

基于多智能体的网游产品扩散特性

于同洋, 肖人彬, 龚晓光

(华中科技大学 管理学院, 武汉 430074)

摘要 根据对网游产品的采用状况将整个人群划分为三类, 分析这三类人群之间交互情况, 基于人群关系网络的小世界特性视角, 探讨了网游产品扩散问题, 进一步建立了一个基于临近关系网络的网游扩散多智能体模型, 通过多次仿真实验及参数的敏感性分析, 结果表明: 广告效应及积极口碑效应对产品扩散起推动作用, 消极口碑效应阻碍网游产品扩散; 消费者的负面情绪既阻碍了网游产品的扩散, 又使得大量重复购买行为产生; 网游产品的创新及积极口碑的传播能够保持市场稳定; 网游运营企业在网游扩散的不同阶段需要制定相应的管理策略来应对网游扩散中的各种问题。

关键词 新产品扩散; 网络游戏; 小世界; 多智能体

Net game diffusion characteristics based on multi-agent

YU Tong-yang, XIAO Ren-bin, GONG Xiao-guang

(School of Management, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract Net game is developing as the development of internet. New product diffusion is researched mainly on tangible product, and net game is a virtual product and its diffusion has its own characteristics. Based on the state of adoption, all the populations can be divided into three categories. By the analysis of interactions between the three categories and from the view of small world effect of relation networks, it is analyzed the net game diffusion process and a multi-agent simulation model is established based on relation network. By repeated simulation experiments and sensitivity analysis, it is concluded that, advertising effect and positive word appraise can stop net game diffusion and negative appraise accelerate net game diffusion; negative emotions not only stop net game diffusion but also produce many repurchasing behaviors; net game market can be stable as the result of net game innovation and positive appraise diffusion; net game enterprises should promoted related strategies to adapt to the problems in net game diffusion.

Keywords new product diffusion; net game; small world; multi-agent

1 引言

网络游戏(网游)是通过信息网络传播和实现的互动娱乐形式。近年来,随着互联网技术的兴起和家庭用户上网的普及,网络游戏产业得到了快速的发展;根据艾瑞咨询最新推出的《2007-2008 中国网络游戏发展报告》数据显示,2007 年中国网络游戏市场规模为 128 亿元,同比增长 66.7%,预计在未来的 4-5 年间,网络游戏还将继续保持 20%以上的增幅,在 2011 年整个市场规模将达到 401 亿元,并同时带动了电信、出版和媒体等相关产业的发展。网络游戏的快速发展,使得研究其扩散特性具有一定的实际价值。

按产品的物质存在形态,产品可分为实体产品和无形产品。无形产品多是知识性、服务性的产品;实体产品要经过生产商、中介商、销售商等多个环节才传递到消费者。而无形产品直接面对消费者,无形产品的这种短渠道特点使得无形产品的扩散速率更快。另外,实体产品的产品质量相对容易评判,无形产品的产品

收稿日期: 2008-12-27

资助项目: 国家自然科学基金(60974076, 70701014)

作者简介: 于同洋(1980-),男,博士研究生,研究方向为管理系统模拟、软件扩散, E-mail: ytyd535@126.com.; 肖人彬(1965-),男,博士生导师,教授,研究方向为群集智能、复杂系统建模、智能设计; 龚晓光(1977-),男,博士,讲师,研究方向为复杂网络与管理系统模拟。

质量则更多的依赖于个人的感知,这种区别使得无形产品的扩散更容易受到该产品的口碑传播影响,而实体产品在推广中更容易受到广告推销的影响.软件产品是一种知识性的无形产品,具有区别于实体产品的扩散特性;网络游戏是一种具有明显的网络外部性特征的软件产品,对网络游戏扩散的探索能够对新产品扩散理论进行补充和扩展.

新产品扩散是技术创新扩散的一种特殊形式^[1].新产品扩散的理论研究可追溯至 20 世纪初 Schumpeter 创立创新理论时,然而真正定量研究创新扩散模型则始于 Bass 在 1969 年提出了 Bass 扩散模型^[2],此后近 40 年,许多学者为扩展其应用范围,试图放宽 Bass 模型的诸多假设,并在该模型的基础上构建了形形色色的改进的 Bass 模型族^[3].根据研究对象以及研究方法的不同,扩散模型主要可以分为两类:一类是基于潜在采纳者总体统计行为的宏观层面的数学模型,如 Bass 模型族及传染病模型^[4],另一类是基于潜在采纳者个体采纳决策行为的微观层面的仿真模型. Bass 模型族和传染病模型大多是从总体角度来研究新产品或病毒在人群中的扩散模式,它们将消费者看作是同质的,而没有明确地考虑消费者的异质性结构;同时,随着模型中变量数量的增加,数学模型的解析难度急剧增加,一些更为复杂的模型更接近于仿真模型实现及分析,系统动力学在新产品扩散中得到了应用^[5].这些新发展的确使新产品扩散模型的假设前提更接近现实情况,但是无论该类模型如何精细化,都不能描述新产品扩散的微观过程.

微观仿真模型的基本思想是通过模拟个体的行为和互动,个体的加总得到宏观结果;为描述新产品扩散的微观原理,一些微观仿真类的方法,主要是元胞自动机仿真和多智能体仿真正逐步被引入.如 Goldenberg 等运用元胞自动机研究了消费者异质性和口碑效应的微观机制^[6]; Garcia 等建立了一个基于多智能体的模型研究了系统内个体异质性和系统内网络结构对这个模型的有效性的影响^[7].

近年来,复杂网络的研究表明,网络拓扑结构对扩散动力学特征至关重要^[8]. Moore 和 Newman 最早对 NW 小世界网络上的传播行为进行了较系统的研究,并进一步研究了 NW 小世界网络上的键逾渗问题^[9]; Newman、Jensen 和 Ziff 对更高维度的小世界网络的传播行为的细致的研究^[10].对大量社会网络与经济网络的研究发现,这些网络普遍具有小世界效应^[11].一些学者开始基于复杂网络研究新产品扩散问题,如 Garber 等基于小世界网络模型研究如何在新产品导入期销售数据很少的情况下,根据销售数据的空间分布模式预测新产品能否成功^[12].

网络市场由大量经济智能体组成,智能体之间存在复杂相互作用,市场整体行为显然取决于微观主体的决策行为和相互作用;这与复杂网络的理论框架——微观智能体动力学行为和智能体之间的相互作用共同涌现出整体动力学行为相吻合.复杂网络为研究管理问题提供了新的思路和工具,当前,新产品扩散中的复杂网络的应用研究还比较少^[12-14],其主要思路是借鉴复杂网络理论,将新产品扩散过程等同于类似流行病传播过程进行研究.网络游戏是在人际关系网络中扩散的,人际关系网络具有小世界特性^[11],而且其传播规则比传染病模型被动的传播规则更加复杂,宏观的微分方程难以进行.本文从微观个体转化行为的基础上,根据个体所处的人际关系网络环境,采用了多智能体仿真方法,建立了一个网络游戏扩散的多智能体仿真模型,进行仿真实验与敏感性分析,分析了网游扩散的特性,并对企业的相关策略进行了分析,为网络游戏这类新产品的扩散提供了决策支持.

2 网络游戏扩散分析

网络游戏产品是可从 Internet 网上任意下载、即时更新和体验的一种无形产品,运营商直接面对网游消费者,消费者享受的是一种体验式消费,运营商为玩家提供一个交际与游戏的平台.由于网络游戏独特的产品特性,其具有明显的网络效应,对潜在消费者来说,玩家越多的网游产品具有越强的吸引力,网游产品在扩散中受到人群关系网络上口头传播和广告效应两种推动力的影响.人际关系网络被证明是具有小世界效应的复杂网络^[11],基于这种思想, Cowan 构建了小世界网络模型上知识扩散的理论分析框架^[15].以下,在小世界网络的理论框架下,根据传染病的人群划分理念对网游产品扩散特性加以分析.

2.1 消费者状态类型

流行病学为社会网络上新产品扩散提供了一种有益的思路^[16], Grassberger 较早的讨论了网络上的流行病传播行为^[17], Newman 结合生成函数法与渗流理论研究了 SIR 流行病模型在复杂网络上的扩散^[18].传染病模型在具体疾病预测中往往效果不佳,但其人群划分的理念被广泛的应用^[13,15].在不考虑网络环境下,常见的流行病传播模型有 SIS 和 SIR^[19].在 SIR 模型中,人群被划分为三类:第一类是易感人群(S),他们不

会感染他人, 但有可能被传染; 第二类是染病人群 (I), 他们已经患病, 具有传染性; 第三类是免疫人群 (R), 他们是被治愈并获得了免疫能力的人群, 不具有传染性, 也不会再次被感染; 其传播可以用方程组 (1) 描述, 其中, β 为感染率, γ 为康复率. 采用类似 SIR 模型的人群划分方法, 从微观上, 群体中个体按游戏消费状态可分为潜在使用者、使用者, 不再使用者, 其代表的含义与 SIR 模型中各类群体类同.

$$\frac{ds}{dt} = -\beta is, \quad \frac{di}{dt} = \beta is - \gamma i, \quad \frac{dr}{dt} = \gamma i \quad (1)$$

2.2 消费者状态转化规则

t 时刻, 总人口数 $N(t)$, 消费者人群分为潜在使用者 (Potential player, PP)、使用者 (Player, P), 不再使用者 (Non-player, NP); 潜在使用者是有消费需求并具有成为消费者能力, 如经济能力、时间消耗等; 消费者是当前网络游戏玩家, 非消费者是指当前不会继续玩该网游的一类人. 每类群体的数量以变量 $PP(t)$, $P(t)$, $NP(t)$ 表示, 其中, $PP(t) + P(t) + NP(t) = N(t)$. 网游扩散主要受到广告效应和关系网络的影响, 消费个体作为关系网络上的节点, 在与临近节点交互时, 会受到临近个体的影响而产生特定行为, 如模仿或放弃, 以下分析了各类群体之间行为转换规则:

① 在广告效应下, 一部分潜在使用者转化为使用者;

② 当一个使用者与另一潜在使用者交互时, 潜在使用者可能受到使用者积极的口头传播影响而转变为使用者;

③ 使用者在随着游戏时间的增加, 可能对该网游产品产生厌倦从而转化为不再使用者;

④ 一部分使用者由于对游戏产生的抱怨、挫折、疲劳感或工作繁忙等原因而暂时离开游戏转化为潜在使用者, 即存在重复购买行为;

⑤ 不再使用者在与潜在使用者交互过程中, 散播游戏产品的负面作用, 使得一部分潜在消费者转化为不再使用者;

⑥ 不再使用者在与使用者交互中, 传播产品消极口碑, 使得一部分使用者转化为不再使用者.

根据各类人群的转化规则和 Bass 模型, 在不考虑网络情况下, 可以建立扩散的一般函数, 该模型相对 SIR 模型更为复杂, 在考虑邻近关系网络的影响, 宏观上的解析结果难以得到, 以下利用仿真方法, 从微观个体的行为出发去探讨宏观群体行为.

2.3 小世界网络上网游扩散描述

López-Pintado 描述了社会网络上扩散机理^[20]; 类似的, 对网络游戏在临近关系网络上的扩散机理描述. 网络游戏在节点数为 N 的小世界网络上扩散, 每个节点代表每个消费个体, 个体之间的关系以两节点间的边表示, 该网络度分布为 $P(k)$, 根据个体的 3 个状态划分, 每个节点有 3 个离散状态, $S_i = \{0, 1, 2\}$, 值 0 表示处于潜在采用状态, 1 表示处于采用状态, 2 表示处于不再采用状态, $i \in \{1, 2, \dots, N\}$. t 时刻, 系统状态 $S_t = \{S_{1t}, S_{2t}, \dots, S_{it}, \dots, S_{nt}\} \in S^n \equiv \{0, 1, 2\}^n$, 若第 i 个节点为潜在采用者, 则 $S_{it} = 0$, 若其为采用者, 则 $S_{it} = 1$, 否则, $S_{it} = 2$. t 时刻, 若第 i 个节点为潜在采用者, 则其转变为采用者的概率与连接度 k_i 、邻近网络中采用者数量 a_i 、邻近网络中不再采用者数量 b_i 及产品扩散率 v 有关, 则转变概率可以用 $F(v, k_i, a_i, b_i)$ 描述, 其中, $F(v, k_i, 0, b_i) = 0$, $k_i \geq 1$, $(k_i, a_i, b_i) \in N \times N \times N$, $0 \leq a_i \leq k_i$, $0 \leq b_i \leq k_i$, 这个转变概率即为扩散函数, 由于节点可能会放弃采用产品, 存在放弃率 δ , 则有效传播率为 $\lambda = \frac{v}{\delta}$, 扩散函数用 $m = (\lambda, F(v, k_i, a_i, b_i))$ 描述; 若 i 个节点为采用者, 则其转变为潜在采用者与不再采用者的概率同样可以用类似的概率函数表达, 这种概率函数即为各群体之间的扩散函数.

3 小世界网络上网游扩散的多智能体模型

3.1 小世界网络模型

Milgram 最早提出了小世界问题, 他通过小世界实验给出人与人之间的平均距离是 6, 即所谓的“六度分离”^[21], 小世界特性在社会网络是普遍存在的特性^[22]. 小世界网络模型的研究为研究小世界问题提供了理论支持, 小世界网络模型反应了人际关系网络上的一种性质, 即大部分人的朋友都是他们周围上的邻居或同事, 同时也存在少部分远方的朋友. Watts 和 Strogatz 在 1998 年提出的小世界网络模型, 进一步揭示了复杂网络的小世界效应, 它通过调节随机化重连概率可以从规则网络向随机网络过渡^[8]; 由于 WS 小世界网络模型算法存在破坏网络连通性的可能, Newman 和 Watts 提出了一种随机化加边的构造算法, 即 NW 小世界网络模型^[23]. NW 小世界网络模型的构造算法: 在一个环状含有 N 个节点的最近邻耦合网络上, 其中, 每

个节点与它最近邻的 K 个节点连出 K 条边, K 是偶数, 以一定概率随机选取一对节点之间连接加边, 其中, 不存在重复边, 节点不能与自身相连.

3.2 网游扩散的多智能体仿真模型

多智能体仿真技术是对传统的基于模块和面向对象的仿真技术的发展, 它适用于个体具有相对独立性、智能性、适应性、主动性、并发性的复杂适应系统^[24]. 多智能体仿真采用自下而上的研究方法, 通过对系统个体特征和行为的研究, 建立个体特征和行为的模型, 将个体映射为智能体, 将个体特征映射为智能体的属性, 将个体行为映射为智能体的方法, 仿真个体间相互独立又交互作用的现象, 从而研究系统的整体结构和功能, 在计算机中还原实际系统由个体行为到整体行为的形成过程^[25]. 根据上述对消费者状态类型的讨论, 对扩散系统中的智能体进行分类, 以下将建立网络游戏扩散的多智能体仿真模型.

每个人群智能体等同于社会网络中的一个节点, 处于具有小世界效应的关系网络中, 智能体之间的关系用网络中的边表示, 人群智能体受到广告或是与其存在关系的人群智能体的影响, 从而状态产生变化; 人群智能体具有三种不同状态, 每个人群智能体同样也处于潜在使用状态、使用者状态和不再使用者状态. 每个人群智能体将在这三种状态之间相互转化, 各种不同状态智能体的数量随模拟时间变化, 是模拟时间的函数, 在对网络游戏各类群体交互关系及转化规则基础上, 建立智能体间的转换模式如图 1. 图 1 初始的黑点表示生成一个人群智能体, 其默认状态为潜在使用者, 由于受到广告效应和关系网络上临近智能体的影响, 随着模拟时间变化该智能体在各种状态间转化, 箭头表示了智能体在各状态之间的转化关系. 表 1 解释了这些转化关系的转化系数含义及默认值.

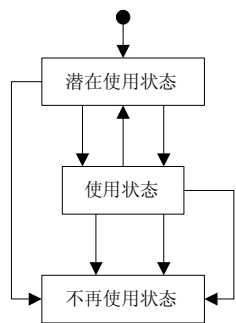


图 1 智能体状态转换规则

表 1 智能体状态转化参数及解释

变量名	默认值	解释
$ADEffect$	0.10	对潜在使用者的广告效应
$WOMEffct$	0.10	口头传播积极效应
$NeverBuyRate$	0.01	对潜在采用者消极口碑率
$NoBenefitRate$	0.10	对使用者消极口碑率
$TiredRate$	0.01	使用者暂时放弃游戏系数
$BoredRate$	0.01	使用者退出系数

4 仿真实验及策略分析

在网络游戏扩散中, 总共有 6 种转化规则, 每一种规则是受到一种影响所对应的结果, 具体来说, 主要有广告效应、口碑传播、消费者在游戏体验中的情绪反应; 消费者的口碑传播是消费者通过与周围临近人群交互所接受的关于产品的信息, 它是消费者在购买前经常使用而又经常得到消费者信任的信息渠道, 产品的口碑主要分为积极口碑和消极口碑^[26]; 消费者通过拥有网络游戏资源, 能够达到心理需求上的满足, 但是随游戏时间增加, 逐渐产生厌烦、疲劳的情绪反应^[27], 从而采取放弃游戏或者产生重复购买行为. 这些影响因素可通过相关的营销策略加以控制, 以下以智能体数量为 1000 进行相关仿真实验, 并讨论企业的相关营销及控制策略.

4.1 正面影响

广告效应与积极口碑起到正面促进消费的作用, 以下对这两种效应进行敏感性分析及相关策略探讨.

4.1.1 广告效应

依次令广告效应为 0.1、0.4 和 0.7, 其他参数按默认值进行仿真实验, 仿真结果如图 2, 图 2 显示了潜在使用者、使用者、不再使用者在整个仿真期内的数量变化状况; 图 2 中, 广告效应对消费者有明显的正面作用, 网游扩散过程受广告效应影响明显. 随着广告效应 ($ADEffect$) 的提高, 消费者数量达到最高市场占有率越快, 而潜在使用者数量减少的更快, 而放弃网络游戏的人群也增加的更快. 此三种情况下, 对比相同仿真时刻的结果, 广告效应越大, 潜在人群数量越少, 如仿真时刻为 10 时, 图 2(3) 中潜在消费者数量最少, 而图 2(1) 中拥有最多的潜在消费者; 仿真后期, 如仿真时刻为 10 时, 发现广告效应越大, 不再使用者数量却更多,

原因在于网游产品是短生命周期的产品, 此时市场处于衰退期, 说明网游产品的市场稳定不能以广告推销来维持, 而更多的依赖于网游产品的服务质量、创新性、积极的口碑传播等. 对使用者的影响, 区别于耐用品此类的实物产品, 网游在其生命周期的成长期, 广告效应越大, 使用者数量增长越快; 在衰退期, 使用者数量减少的更快, 显示了网络游戏扩散具有网络效应. 广告效应在产品生命周期前期, 如成长期显示非常明显的作用, 但是在后期由于网络效应影响及潜在人群数量变少, 广告效应不再明显. 企业需要在网游推广期内加大广告的投入力度, 以广告推销为主, 刺激潜在使用者试玩游戏. 当网游产品扩散到达一定市场规模, 网游企业应以其他营销和产品推广策略为主, 如更新升级产品, 不定期活动等, 来维持网络游戏的使用者的数量, 尽量减少网络效应的影响.

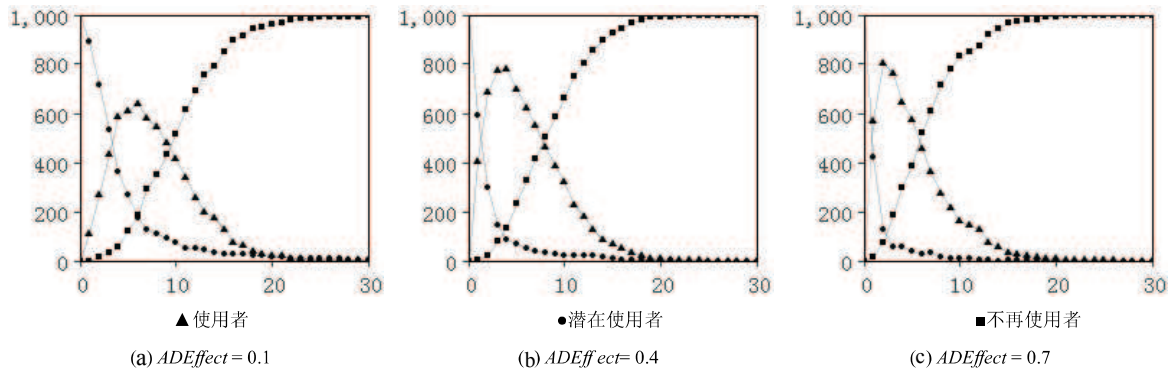


图 2 广告效应影响对比

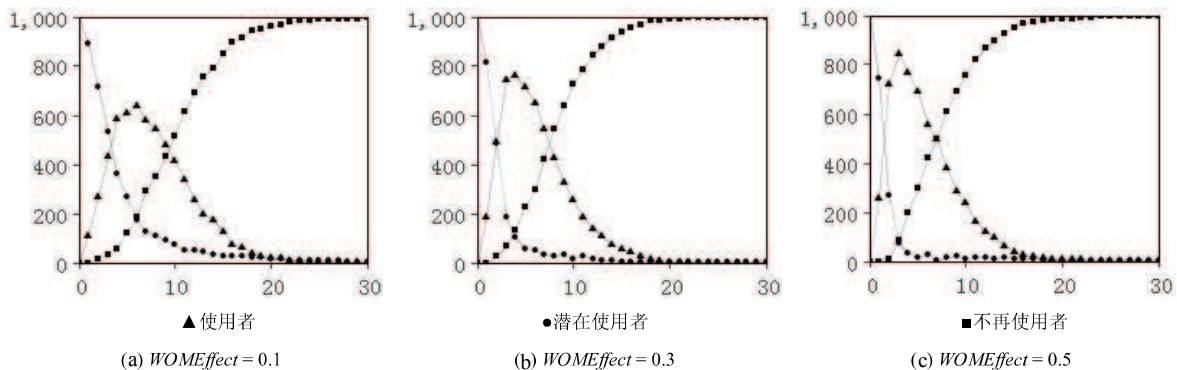


图 3 积极口头传播影响对比

4.1.2 积极口碑效应

口碑传播是经常为消费者利用而又经常得到消费者信任的一个信息渠道, 依次令 $WOMEffect$ 取 0.1, 0.3, 0.5, 仿真结果如图 3. 由图 3 知, 积极口碑同广告效应起类似的作用, 在产品生命周期导入期, 能够使得产品迅速扩散, 能够缩短其产品生命周期, 同样也显示了其在产品生命周期后期作用减弱, 原因在于使用者数量的减少. 针对积极口碑影响, 企业需要关注消费者积极口碑的扩散, 增大积极口碑的扩散, 这需要企业在各方面策略的综合利用, 首先, 企业要在产品设计时就要使得产品具有与众不同的特点, 这样可以具有良好的口碑; 另外, 由于网络游戏的体验式特性, 消费者在游戏过程中享受的服务异常重要, 企业需要提供良好的客户服务, 同时对外挂、盗号等破坏游戏公平性的行为需要有有效的监督和控制.

4.2 消极口碑效应

4.2.1 对潜在人群影响分析

不再使用者与潜在人群交互时, 不再使用者会对潜在人群散播直接的消极口碑, 潜在人群是具有潜在购买产品能力的人群, 一些不再使用者对其散播网游产品的不利影响, 如浪费时间、金钱、精力和容易陷入网瘾等一些负面信息, 使得潜在使用者受其影响以一定的概率转化为不再使用者. 依次令 $NeverBuyRate$ 为 0.01、0.1 和 0.3, 进行仿真实验, 结果如图 4. 图 4 显示: 随着参数数值的增大, 潜在使用者数量更快的减少为 0; 相同仿真时刻, 如仿真时刻为 10 时, 参数数值越大, 对应的潜在使用者数值越小, 可见这种消极口碑直接

影响潜在使用者; 参数数值越大, 对应的使用者数量越小, 同一仿真时刻, 如 10 时刻时, 图 4(a)–4(c) 中显示: 使用者数量随着相关参数数值的增大而变小, 说明这种消极口碑也间接影响了使用者数量; 随着参数数值增加, 不再使用者数量更快的增加, 可见相关参数越大, 对应的不再使用者数量越多, 可知这种消极口碑对潜在人群的直接作用和对使用者的间接作用, 其结果使得不再使用者数量得到增加; 值得注意的是, 这种消极口碑对网游扩散达到最大市场容量的时间影响不大。

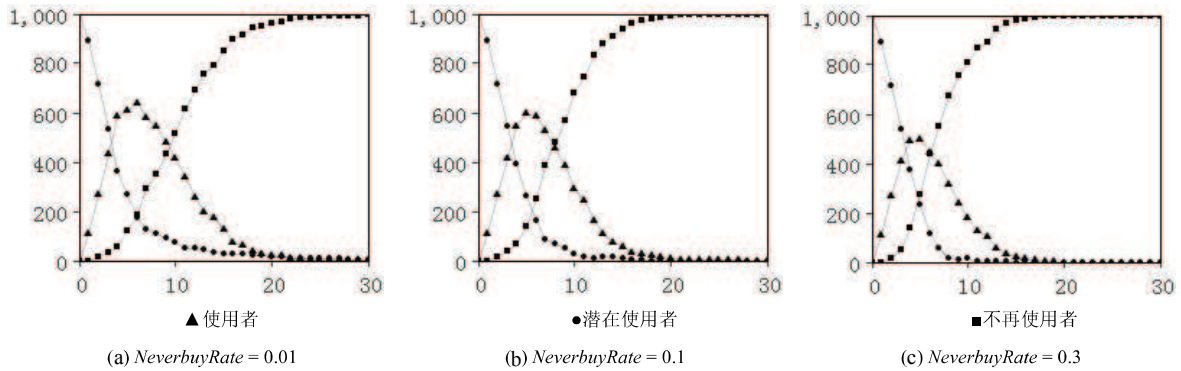


图 4 对潜在消费者的消极口碑影响对比

4.2.2 对使用者影响分析

不再使用者在与使用者交互时, 会产生一种消极口碑影响, 如对玩家的警示参与网游的不利后果, 使得部分使用者转化为不再使用者. 相关的参数为 *NoBenefitRate*, 依次令 *NoBenefitRate* 取值为 0.1、0.3、0.7, 其他参数按默认值进行仿真实验, 仿真结果如图 5. 图 5(a)–5(c) 显示: 这种消极口碑对使用者的数量变化影响尤为明显; 随着仿真参数数值的增大, 相同仿真时刻所对应的使用者数量明显的减少, 使用者数量快速减少到 0, 产品的生命周期缩短; 随着参数数值增大, 可以发现潜在使用者数量减少变慢, 相同仿真时刻, 潜在使用者数量越大, 原因是由于消极口碑过大使得使用者多数转化为不再使用者, 从而散播积极口碑的数量群体变小, 潜在人群向使用者人群转化速度变慢; 三个子图显示, 针对不再使用者的群体数量变化, 跟直觉并不一致, 如 10 时刻, 这种消极口碑的效果越大, 使得不再使用者前期数量增加越快, 但在后期由于使用者群体减少, 不再使用者增加主要是靠潜在使用者的转化, 也就是说后期消极口碑起的作用较小。

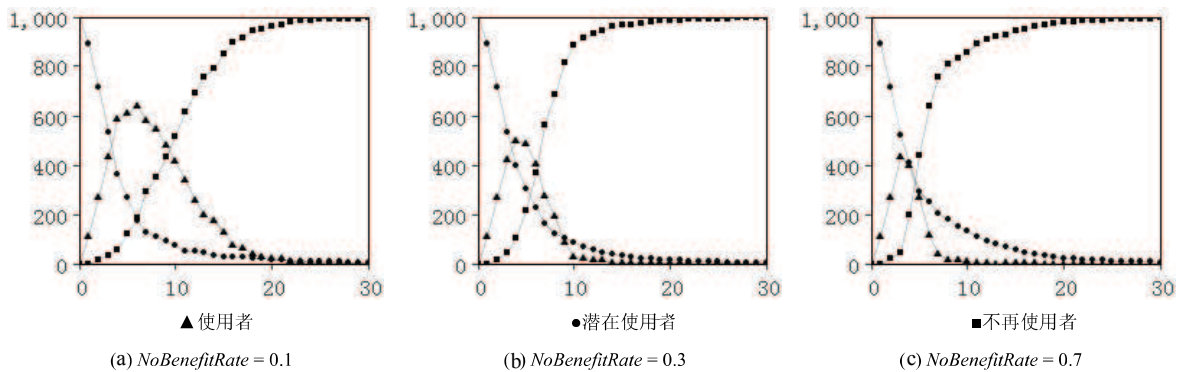


图 5 对消费者的消极口碑影响对比

消极口碑的传播是不可避免的, 无论是潜在使用者还是使用者都会受到其影响从而不再消费网络游戏, 网络游戏企业需要尽量控制这种口碑的散布与传播, 尤其是使用者刚转化为不再使用者散播这种口碑的机会较多; 同样, 社会中总有一部分人对新产品持否定态度, 这一部分人在网游推广过程中一直为不再使用者, 企业需要对这类人进行公共关系推广, 突出网络游戏的正面作用, 同时需要设计良性的网游产品, 不对游戏玩家和社会产生负面影响, 尽可能影响这部分人的消极口碑传播; 网游产品可以包含更多的积极内容, 比如更多的趣味知识或不枯燥的定期活动; 同时, 在游戏中需要有一个良好的网络游戏环境, 注意游戏的公平性, 以防这种消极口碑的传播在消费者中产生共鸣, 而退出消费。

4.3 消费者退出系数影响

对于网游这类体验消费产品, 尤其在随着游戏时间增加, 产品逐渐对消费者不再具有新奇性, 对网络游戏的厌倦情绪不可避免会产生, 厌倦情绪的产生在体验式消费中, 意味着产品不具有吸引力, 使用者会中止产品使用, 使用者存在一个退出系数, 在网游消费中体现为放弃网游试玩转化为不再使用者. 依次令 $BoredRate$ 为 0.01、0.04、0.10 时, 其他参数按默认值进行仿真实验, 仿真结果如图 6. 图 6(a)–6(c) 显示, 使用者数量受到的影响十分明显, 尤其减少了该产品的最大市场容量, 也一定程度上缩短了产品的生命周期; 随着相关参数数值变大潜在使用者却减少变慢, 原因在于使用者群体变小, 潜在使用者受到使用者积极口碑影响也变小; 厌倦情绪参数在一定范围内的增大可以使得不再使用者数量增大, 如图 6(b) 比图 6(a) 中增加更快, 但当其过大时, 对不再使用者数量影响不明显, 如图 6(b)–6(c). 企业要防止消费者厌倦情绪的产生, 需要不断进行产品创新, 通过升级客户端程序, 使得产品具有新奇性, 能更好的吸引消费者参与体验.

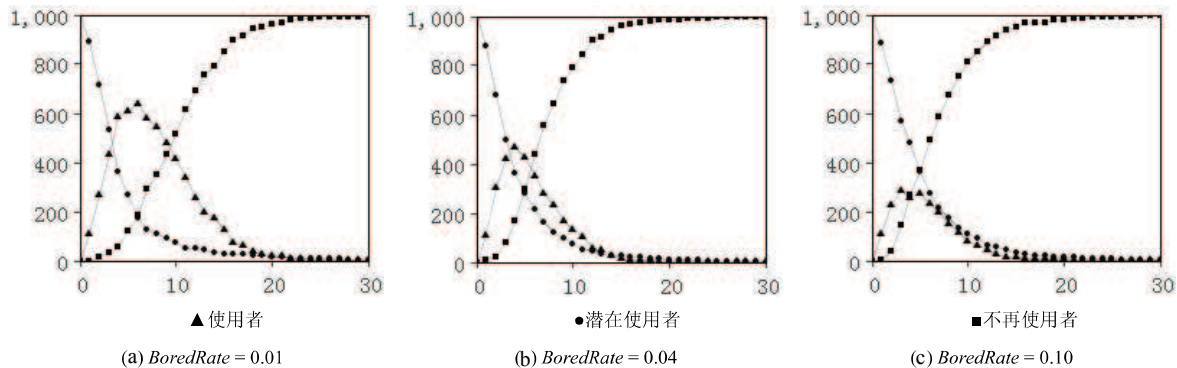


图 6 使用者退出系数影响对比

4.4 重复购买行为效应

不同于耐用品等实物产品, 网络游戏具有在线游戏和无实体的特点, 同时一部分使用者在长期游戏中会产生疲劳的感觉, 这种感觉会使其暂时不使用该产品, 转变为潜在消费者, 这些使得网络游戏消费中的重复购买行为更频繁. 依次令 $TiredRate$ 取值 0.01、0.02、0.05, 其他参数按默认值进行仿真实验, 仿真结果如图 7. 结果显示: 参数数值越大, 潜在使用者减少的越慢, 同一仿真时刻 (如时刻 10) 对应的潜在使用者数量就越大, 而且, 使用者数量受到的影响不大, 但其难以达到最大的市场容量. 企业需要对消费者重复购买行为加以控制, 消费者的疲劳感是不可避免的, 但是应该尽量控制在一定的范围内, 可在网游产品设计时增加更多的趣味性因素等.

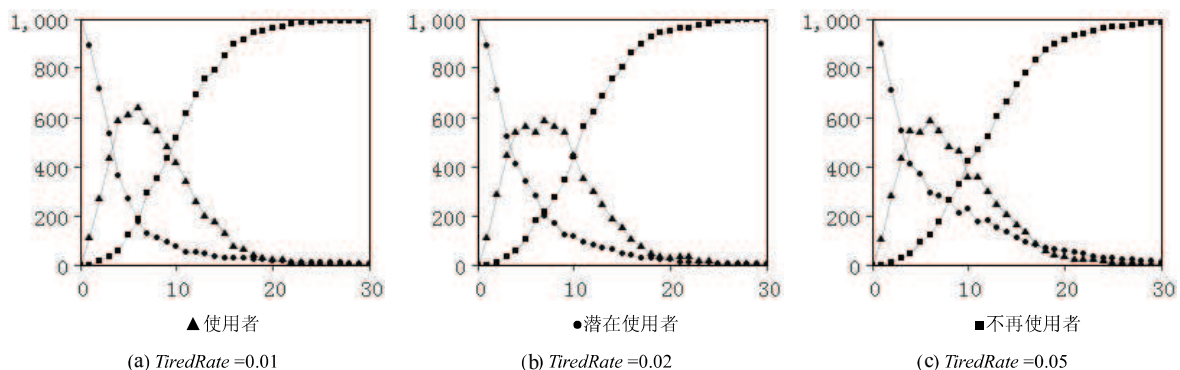


图 7 重复购买行为影响结果对比

4.5 产品创新的作用

网络游戏具有在线更新的特点, 比如同一游戏客户端的升级使得网游对消费者来说具有更大的新奇性, 升级后的产品对消费者而言较新颖, 另外在网游企业的各种促销手段作用下, 一部分不再使用者会重新转变为使用者, 在网游扩散中增加一个规则; 同时, 将不再使用者的意义拓展, 理解为一定时间内不再使用网游者,

如假定间隔期平均为 5 个仿真单位时间, 其他参数按照默认值进行仿真实验, 仿真结果如图 8. 网络游戏使用者将在长期内保持一个相对稳定的市场占有率, 产品的销售量稳定是对网游企业来说是非常重要的, 一个稳定的销售量可以减少管理成本, 由此说明了产品创新的重要性.

5 结论

新产品扩散是技术创新扩散的一种特殊形式, 以往研究多关注实物产品的扩散, 而对网络经济下产生的特殊的无形产品的扩散关注不多; 有关复杂网络上的扩散越来越多的被引入到社会科学的研究中, 本文通过对网络游戏扩散规则的分析, 根据消费者之间的关系网络环境, 建立了一个基于多智能体的网游扩散的模型, 并针对不同状态转换参数的多次进行仿真实验, 得到以下结论.

1) 广告效应和积极口碑影响在产品扩散中影响明显, 广告效应和积极口碑效应在产品扩散过程起到积极作用. 网游运营企业的营销策略在前期需要注意广告投入, 提高潜在消费者的能见度, 在后期由于广告作用并不明显, 应以其他营销手段为主刺激消费. 广告推销对于维持网游市场稳定并不明显的, 但对于推动网游扩散具有明显的作用.

2) 消极口碑对网游产品扩散起到消极作用. 消极口碑的散播影响潜在使用者与使用者两种群体, 不论是直接影响或者间接影响, 都能使网游市场占有率变小, 影响到网络游戏的推广. 网游企业需要加强口碑管理, 消极口碑的传播对于企业来说是一种风险, 消费者的口碑传播是不可避免的, 企业需要开发网游的积极向上内容, 减少暴力、赌博、迷信等不健康内容, 树立良好的产品形象, 提供良好的在线客户服务, 减少非法交易敛财、盗取号码等违法行为, 维护公平的游戏环境.

3) 消费者在游戏消费中的所产生的负面情绪需要引起企业注意, 由于消费者自己的体验感觉不满意, 会采取放弃该网游产品或者暂时放弃产品, 即存在重复购买. 在游戏体验过程中, 负面情绪是不可避免的, 企业要尽力防止消费者负面情绪的产生, 营销策略很难奏效, 需要在产品设计与定位下功夫.

4) 网络游戏的在线特性使得产品即时在线更新, 运营商直接面对消费者, 不存在中间商环节, 消费者直接体验产品, 使得产品创新对网游运营企业尤为重要; 产品创新能够使得网络游戏的新奇性有保障, 并能使网络游戏市场较稳定, 长期拥有稳定客户. 这需要运营企业在技术上不断创新, 不断更新产品内涵, 保持网游的新奇性, 来不断满足消费者持续变化的需求.

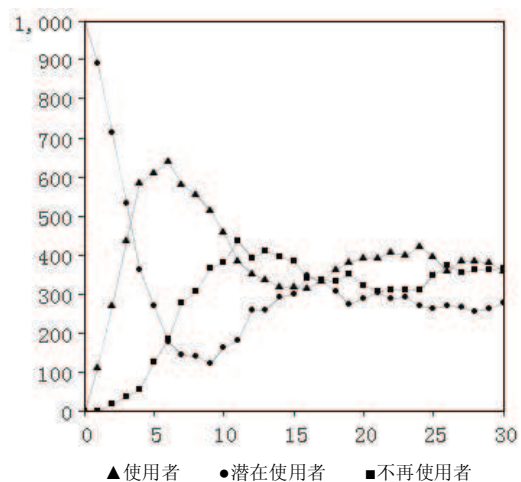


图 8 产品创新下的仿真结果

参考文献

- [1] Rogers E M. Diffusion of Innovations[M]. 4th ed. New York: Free Press, 1995.
- [2] Bass M F. A new product growth model for consumer durables[J]. Management Science, 1969, 15(5): 215-227.
- [3] Mahajan V, Muller E, Bass F M. New product diffusion models in marketing: A review and directions for research[J]. Journal of Marketing, 1990, 54(1): 1-26.
- [4] Hethcote H W. The mathematics of infectious diseases[J]. SIAM Review, 2000, 42(4): 599-653.
- [5] Maier F H. New product diffusion models in innovation management — A system dynamics perspective[J]. System Dynamics Review, 1998, 14(4): 285-308.
- [6] Goldenberg J, Libai B, Muller E. Talk of the network: A complex systems look at the underlying process of word-of-mouth[J]. Marketing Letters, 2001, 12(3): 211-223.
- [7] Garcia R. Uses of agent-based modeling in innovation/new product development research[J]. Journal of Product Innovation Management, 2005, 22(5): 380-398.
- [8] Watts D J, Strogatz S H. Collective dynamics of 'small-world' networks[J]. Nature, 1998, 393(6684): 440-442.
- [9] Moore C, Newman M E J. Epidemics and percolation in small-world networks[J]. Physical Review E, 2000, 61(5): 56-78.
- [10] Newman M E J, Jensen I, Ziff R M. Percolation and epidemics in a two-dimensional small world[J]. Physical Review E, 2002, 65(2): 21904.
- [11] Newman M E J. The structure and function of complex networks[J]. SIAM Review, 2003, 45(2): 167-256.

- [12] Garber T, et al. From density to destiny: Using spatial dimension of sales data for early prediction of new product success[J]. *Marketing Science*, 2004, 23(3): 419–428.
- [13] 段文奇, 陈忠, 陈晓荣. 基于复杂网络的新产品赠样目标优化策略 [J]. *系统工程理论与实践*, 2006, (9): 77–82.
Duan W Q, Chen Z, Chen X R. Strategies of optimizing sampling targets for new product based on complex networks[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2006, (9): 77–82.
- [14] 段文奇, 陈忠. 网络效应新产品成功的关键: 产品质量还是安装基础?[J]. *系统工程理论与实践*, 2007, 27(7): 144–148.
Duan W Q, Chen Z. Key factor to drive success of new product with network effects: Product quality or installed base?[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2007, 27(7): 144–148.
- [15] Cowan, R, Jonard N. Network structure and the diffusion of knowledge[J]. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2004, 28(8): 1557–1575.
- [16] Lloyd A L, May R M. Epidemiology: How viruses spread among computers and people[J]. *Science*, 2001, 292(5520): 1316–1317.
- [17] Grassberger P. Critical behavior of the general epidemic process and dynamical percolation[J]. *Mathematical Biosciences*, 1983, 63(2): 157–172.
- [18] Newman M E J. Spread of epidemic disease on networks[J]. *Physical Review E*, 2002, 66(1): 16128.
- [19] Hethcote H W. Qualitative analyses of communicable disease models[J]. *Mathematical Biosciences*, 1976, 28(3–4): 335–356.
- [20] Léz-Pintado D. Diffusion in complex social networks[J]. *Games and Economic Behavior*, 2008, 62(2): 573–590.
- [21] Milgram S. The small world problem[J]. *Psychology Today*, 1967, 2(1): 60–67.
- [22] Newman M E J, Park J. Why social networks are different from other types of networks[J]. *Physical Review E*, 2003, 68(3): 36122.
- [23] Newman M E J, Watts D J. Renormalization group analysis of the small-world network model[J]. *Physics Letters A*, 1999, 263(4–6): 341–346.
- [24] Tesfatsion L. Agent-based computational economics: Modeling economies as complex adaptive systems[J]. *Information Sciences*, 2003, 149(4): 262–268.
- [25] Macy M W, Willer R. From factors to actors: Computational sociology and agent-based modeling[J]. *Annual Reviews in Sociology*, 2002, 28(1): 143–166.
- [26] Szymanski D M, Henard D H. Customer satisfaction: A meta-analysis of the empirical evidence[J]. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 2001, 29(1): 16–35.
- [27] Liljander V, Strandvik T. Emotions in service satisfaction[J]. *International Journal of Service Industry Management*, 1997, 8(2): 148–169.