}^\alpha + (1-x)y\lambda L^\alpha) \\ F(y) = y(1-y)[(x+t-xt)yR_{21}^\alpha - C_2 + (1-y)z(p+a)\lambda F_1^\alpha + \\ (xt-x-t)(1-y)R_{22}^\alpha + x(1-y)\lambda aL_{21}^\alpha + (1-x)(1-y)\lambda aE_2^\alpha] \\ F(z) = z(1-z)[(x+t-xt)zR_3^\alpha - C_3 + x(1-y)(1-z)\lambda aL_{31}^\alpha + (1-y-x+xy)(1-z)\lambda aE_3^\alpha] \end{cases} \quad (17)$$

5.2 优化后的仿真分析

5.2.1 前景理论下初值对最优 ESS 演化的影响

在系统最优稳定策略(1,1,1)的限制条件下,保持模型的初始参数值不变,引入风险敏感度系数 α 和损失规避系数 λ 。当 $\alpha=0.88, \lambda=2.25$ 时可表示决策者大致的行为偏好^[34],仿真结果如图 8(a)所示。系统的最终均衡并没有随着风险敏感度系数和损失规避系数的引入而发生改变,最终仍稳定于最优策略(1,1,1)。

在图 8(a)的约束条件下,改变初值以探究主体初始意愿对系统演化的影响,仿真结果如图 8(b)~图 8(e)所示。可以发现,考虑主体对风险和损失的敏感性后,初值变动显著影响

系统的最终均衡。当初始值很小时,系统稳定于(0,0,0),此时不利于健康生态的良性发展。随着初始值增大,用户倾向于选择采纳策略,演化速率逐渐由 13 h 缩短至 6 h;当用户的采纳策略达到稳定后,平台于 6 h 趋向于严格监管并逐渐稳定至 10 h;当初始比例达到 0.5 水平时,博弈系统稳定于最优 ESS(1,1,1),且初始比例越高,系统的演化速率越快。同时可以发现,公众号的策略选择滞后于平台,平台策略转变滞后于用户,用户策略演化趋势受初始意愿的影响,而初始意愿又取决于平台环境质量和健康信息的真实性。因此,通过提高决策者的初始发布意愿可缩短系统达到最优 ESS 的时间。

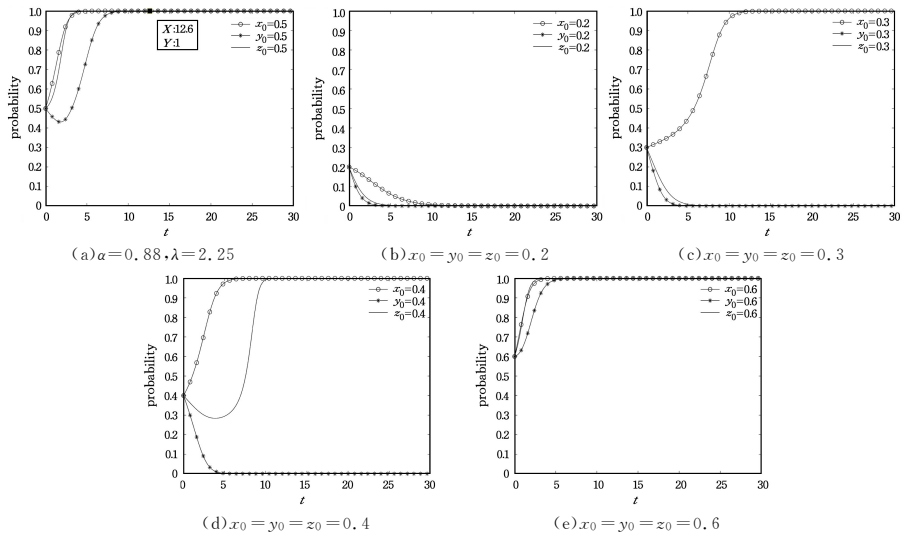


图 8 初值对最优 ESS 演化的影响
Fig. 8 Influence of initial value on optimal stable strategy

5.2.2 主体对 α 和 λ 的敏感性分析

(1)对 α 分别赋值 0.2, 0.5, 0.88, 1, 以探究用户、公众号和平台的风险感知敏感性对系统最优结果的影响。根据图8(a)和图 9 的仿真结果, 博弈系统对风险态度系数 α 较敏感。当 $\alpha=0.2$ 和 0.5 时, 博弈系统演化至 (1, 0, 0), 当 $\alpha=0.88$ 和 1 时, 系统朝 (1, 1, 1) 演化并稳定。具体来说, 用户更倾向于冒险, 随着 α 增大, 用户对于健康信息的需求收益感知增大, 其选择采纳策略的速率加快。当 α

较小时, 平台对信任损失的感知较小, 倾向于低成本的宽松监管; 当 α 增大, 用户的采纳行为使平台感知到信任损失增大, 且感知声誉提升, 收益增大, 故倾向于严格监管。在 α 较小的情况下, 公众号感知平台的处罚损失较小, 其发布伪健康信息的意愿更强; 随着 α 增大, 公众号在平台的严格管控下感知到处罚损失增大, 趋向于发布真实信息。因此, 增大三方主体的风险感知敏感性有利于加快博弈系统的最优 ESS 演化。

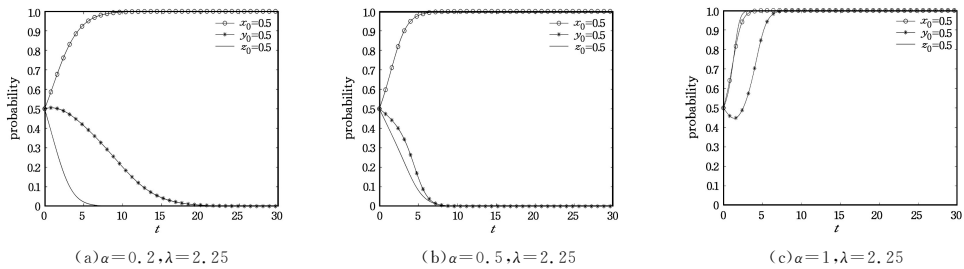


图 9 三方主体对 α 的敏感性
Fig. 9 Subjects' sensitivity to α

(2)对 λ 分别赋值 0.25, 1.25, 2.25, 3, 以探究三方主体的损失规避敏感性对系统最优结果的影响。由图 8(a)和图 10 的仿真结果知, 博弈系统对损失规避系数 λ 较敏感。当 $\lambda=0.25$ 和 $\lambda=1.25$ 时, 博弈系统演化至 (1, 0, 1), 且 λ 值越小, 达到均衡的速度越快; 当 $\lambda=2.25$ 和 $\lambda=3$ 时, 系统稳定至最优状态 (1, 1, 1), 且 λ 值越大, 演化速度越快, 达到均衡的时间越短。用户与平台对 λ 并不敏感, 其策略选择、演化速度及时间均不受 λ 影响。其中, 平台对 α

的敏感程度大于 λ , 该结论解释了 4.2 节中平台对声誉提升收益的敏感性大于成本降低的敏感性。但公众号对 λ 较敏感, 究其原因, 当 λ 较小 (约小于 1.78) 时, 公众号对发布虚假信息受到的处罚以及粉丝损失的规避程度较小, 此时其以低成本方式发布虚假信息的意愿更强; 随着 λ 增大, 公众号对处罚及粉丝损失的规避程度增强, 故倾向于发布真实信息。因此, 增大 λ 有利于加快博弈系统向最优 ESS 演化。

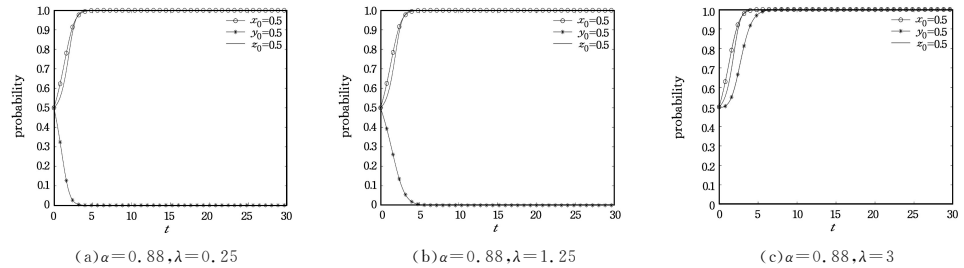


图 10 三方主体对 λ 的敏感性
Fig. 10 Subjects' sensitivity to λ

(3)为进一步探究公众号对平台处罚 F_1 、粉丝损失 L_{21} 的敏感性大小,在 $\alpha=0.88, \lambda=2.25$ 的基础上更改结束时间为 20h,以便更清晰地观察两参数变化对公众号策略演化的影响,仿真结果如图 11 所示。可以发现,平台处罚与粉丝损失均可缩短系统达到均衡的时间,但平台处罚对公众号发布真实信息的促进效果更明显。该结论与第 3 节平台处罚对公众号发布真实信息的促进效果最显著相一致。同时,该结论也解释了 5.2.1 节中用户策略变动未引起公众号策略转变,而平台趋向于监管时公众号的选择随之变化。

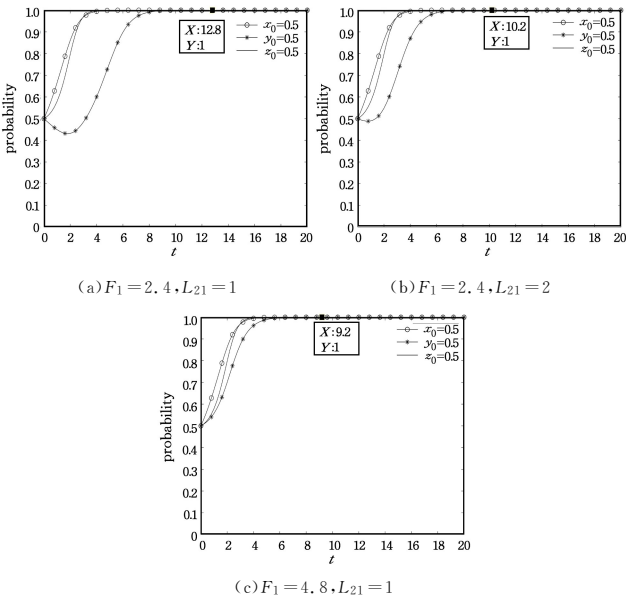


图 11 公众号的损失规避分析

Fig. 11 Analysis of loss avoidance of official account

6 结语

6.1 研究结论

本文基于演化博弈模型,分析了微信平台、公众号和用户的策略演化规律以及博弈系统的最优稳定状态,并结合前景理论进一步探讨主体对风险和损失的敏感性,得到以下结论。
1)平台对风险的敏感性大于损失,相比严格监管所需的高额成本,平台更注重良好的声誉和形象。通过加大处罚力度、优化信息审核技术、媒体曝光等措施,平台可有效遏制公众号发布伪健康信息。
2)平台加强监管力度时,无论公众号策略作何选择,用户都倾向于采纳健康信息。然而,考虑到高额成本,平台只能保持短暂的监管趋势,达不到均衡状态。只有当成本降低与声誉提升同时得到满足时,平台才会持续监管。
3)公众号作为损失规避方,对于平台处罚造成的损失比粉丝损失更加敏感。当公众号发布真实信息的初始意愿较低时,平台的处罚措施虽能遏制虚假信息的传播,但系统难以尽快达到最优状态。
4)用户的风险敏感性大于损失规避性。究其原因,用户更在意主观上对健康信息的需求,而非客观理性地分析信息真伪以及伪健康信息造成的误导。部分用户缺乏准确识别信息真伪的能力,且对健康信息抱着宁可信其有的态度去接受,如疫情期间的“双黄连口服液可预防新冠病毒”受到广泛认可。
5)根据前景理论,用户的策略演化受初始意愿影响,且平台策略选择滞后于用户,公众号的选择滞后于平台。因此,打造良好的网络环境,增强用户初始采纳意愿,有助于带动整个博弈系统向最优状态演化。

6.2 对策与建议

6.2.1 平台提高信息审核效率并完善制度

(1)平台应合理使用大数据和人工智能优化对健康信息的审核,降低管理成本。具体来说,通过建立敏感词汇识别防御系统^[35],平台将虚假信息常用词引入词库以自动识别屏蔽,提高信息审核效率。例如,Instagram 推出的关键词过滤功能和今日头条的“谣言库”。同时,平台选择与第三方权威审核机构合作,人为审核短时间内转发量剧增的健康信息,第一时间删除不实信息。例如,今日头条建立“健康真相官”专家团,新发内容须经技术、人工审核双重检测,月均拦截谣言文章超 11 万篇。平台可进一步从媒体角度出发,强化媒体把关人角色,鼓励其积极求证并及时曝光虚假信息,解决平台面对海量信息不能及时有效把关的问题。

(2)平台可通过合理的奖惩制度,增强公众号对发布虚假信息的处罚规避意识。相比信息本身的真实性、客观性,部分公众号更倾向于关注阅读量及订阅数等指标。对于这种一味追求流量而对信息本身无过多关注的行为,平台应负起责任予以管控。从源头上讲,平台需提高公众号的准入门槛,并在通过认证后要求其了解并遵守平台的相关协议。在健康信息传播方面,平台定期抽查公众号推文情况并予以公布,对审查不合格的公众号责令停更。对于虚假信息发布方,平台可按情节严重程度分别予以批评警告、公示谴责、注销账号等处罚。同时,增设声誉排名机制,排名按从高到低划分等级并予以不同的星级评比标识。对于排名靠后的公众号,平台设置关注上限与推文量上限,对排名靠前的公众号采取鼓励更新措施。

6.2.2 公众号生产高质量内容和优化服务

(1)从长远看,公众号树立责任意识、坚持高质量内容生产才是保证流量的关键。在健康题材获取方面,公众号应坚持其来源的权威性与科学性。在健康推文的表达形式上,对于晦涩难懂的专业知识,公众号需将其以大众喜闻乐见、易于理解的方式表述,如结合视频号、语音、图片等方式,以减轻用户的阅读成本,提高其采纳意愿。

(2)为增强用户粘性获取长期利益,公众号还需做好互动反馈,深入了解用户需求,从而提供个性化服务。目前,健康类微信公众号与用户间的互动主要是在文章留言评论区。面对用户差异化的健康需求,公众号可以结合留言区或评论区等,为用户提供精准服务。例如,公众号设置不同健康类型的细分专栏,吸引特定目标用户群,在增加点击量的同时又能降低用户的搜寻与浏览成本。

6.2.3 用户提高健康素养,合理质疑与理性思考

用户应主动提高健康素养,增加与健康相关的知识储备,并通过规范自身行为,主动维护网络环境。具体来说,在健康信息获取方面,用户应重点关注权威专业类公众号,如“腾讯健康”,以降低浏览到虚假信息的概率。在健康信息采纳方面,用户在搜索并浏览健康信息时,要对其保持合理的质疑态度,结合经验和实际客观地分析问题。在健康信息传播方面,对于来源出处不明、标题夸张的文章,用户应谨慎看待并停止转发,避免虚假信息在熟人圈子中的传播,同时可积极主动地向平台反馈或举报。当出现短时间内点击量剧增的健康文章时,用户应等待权威的跟踪报道,或者利用网络的多渠道优势,积极核实信息来源的可靠性及信息

本身的真实性,做到不盲目跟风转发。

6.3 不足与展望

本研究基于演化博弈模型和前景理论,探究了微信平台、公众号和用户的策略演化路径,并提出健康信息的质量优化对策,但仍有不足之处。1)微信健康信息传播过程中涉及多个参与主体以及多种影响因素,除了本文分析的平台、公众号和用户,还包括伪健康信息净化者、造谣者、政府、媒体等;2)用户类型划分不够细致,仅以比例的形式呈现。未来的研究将概括多个主体以及多种影响因素在健康信息方面的博弈,并结合实际案例的真实数据拟合现实。

参 考 文 献

- [1] LI Y L,ZHANG X,WANG S S. Health information quality in social media;an analysis based on the features of real and fake health information[J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information,2018,37(3):294-304.
- [2] WU S W,WANG Y D,ZHENG X. The game of credibility:the source and narrative of false health information and corrective information[J]. Global Media Journal,2019,6(3):73-91.
- [3] CHUA A Y K,BANERJEE S. To share or not to share;the role of epistemic belief in online health rumors [J]. International Journal of Medical Informatics,2017(108):36-41.
- [4] ZHANG Y,SUN Y,XIE B. Quality of health information for consumers on the web:a systematic review of indicators, criteria,tools, and evaluation results[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology,2015,66(10):2071-2084.
- [5] GAN C. Understanding WeChat users' liking behavior:An empirical study in China[J]. Computers in Human Behavior,2017,68(1):30-39.
- [6] SUSSMAN S W,SIEGAL W S. Informational influence in organizations;an integrated approach to knowledge adoption[J]. Information Systems Research,2003,14(1):47-65.
- [7] SUN Z M,WANG Z B. Research on Weibo health information adoption based on information features[J]. Information Theory and Practice,2019,42(3):146-152.
- [8] HAN S X,ZENG Y L. Research on the influencing factors of the willingness to adopt health information on the WeChat public platform of digital youth under the background of public health emergencies [J]. Library Science Research,2021(6):83-92.
- [9] WANG W. Research on the health information adoption behavior of elderly WeChat users [J]. International Press,2020,42(3):91-107.
- [10] JIN J H,YAN X B,LI Y J,et al. How users adopt healthcare information:An empirical study of an online Q&A community [J]. International Journal of Medical Informatics,2015(86):91-103.
- [11] TANG X L,ZHANG B,ZHANG Y. Research on the willingness of online health community users to adopt information—Based on the perspective of health literacy and trust[J]. Journal of Information Resources Management,2018,8(3):102-112.
- [12] SUN Z M,HUA W N,WANG Z B. Research on health information adoption prediction of WeChat official accounts—based on information features and support vector machines[J]. Information Theory and Practice,2018,41(7):72-77.
- [13] LI Y,WANG X,LIN X,et al. Seeking and sharing health information on social media:A net valence model and cross-cultural comparison[J]. Technological Forecasting and Social Change,2018,126:18-40.
- [14] DENG Z,LIU S. Understanding consumer health information-seeking behavior from the perspective of the risk perception attitude framework and social support in mobile social media web-sites[J]. International Journal of Medical Informatics,2017,105:98-109.
- [15] ZHANG K. Research on the formation mechanism and conceptual model of WeChat Moments users' health information forwarding behavior[J]. Library Magazine,2020,39(6):97-104.
- [16] KUANG W B,WU X L. Research on evaluation index system of health communication effect based on WeChat official account [J]. International Press,2019,41(1):153-176.
- [17] HOU X R,FU Y,CHEN J. Research on user perception and utility of health information based on WeChat platform[J]. Modern Intelligence,2016,36(10):89-93.
- [18] WANG W T,LIU Y S,YU X F,et al. A rooted analysis of the willingness to accept health information of middle-aged and elderly users based on the WeChat platform[J]. Modern Intelligence,2020,40(1):69-78.
- [19] SHANG L L,WANG T. Research on WeChat health information attention based on user information behavior[J]. Information Science,2019,37(8):132-138.
- [20] JIN Y,ZHANG Q Y. Research on influencing factors of attention of health WeChat official accounts based on grounded theory[J]. Library Theory and Practice,2018(4):48-52.
- [21] YANG G,WEN J Y. Error correction of false health information in WeChat moments:Research on the impact of platforms, strategies and issues[J]. Journalism and Communication Studies,2020,27(8):26-43,126.
- [22] ZHAP D X. Research on the optimization of information service quality of online health community—Based on the analysis of evolutionary game[J]. Information Science,2018,36(8):149-154.
- [23] GAN C. Understanding WeChat users' liking behavior:An empirical study in China[J]. Computers in Human Behavior,2017,68(1):30-39.
- [24] QU N W,XIA Z J,WANG Y M. Research on the rumor refutation effect of social media based on user information behavior [J]. Information Science,2021,39(1):111-119.
- [25] LI Z,CHEN L,BAI Y,et al. On diffusion-restricted social network;A measurement study of wechat moments [J]. arXiv:1602.00193.
- [26] XIONG Y,WEI Z H,LI C Q. Media exposure and IPO issuance review:effect and influencing mechanism[J]. Economic Management,2020,42(11):141-159.
- [27] FEI W,PAN Y N. The evolutionary game of food safety between self-media,regulatory agencies and enterprises[J]. Journal of South China Agricultural University,2020,19(6):84-100.
- [28] ZHENG L. Game analysis of public opinion information quality evolution based on participatory governance theory[J]. Information Science,2020,38(5):154-160,168.
- [29] LI Y L,ZHANG X. Research on college students' social media

health information discrimination ability[J]. Library and Information Knowledge, 2018(1):66-77, 43.

[30] ZHANG D Y, KONG H X, XU L, et al. Research on the time characteristics of data-driven WeChat user information behavior [J]. Library and Information Work, 2019, 63(20):104-111.

[31] HUANG S W, YU X G. Evolutionary game analysis of IPO information disclosure and supervision [J/OL]. Management Science of China: 1-8. [2021-05-07]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2019.1325>.

[32] FRIEDMAN D. Evolutionary games in economics [J]. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 1991, 59(3):637-666.

[33] TVERSKY A, KAHNEMAN D. Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty [J]. Journal of Risk and Uncertainty, 1992, 5(4):297-323.

[34] ZHANG J H, CHEN F J, ZHANG J X. Three-Party evolutionary game analysis of online rumor supervision based on prospect theory[J]. Information Science, 2018, 36(10):84-88.

[35] ZHANG W D, LI S T, LIANG E P. Research on the follow behavior of social media users based on the complete information game model[J]. Information Science, 2019, 37(8):114-119.



WANG Xian-fang, born in 1996, postgraduate. Her main research interests include information management and so on.



ZHANG Liang, born in 1979, Ph.D, associate professor, postgraduate supervisor. His main research interests include information management.

(上接第 484 页)

表 2 3 种模型的实验结果对比

Table 2 Comparison of experimental results of three models

模型	子任务完成的判定 是否正确				对行为细节能否进行 对比评价			
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄
基于结果的 评估方法	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×
文献[7]	✓	✓	×	×	✓	✓	✓	×
本文方法	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

结束语 针对当前网络安全训练评估中受训者行为描述模型存在的不足,本文提出了一种基于有向图和有限状态自动机的双层网络安全训练评估受训者行为描述模型,实验结果表明,提出的模型提高了对受训者行为判定的准确性,增强了对受训者行为细节描述的全面性,为在网络安全训练中评价受训者表现提供了更优的解决方案。通过实验我们也发现,分层模型在实际场景中能够有效提升网络安全训练方案的设计效率。好的学习效果并不简单地依赖于给受训者布置更多的任务或是更巧妙地设计训练环节,也依赖于设计一套更贴合实际的训练评估方法,下一步的工作是将受训者能力的多样性纳入考虑,聚焦探索复合的、多维的、细化的评分方案,给与符合受训者的特点的独到的评价。

参 考 文 献

[1] PATRICIU V V, FURTUNA A C. Guide for designing cyber security exercises[C]// World Scientific and Engineering Academy and Society(WSEAS). 2009:172-177.

[2] HENSHEL D S, DECKARD G M, LUFKIN B, et al. Predicting proficiency in cyber defense team exercises[C]// IEEE. IEEE, 2016:776-781.

[3] ČELEDA P, ČEGAN J, VYKOPAL J, et al. KYPO-A Platform for Cyber Defence Exercises[J/OL]. <https://is.muni.cz/repo/1319597/2015-NATO-MSG-133-kypo-platform-cyber-defence-exercises-paper.pdf>.

[4] CARLISLE M, CHIARAMONTE M, CASWELL D. Using CTFs for an Undergraduate Cyber Education[C]// 2015 USE-

NIX Summit on Gaming, Games, and Gamification in Security Education (3GSE 15). 2015.

[5] VYKOPAL J, VIZVARY M, OSLEJSEK R, et al. Lessons learned from complex hands-on defence exercises in a cyber range[C]// Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education. 2016:597-602.

[6] WEISS R S, LOCASTO M E, MACHE J. A Reflective Approach to Assessing Student Performance in Cybersecurity Exercises[C]// Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education. 2016:597-602.

[7] ANDREOLINI M, COLACINO V G, COLAJANNI M, et al. A Framework for the Evaluation of Trainee Performance in Cyber Range Exercises[J]. Mobile Networks & Applications, 2020, 25(1):236-247.

[8] BRAGHIN C, CIMATO S, DAMIANI E, et al. Towards the Monitoring and Evaluation of Trainees' Activities in Cyber Ranges[C]// Hatzivasilis G., Ioannidis S. (eds) Model-driven Simulation and Training Environments for Cybersecurity. MSTEC 2020. Lecture Notes in Computer Science, Cham: Springer, 2020:79-91.

[9] FANG B X, JIA Y, LI A P, et al. Cyber Ranges: state-of-the-art and research challenges[J]. Journal of Cyber Security, 2016, 1(3):1-9.

[10] WANG Q X, ZHU J H, QIU H. Cybersecurity Lab Tutorial [M]. Zhengzhou: Electronic Industry Press, 2016.



TAO Li-jing, born in 1992, postgraduate. His main research interests include network security simulation and evaluation.



QIU Han, born in 1981, associate professor. Her main research interests include inter-domain routing system security and network security simulation and evaluation.