

2-23-2022

Product Decisions in Presence of Social Learning and Reference Point Effect

Feng Li

1.School of Business Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;
fenglee@scut.edu.cn

Ying Wei

2.Department of Business Administration, Jinan University, Guangzhou 510632, China;
yingwei@jnu.edu.cn

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the Artificial Intelligence and Robotics Commons, Computer Engineering Commons, Numerical Analysis and Scientific Computing Commons, Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons, and the Systems Science Commons

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Product Decisions in Presence of Social Learning and Reference Point Effect

Abstract

Abstract: In order to find out the source of VOCs(volatile organic compounds) emission and diffusion to the target area, and prevent the target area from further pollution, *this paper propose an analytical method of VOCs hazard causes in related areas based on object function Petri net. The net structure describes the relationship between the potential pollution sources and the target area, and the operation of the net system reflects the change of VOCs hazard degree in the target area, and the calculation of hazard degree is integrated into the operation of the Petri net system.* Through the actual case study, the analytical results show that the Petri net model is suitable for modeling and calculation of VOCs hazard analysis in related areas.

Keywords

related region, degree of harm, cause analysis, object function Petri net, volatile organic compounds(VOCs), rate of contribution

Recommended Citation

Feng Li, Ying Wei. Product Decisions in Presence of Social Learning and Reference Point Effect[J]. Journal of System Simulation, 2022, 34(2): 234-246.

社会学习和参照点效应对企业产品决策的影响

李锋¹, 魏莹^{2*}

(1. 华南理工大学工商管理学院, 广东广州 510640; 2. 暨南大学企业管理系, 广东广州 510632)

摘要: 消费者从用户评价中获得更准确的产品质量水平被称为社会学习行为。当学习得到的产品质量高于自己的心理预期, 多数消费者会更倾向购买产品, 即参照点效应。为了研究社会学习行为中的参照点效应对企业产品决策的影响, 构建研究问题的多智能体模型, 通过仿真实现问题求解。结果表明, 参照点效应对企业产生负面影响, 企业被迫提高产品质量和价格, 并获得更少的利润。然而, 如果考量产品的销售量, 企业能够通过相对较低的产品质量和价格, 以少量的利润损失获得销售量的大幅增加。

关键词: 社会学习行为; 参照点; 产品质量; 产品定价; 多智能体建模与仿真

中图分类号: TP391.3 文献标志码: A 文章编号: 1004-731X(2022)02-0234-13

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.20-0768

Product Decisions in Presence of Social Learning and Reference Point Effect

Li Feng¹, Wei Ying^{2*}

(1. School of Business Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

2. Department of Business Administration, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Abstract: Social learning is defined as the process that consumers use online reviews to fetch more precise information about product quality. Consequently, consumers would be more likely to purchase the product if the product quality learned was higher than their expectation, reference point effect named. To understand the impact of this effect in social learning on a firm's product decisions, we built a multi-agent model to solve the problem through simulation. According to the results, the reference point effect has a negative influence on the firm. The firm has to higher the product quality and price and therefore loses some profits. However, if the quantity of sales is taken into consideration, the firm can resort to low product quality and price to boost the quantity of sales significantly at a low profit cost.

Keywords: social learning; reference point; product quality; product price decision; multi-agent based modeling and simulation

引言

在运营管理领域中, 从其他消费者主动公开的产品评价信息中学习并确定产品更准确的质量水平, 被称为消费者的社会学习行为, 简称社会

学习行为。在信息不对称的市场环境下, 社会学习行为非常普遍。特别是电子商务环境下, 社会学习行为的“零”成本更是引人注目。

社会学习行为对消费者购买决策的影响, 并

收稿日期: 2020-10-13 修回日期: 2020-12-08

基金项目: 国家自然科学基金(72072073); 广东省哲学社会科学规划项目(GD20CGL20); 广东省自然科学基金研究团队项目(2017A030312001)

第一作者: 李锋(1975-), 男, 博士, 副教授, 研究方向为复杂系统建模。E-mail: fenglee@scut.edu.cn

通讯作者: 魏莹(1977-), 女, 博士, 教授, 研究方向为运营管理。E-mail: yingwei@jnu.edu.cn

不局限于消费者能够获得更准确的产品质量水平信息。更重要的是,当消费者发现产品质量水平与自己的心理预期有差别时,这种差异会被放大。即消费者会以自己的心理预期为参照点,非对称性的放大差异——消费者行为中的“参照点效应”^[1]。这种非完全理性的消费者行为在现实中非常常见,是2002年诺贝尔经济学奖“前景理论”中的核心内容。因此,站在企业的视角,结合参照点效应分析消费者的社会学习行为对产品市场需求的影响,是企业产品决策(包括产品质量和定价决策)的前提条件,决定了企业产品策略的成功与否。

但是,当参照点效应中的非对称、非线性模型描述^[1],与社会学习行为中的贝叶斯概率模型相结合^[2]时,消费者的产品购买决策变得非常复杂,产品的市场需求难以用数学模型刻画。进而,难以实现企业的产品决策问题求解。为了解决这一难题,本文提出采用复杂系统中的多智能体建模分析方法,以程序代码形式再现消费者复杂的决策行为,从而能够仿真计算得到产品的市场需求。最终,能够实现企业最优的产品决策问题求解。

相比于前人的研究工作^[2-5],本文主要是对消费者的社会学习模型进行模型扩展,创新性引入消费者行为中的参照点效应,使得构建模型能够更加真实再现现实世界中消费者决策中的复杂行为和过程。同时,在消费者行为中的参照点效应刻画中,量化2种不同消费者行为对企业产品决策的影响:

(1) 消费者以自己对产品质量的预期(先验值)为参照点,将此先验值与社会学习得到的产品质量对比,心理“落差”对消费者购买决策的影响。

(2) 购买了产品的消费者,实际产品质量的主观体验与产品质量的客观表现存在差异,差异影响消费者对产品评价的分值。而产品评价分值将对其他消费者的社会学习和产品购买产生影响。

另外,本文还深入分析了不同的消费者群体,如产品估值不同(产品效用)、产品价值判断一致性等,以及不同的企业,如质量成本不同、决策目

标不同等,情景下的最优产品决策问题。

1 相关研究

源于认知领域中的社会学习行为,其描述的是一个个体通过观察、接触社会群体中的其他个体,学习他或他们的行为,从而调整自己行为的过程。其实质上包含了个体学习其他人共享的信息,和个体共享自己的信息供其他人学习的双向学习。

运营管理领域引入社会学习行为,用于刻画市场中潜在消费者从其他消费者那里获得更多关于产品的信息,从而影响自己购买决策的一种消费者行为。这种学习可以是潜在消费者主动学习其他消费者,即对用户评价的学习^[3],也可以是被动接受其他消费者的推荐,即产品口碑营销^[4]。同时,消费者也会将自己的产品体验信息公开以影响其他潜在消费者的购买决策^[2]。在这些社会学习行为的研究中,通常假定消费者通过学习前人公开的用户评价信息,对产品的质量水平有了进一步更准确的认知,从而决定是否购买产品。企业的决策变量包括产品的价格,或价格和质量。其中,代表性工作包括:文献[2]用贝叶斯模型描述了进入市场的消费者根据前人的产品评价,更新自己对产品质量的认知,进而综合考虑产品的价格和质量决定是否购买产品。文献[5-6]同样也采用贝叶斯模型刻画消费者的社会学习行为,并设定消费者为策略型消费者。文献[7-8]中设定产品评价为0-1变量(“喜欢”或“不喜欢”),即潜在消费者只能从前人喜欢或不喜欢产品的比例中学习产品的质量水平。文献[9]则是对比了潜在消费者能够获得用户评价的全部记录值,还是只能获得用户评价的汇总值(平均值),社会学习行为的效果。类似的还有,文献[10]对比了不同社交网络中社会学习行为的效果:在关系松散的社交网络上,由于消费者的异质性较强,社会学习的效果较差。相反,在关系紧密的社交网络上,由于消费者的同质性较强,社会学习的效果较好。另外,也有

一些研究设定后续进入的潜在消费者能够获得准确的产品质量水平(两阶段定价问题)^[11]。如上所述,影响潜在消费者社会学习行为的因素较多,关系复杂。例如,潜在消费者自身类型——短视型或策略型消费者;用户评价的评价系统——“喜欢、不喜欢”评价或1-5分评价;用户评价的数据可见性——全部历史数据或仅评价均值。甚至包括实证研究讨论过的用户评价数量^[12]、社交网络中消费者关系的紧密程度和方向性^[13-14]等。国内专家也逐渐意识到社会学习行为对企业运营决策的重大影响,但现有的研究工作相对较少^[15]。

前人的研究中,通常假定潜在消费者根据社会学习的结果进行决策,不再继续考虑消费者前期对产品质量的心理预期。然而,现实中的多数消费者在决策时,会将社会学习得到的产品质量值(后验值)与自己的心理预期(先验值)进行比较,即以自己的心理预期值作为决策参照点。并且,后验值高于先验值和后验值低于先验值,其对潜在消费者的影响并不对称。这种参照点效应在行为运营管理领域已经有了广泛的研究,也被称为消费者行为中的“损失规避(loss-averse)”^[1,16-17]。但是,将参照点效应与社会学习行为结合起来,并分析其对企业产品决策的影响,模型过于复杂而难以求解。本文因此转向采用多智能体建模分析方法,通过仿真实现问题求解^[18]。具体来说,本文主要考虑以下2个参照点效应对企业产品决策的影响:

(1) 潜在消费者在产品购买决策时,以产品质量的心理预期为参照点,与产品质量的社会学习结果对比,此参照点效应对企业的产品决策影响。这种消费者行为直接影响潜在消费者的购买决策,从而能对企业的产品决策产生影响。

(2) 消费者在发布产品评价信息时,以产品质量的客观表现为参照点,与产品质量的主观体验进行对比,此参照点效应对企业的产品决策影响。这种消费者行为通过消费者的产品评价间接影响其他潜在消费者的购买决策,从而能够对企业的产品决策产生影响。

这2种参照点效应,通过社会学习行为交织在一起,影响企业的产品质量和价格决策,正是本文的研究重点和特色之处。

2 多智能体模型

本文以文献[2,5]中单一企业的产品决策问题为基础模型,采用消费者社会学习贝叶斯模型。而消费者行为中的参照点效应,则是采用广泛接受的前景理论中价值函数模型进行刻画^[16]。

2.1 企业的决策问题

本文研究的一个单一企业的产品决策问题:企业面对的是总量为1的产品市场,其产品决策包括产品的价格 p 和质量 q 。

模型中,企业的产品质量成本被分担到单位产品中,即 $c(q)=q^2$ 。因此,在获得企业的产品需求量 D 后,可以得到企业的总利润:

$$\pi(p, q) = (p - q^2) \cdot D \quad (1)$$

2.2 消费者的决策行为

在此问题背景中,假定消费者仅能够从其他消费者那里获得有关企业或产品质量信息,无法通过诸如企业品牌宣传等方式建立产品质量“信心”。在此假设下,潜在的消费者,进入市场后,其决策和行为如下:

(1) 初始:潜在消费者对产品的效用有着自己认知 x_i 。并且,潜在消费者对产品质量 q 有着初步的感知 q_i 。

$$q_i = q + \varepsilon_i \quad (2)$$

式中: ε_i 描述了该潜在消费者对产品质量认知的偏差, $\varepsilon_i \sim N(0, \delta_i^2)$ 。

(2) 进入市场,潜在消费者会根据已经购买产品的 n 个消费者的产品评价 r 的平均值 R ,依据贝叶斯规则更新对产品质量的认识^[2,5]。具体来说,社会学习后潜在消费者对产品质量认知服从均值为 q_s ,方差为 δ_s 的正态分布。

$$q_s = \frac{1}{n+1} \cdot q + \frac{n}{n+1} \cdot R \quad (3)$$

$$\delta_s = \frac{1}{n+1} \cdot \delta_i \quad (4)$$

此时, 潜在消费者对产品的感知就由式(2)变成了($\varepsilon_s \sim N(0, \delta_s^2)$):

$$q_p = q_s + \varepsilon_s \quad (5)$$

如式(3)和(4)所示, 当潜在消费者进入市场, 如果不能获取前人的产品评价, 其对产品质量的判断就仅是自己对产品的初始认知。即当 $n=0$ 时, $q_s = q$, $\delta_s = \delta_i$, 式(5)等同于式(2)。

(3) 潜在消费者以自己对产品质量的感知 q_i 作为参照点, 评估社会学习得到产品质量 q_p , 最终得到对产品质量的评价, 即“损失规避”中的价值函数^[16]:

$$v(q_i, q_p) = \begin{cases} q_i + (q_p - q_i)^\alpha, & q_p \geq q_i \\ q_i - \lambda \cdot (q_i - q_p)^\beta, & q_p < q_i \end{cases} \quad (6)$$

式(6)表示, 潜在消费者会非对称的放大社会学习得到的产品质量差异。正因为消费者决策中

$$r(v(q_i, q_p), q_h) = \begin{cases} v(q_i, q_p) + (q_h - v(q_i, q_p))^\alpha, & q_h \geq v(q_i, q_p) \\ v(q_i, q_p) - \lambda \cdot (v(q_i, q_p) - q_h)^\beta, & q_h < v(q_i, q_p) \end{cases} = \begin{cases} v(q_i, q_p) + (\varepsilon_h)^\alpha, & \varepsilon_h \geq 0 \\ v(q_i, q_p) - \lambda \cdot (\varepsilon_h)^\beta, & \varepsilon_h < 0 \end{cases} \quad (10)$$

同样, 如果不考虑参照点效应, 消费者给出的产品评价简化为 $r = q_h$ ^[2,5]。

2.3 多智能体模型

采用多智能体建模方法构建研究问题的问题模型, 在于对市场上的每位潜在消费者构建其智能体模型。通过代码实现消费者的决策过程和决策逻辑, 从而得到企业一组产品质量和价格参数下的产品购买和产品利润。最后, 以产品利润最大化为目标, 求解企业的产品决策问题。

具体来说, 设定市场由 M 位消费者(智能体)组成, 且分批进入市场(泊松过程, 均值为 μ)。进入市场后, 潜在消费者通过社会学习获得有关产品的更多产品质量信息, 并做出产品是否购买的决策。接着, 购买产品的消费者将根据实际的产品体验发

的参照点效应刻画采取的是分段、非线性模型, 传统的数学分析方法难以实现问题求解。

(4) 潜在消费者会根据自己对产品的效用评价 x_i , 产品质量感知 $v(q_i, q_p)$, 和产品价格 p 最终决定是否购买产品, 即当 $u \geq 0$ 时决定购买产品:

$$u = x_i \cdot v(q_i, q_p) - p \quad (7)$$

如果不考虑参照点效应, 潜在消费者的购买决策仅依赖于产品价格 p 和社会学习得到的产品质量, 即^[2,5]:

$$u = x_i \cdot q_p - p \quad (8)$$

(5) 购买产品的消费者, 由于自身的产品偏好, 得到不同的产品质量体验:

$$q_h = v(q_i, q_p) + \varepsilon_h \quad (9)$$

式中: 参数 ε_h 描述了该消费者自身偏好引起的产品质量体验的偏差, $\varepsilon_h \sim N(0, \delta_h^2)$ 。

(6) 购买产品的消费者, 以自己对产品质量的预期 $v(q_i, q_p)$ 为参照点, 和实际的产品体验 q_h , 采用式(6)相同的模型, 给出自己的产品评价:

布自己的产品评价, 最终退出市场。模型中, 设置所有的潜在消费者都是短视型消费者。因此, 如果潜在消费者决定不购买产品, 其也将退出市场。最后, 当所有消费者都进入市场并完成了产品购买决策, 企业统计得到产品的市场需求总量。根据产品的质量成本和价格, 企业计算得到产品的总利润。

考虑到模型中的随机性因素, 以上仿真过程重复 N 次, 并以产品总利润的平均值作为设定产品质量和价格变量下的产品总利润。企业因此以产品总利润为目标, 搜索出产品总利润最大的产品质量和价格组合, 即最优解。

3 仿真分析

在多智能体开发平台 Netlogo 6.1.0 上实现了研究问题的仿真模型。

3.1 参数设置及模型验证

参考[2,5]中的模型设置, 设定市场上潜在消费者对产品效用的评价服从反均匀分布(inverse-uniform distribution), 即:

$$f(x_i) = \frac{1}{(b-a) \cdot x_i^2},$$

$$F(x_i) = \frac{b - 1/x_i}{b-a}, \quad \frac{1}{b} \leq x_i \leq \frac{1}{a} \quad (11)$$

仿真模型中参数值设定如表1所示。

表1 仿真模型中的主要参数
Table 1 Main Parameters in the simulation model

参数	取值
消费者数量 M	10 000
仿真重复次数 N	120
消费者到来泊松分布 μ	500
消费者产品效用反均匀分布 a	0.5
消费者产品效用反均匀分布 b	2.0
消费者产品质量感知偏差 δ_i	0.10
消费者产品质量体验偏差 δ_h	0.10
参照点效应 λ	2.25
参照点效应 α	0.88
参照点效应 β	0.88

如表1所示, 消费者对产品效用评价的随机分布参数设置引自^[2,5], 参照点效应价值函数的参数设置源于前人实证研究得到的结果^[19]。

首先, 不考虑参照点效应对潜在消费者的影响, 即设定参数 $\lambda = 1.00$, $\alpha = \beta = 1.00$, 仿真求解企业的最优产品决策(产品质量和价格)。通过仿真, 得到此时最优产品决策变量和利润如下:

$$p_0^* = 0.42, \quad q_0^* = 0.41$$

$$D_0^* = 0.3961, \quad \pi_0^* = 0.0998 \quad (12)$$

此仿真求解结果与文献[2]中相同参数数值仿真结果一致, 因此验证了本文构建的多智能体仿真模型的正确性, 以及模型中设定包括消费者数量 M 和重复仿真次数 N 的合理性。

3.2 基准模型的问题求解

设定仿真模型中参数如表1所示, 重复仿真得到企业的最优产品决策和利润。

$$p_s^* = 0.49, \quad q_s^* = 0.49$$

$$D_s^* = 0.3405, \quad \pi_s^* = 0.0851 \quad (13)$$

与式(12)所示不考虑参照点效应的企业决策结果相比, 此时企业的产品质量更高、产品价格更高, 但是企业的总需求和总利润却更低。

不同价格和质量组合下的企业产品利润如图1所示。

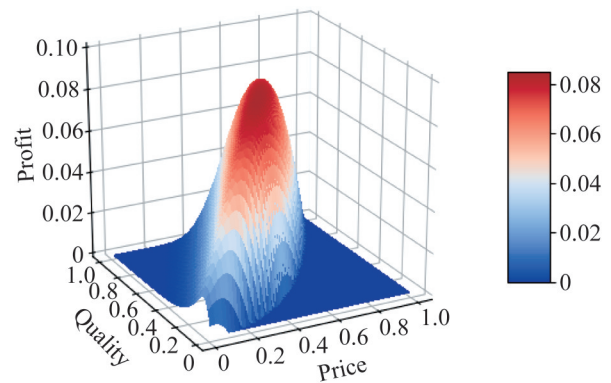


图1 企业产品利润变化曲线

Fig. 1 Variation curve of the firm's product profit

图2给出了当产品价格为最优价格($p=0.49$), 或产品质量为最优质量($q=0.49$)时, 企业产品利润随着质量或价格变化的曲线。

从图2可以更加清楚的看出, 当产品质量固定时, 产品需求随着产品价格的上涨而单调减少, 产品利润先增加后降低。类似的, 产品需求随着产品质量的下降而单调减少, 但产品利润同样呈现出先增加后降低的趋势特征。

结论1: 消费者决策中的非理性因素——参照点效应, 对企业产生负面影响。

当社会学习得到的产品质量超出或低于自己的产品质量预期, 产品质量低于预期对潜在消费者的影响更大(根据式(6)和表1中的参数设置, 产品质量低于预期对于消费者的决策影响是产品质量高于预期的2.25倍)。因此, 从消费者的角度,

参考点效应中的负面影响对消费者的产品购买决策影响更加重要。

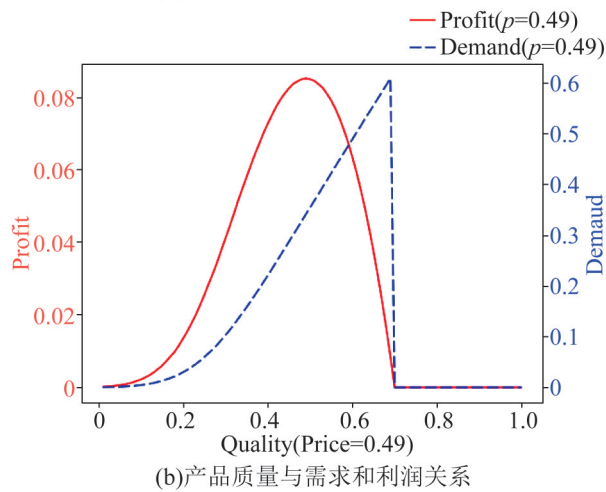
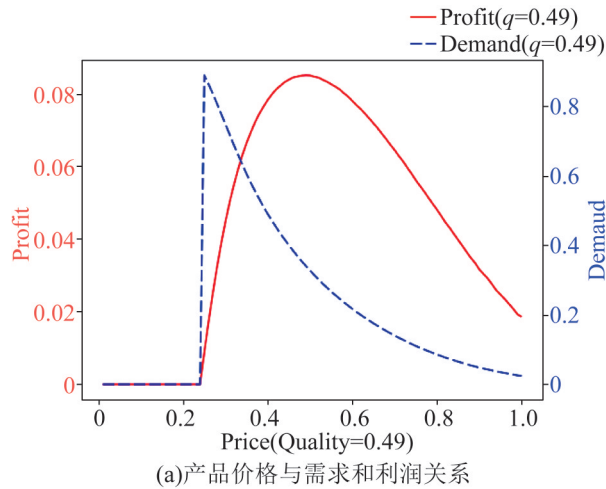


图2 企业产品利润的折线图
Fig. 2 Linechart of the firm's product profit

并且,在参照点效应的影响下,消费者的产品质量评价对其他消费者的产品购买产生更大的影响,即潜在消费者购买或不购买产品的意愿更加强烈。因此,企业更加重视产品质量建设和产品质量的网络效应(用户评价和用户口碑推动的用户购买行为)。但是,由于较高的产品质量成本,企业被迫抬高了产品的价格,最终导致产品市场需求和利润的下降。

如果企业忽视了消费者决策中的参照点效应,采取了式(1)中所示的产品质量和产品价格,必将导致利润降低(3.5%)。

3.3 潜在消费者的异质性影响

在基准模型中,设定了潜在消费者群体对于产品质量的感知偏差 δ_i 和体验偏差 δ_h 均为0.1,即文献[2]中的 $\delta_i/\delta_h = 1.0$ 设定。

在此基础上,模拟了不同 δ_i ($\delta_h = \delta_i$)值对企业产品决策和收益的影响。

根据图3所示的仿真结果,可以看出以下特征:

特征1:随着市场上潜在消费者的异质性增强,企业的产品价格略有下降,产品质量相对下降较快。例如,企业的产品质量从 $\delta_i = 0.10$ 时的0.49下降到 $\delta_i = 0.50$ 时0.31。但是,同比产品价格仅从0.49下降到0.45。

特征2:随着市场上潜在消费者的异质性增强,企业的产品需求和总利润在持续增加。并且,企业的总利润从 $\delta_i = 0.10$ 时的0.0851上升到 $\delta_i = 0.50$ 时的0.1470。

根据以上仿真结果和趋势特征,可以得到以下结论。

结论2:消费者群体的异质性对企业产品盈利产生正面影响。

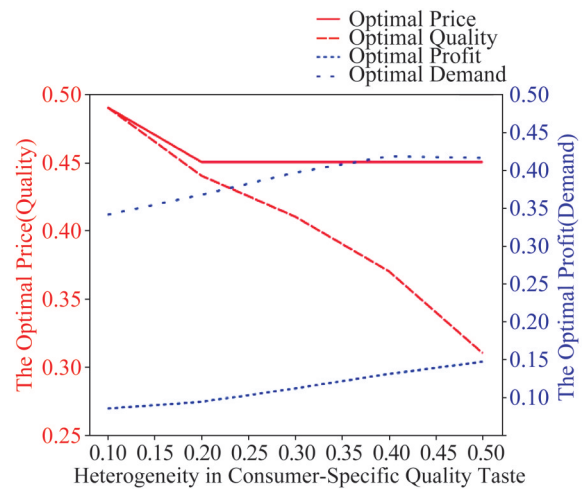


图3 消费者群体异质性对产品决策的影响
Fig. 3 Impact of consumer group heterogeneity on product decisions

当市场上潜在消费者群体的异质性增加,消

费者对产品购买意愿(产品效用)差异更大,且对产品的评价波动性更大。在此市场环境中,消费者的社会学习效果不确定性更高,购买决策的不确定性也因此更高。

站在企业的视角,由于消费者购买产品的不确定性更高,其购买产品的概率反而更大。企业能够通过降低产品质量获得更高的盈利空间,并通过降低产品价格获得更多的消费者购买,最终获得更多的产品利润。

3.4 参照点效应的影响

基准模型中,我们考虑了2个不同的参照点效应:一个是潜在消费者产品购买决策时的参照点效应;另一个是消费者发表用户体验时的参照点效应。

为了对比不同参照点效应对企业产品决策的影响,分别仿真求解了不同参照点效应影响下企业决策问题。

情景1(case 1):两个参照点效应都存在,即基准模型;

情景2(case 2):潜在消费者购买产品时的参照点效应存在,而消费者发表用户体验信息时的参照点效应不存在;

情景3(case 3):潜在消费者购买产品时的参照点效应不存在,而消费者发表用户体验信息时的参照点效应存在;

情景4(case 4):两种参照点效应都不存在,即文献[2]模型。

同时,也分别仿真计算了潜在消费者的异质对产品决策和企业利润的影响($\delta_i(\delta_h = \delta_i)$)。

如图4所示,4种情景下,消费者群体的产品感知偏差和体验偏差对企业的产品决策和绩效基本类似,即随着感知偏差和体验偏差的增加,产品价格下降幅度不如产品质量降低幅度大。且企业的需求和利润都在上升。

特征3:情景1和情景2下企业的产品质量和产品价格决策基本类似,情景3和情景4下企业的决策也基本类似。并且,相比于情景1和情景2下

的企业产品决策,情景3和情景4下企业的产品质量和产品价格变化更加剧烈。

特征4:情景1和情景2下企业的产品需求和总利润基本接近,而情景3和情景4下企业的产品需求和总利润也基本接近。并且,相比于情景1和情景2下的企业产品需求和利润,情景3和情景4下企业的产品需求和利润变化更加剧烈。

如图4所示,参照点效应对企业的产品决策和产品利润影响更加复杂。

结论3:消费者购买产品时表现出来的参照点效应,对于企业的产品决策(产品质量和产品价格)影响更加直接和显著。

消费者购买产品时是否存在参照点效应,对于企业的产品决策影响更加显著。当此参照点效应存在时,鉴于消费者更加在意产品的质量,企业将采取更高的产品质量和产品价格策略。相反,如果不存在该参照点效应时,企业将采取低的产品质量和产品价格策略。并且,当消费者购买决策时不考虑自己的产品质量预期,即不存在参照点效应时,企业将售卖更加低质量的产品。此时,低价格策略吸引了更多的潜在消费者,企业的利润相对更高。

结论4:消费者购买产品时表现出来的参照点效应,对企业的产品利润产生较强的负面影响。此时,由于企业采取了更高的产品质量和产品价格策略,购买产品的消费者数量相对较低,企业的利润较少。

消费者购买产品时的参照点效应,通过影响企业的产品策略,最终对企业的产品利润产生负面影响(此结论与前面所示结论1一致,并且对于不同的消费者群体,即不同的 δ_i 值都有效)。相反,消费者产品评价时的参照点效应,对企业的产品策略和产品利润影响较小。

结论5:市场上的消费者异质性对企业的产品利润起到了正面促进作用。并且,当消费者购买产品时的参照点效应不明显时,消费者的异质对企业产品利润的正面影响更加显著。

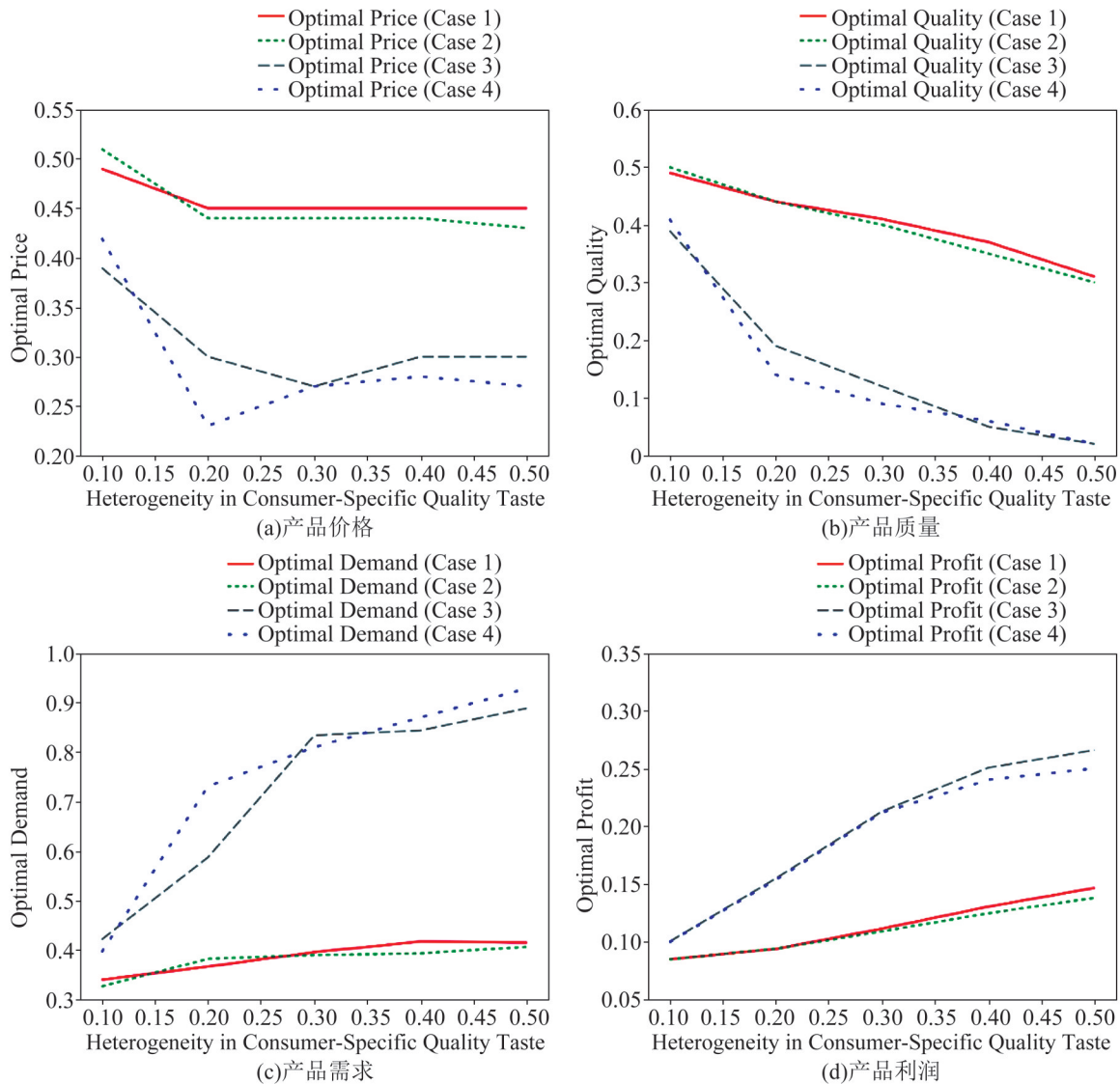


图4 参照点效应对产品决策的影响
Fig. 4 Impact of referencepoint effect on productdecisions

3.5 潜在消费者的产品效用随机分布的影响

基准模型中, 设定市场上潜在消费者的产品效用评价服从反均匀分布。为了检验潜在消费者产品效用的随机分布形式对企业决策的影响, 本文采取了 2 种比较常见的随机分布形式, 均匀分布 Uniform(0, 1)和三角分布 Triangular(0, 0.5, 1.0)。

$$f(x) = \begin{cases} 4x, & 0 \leq x \leq 0.5 \\ 4-4x, & 0.5 < x \leq 1.0 \end{cases} \quad (14)$$

3 种不同形式的随机分布, 其分布密度函数如图 5 所示。

如图 5 所示, 与反均匀分布最大的区别在于均匀分布和三角分布表明用户对于产品效用的评价更低, $F(x \leq 0.5) = 0.5$; 反均匀分布则有 $F(x \leq 0.5) = 0$ 。

同样, 仿真了不同 $\delta_i (\delta_n = \delta_i)$ 值对企业产品决策和收益的影响。

如图 6 所示, 通过对比不同类型的产品效用随机分布下的产品决策, 可以看出以下特征:

特征 5: 不同的消费者效用函数设置下, 消费者异质性的企业的产品决策和产品利润的影响趋

势类似，即随着消费者异质性增加，企业产品质量和价格更低，但是企业获得了更多的产品利润。

相比于均匀分布所示的消费者的产品偏好，三角分布所示的消费者的产品偏好更集中在 0.50 处，即市场上消费者群体对产品的效用评价整体更低，购买意向更小。此时，

结论 6：当市场上消费者对产品的效用评价更低，企业的产品策略也倾向于采取低质量和低价格策略。但是，随着市场上消费者的异质性增加，企业的产品策略逐渐趋同，且产品利润也基本持平。

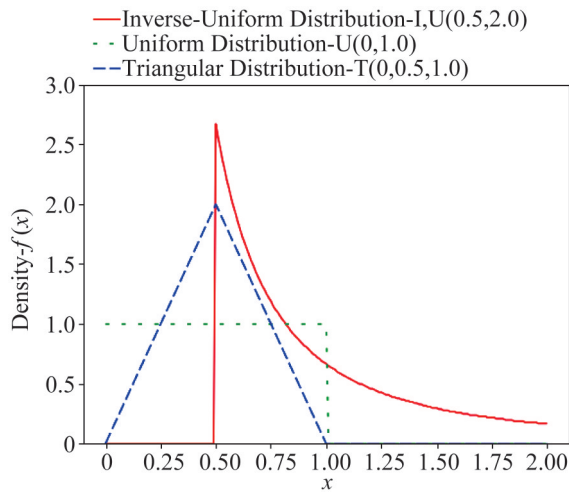


图 5 3 种不同随机分布密度函数
Fig. 5 Density functions of three random distributions

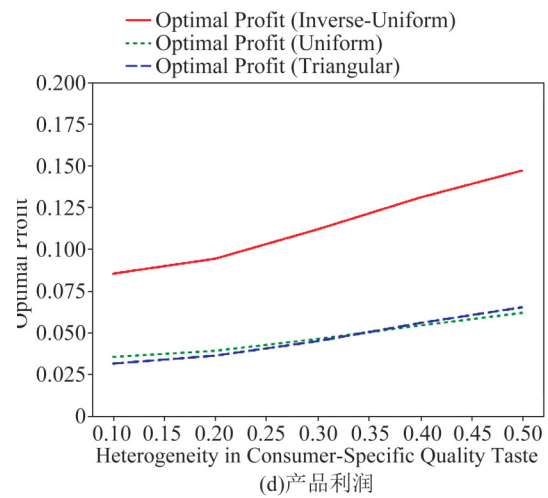
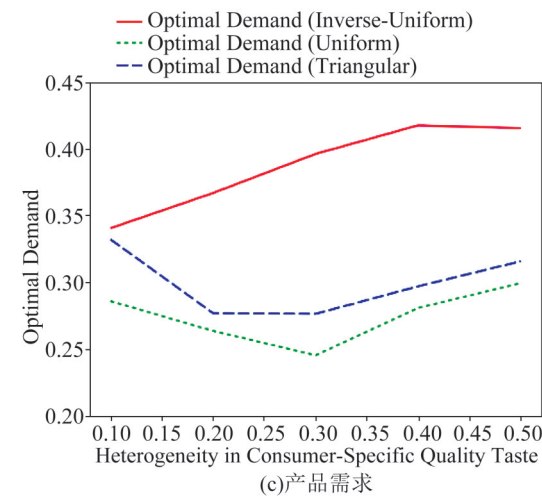
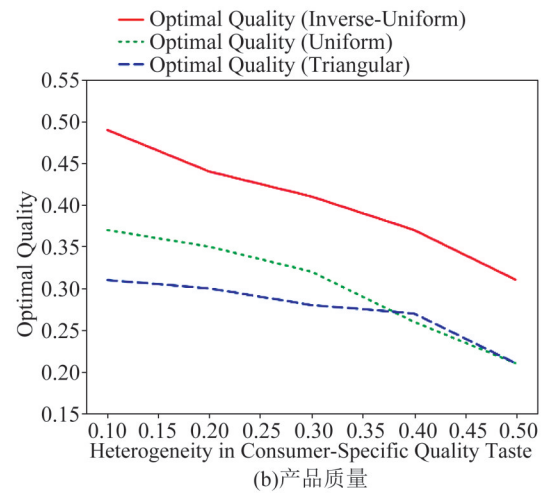
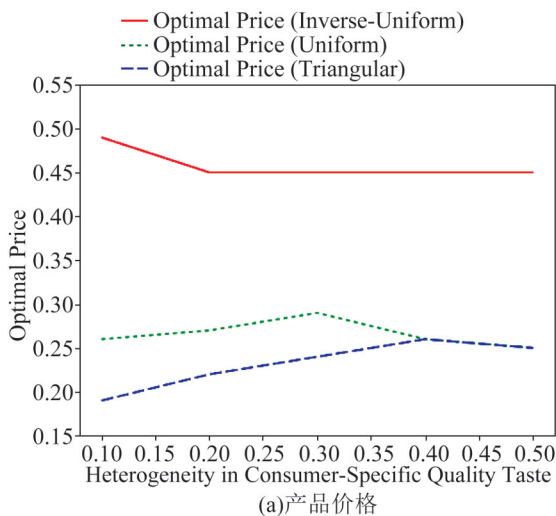


图 6 消费者异质性对产品决策的影响
Fig. 6 Impact of consumer heterogeneity on product decisions

3.6 企业决策偏好的影响

如图 2 所示，不同的产品质量和产品价格组

合下, 企业的产品销售量(需求量)和总利润变化趋势并不相同。例如, 图7给出了基准模型中, 企业不同的产品质量和产品价格决策下产品需求的变化。

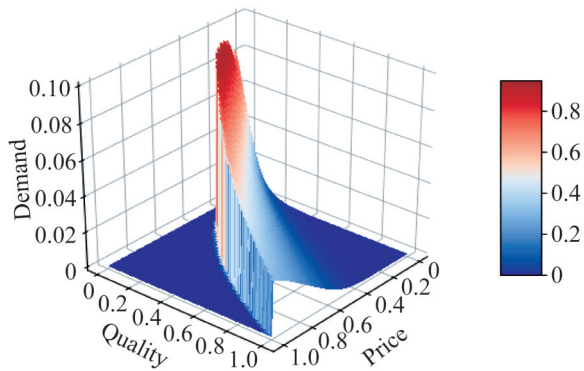


图7 企业产品需求变化曲线
Fig. 7 Variation curve of product demand

其中, 产品销售量最大化目标的企业产品决策如下:

$$\begin{aligned} p_s^* &= 0.11, & q_s^* &= 0.33 \\ D_s^* &= 0.9731, & \pi_s^* &= 0.0011 \end{aligned} \quad (15)$$

因此, 如果企业并非以利润最大化为唯一目标, 而是兼顾利润最大化和市场占有率最大化, 企业的产品策略将会发生显著变化。

由于企业的产品销售量/需求的变化范围与产品的利润变化范围不同, 我们首先采用极差的方式对企业的产品需求和产品利润进行归一化处理, 即

$$D'(p, q) = \frac{D(p, q)}{\max\{D(p, q)\}} = \frac{D(p, q)}{0.9731} \quad (16)$$

$$\pi'(p, q) = \frac{\pi(p, q)}{\max\{\pi(p, q)\}} = \frac{\pi(p, q)}{0.0851} \quad (17)$$

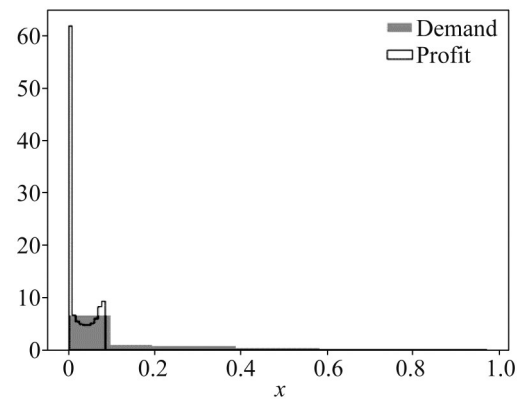
进而, 为了消除极值数据对结果的影响, 采用S型曲线对归一化处理后的数据进行二次处理^[20]。

$$D''(p, q) = \frac{1}{1 + e^{-10 \cdot (D'(p, q) - 0.50)}} \quad (18)$$

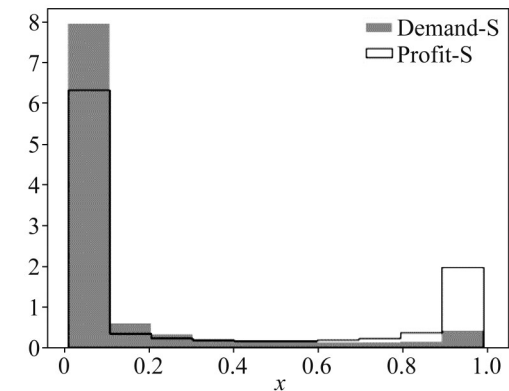
$$\pi''(p, q) = \frac{1}{1 + e^{-10 \cdot (\pi'(p, q) - 0.50)}}$$

最终, 处理后的数据分布如下。

如图8所示, 经过数据的归一化处理和预处理, 数据分布相对均匀。



(a) 数据处理前



(b) 数据处理后

图8 需求和利润数据的数据预处理

Fig. 8 Pretreatment of demand and profit data

最后, 设定企业的决策目标为

$$\max Z = \tau \cdot D''(p, q) + (1 - \tau) \cdot \pi''(p, q) \quad (19)$$

下面给出了不同参数 τ ($0 \leq \tau \leq 1.0$)值, 对应的企业产品决策和产品利润。

如图9所示, 参数 τ 取值为0或1.0时, 企业的产品决策与 $0 < \tau < 1.0$ 时的决策差异较大。

特征6: 当 $0 < \tau$ 时, 企业的产品质量设置为0.33左右。此质量水平与 $\tau=0$ 时差异较大。

特征7: 当 $\tau < 1.0$ 时, 企业的收益变化不大, 即从 $\tau=0.05$ 时的0.0781降低到 $\tau=0.95$ 时的0.0513。但是同时, 企业的需求变化却较大, 即从 $\tau=0.05$ 时的0.5872降低到 $\tau=0.95$ 时的0.8397。

根据这些数据特征, 我们可以得到以下结论:

结论7: 如果企业不仅是以利润最大化为目标, 而是也兼顾产品销售量, 那么企业能够以8%的利润损失换得超过70%的产品销售增加($\tau=0.05$)。

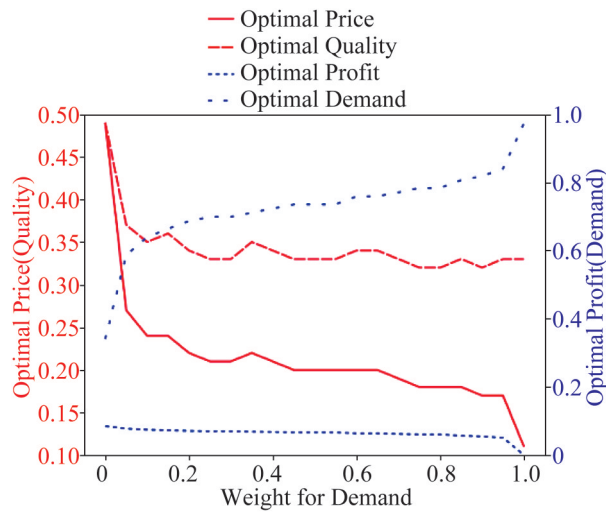


图9 决策目标对企业决策的影响

Fig. 9 Impact of decision objective on the firm's decisions

3.7 企业质量成本的影响

基准模型中, 假定企业产品生产的质量成本为 $c(q) = q^2$ 。这里, 设定不同企业的产品质量成本不同, 即:

$$c(q) = k \cdot q^2 \quad (20)$$

下面给出了不同 k 值 ($0 \leq k \leq 1.5$) 下企业的产品决策和产品利润值。

如图 10 所示, 随着产品的质量成本增加 ($k \rightarrow 1.5$), 企业采用更低的产品质量和产品价格, 且产品需求和产品收益在下降。

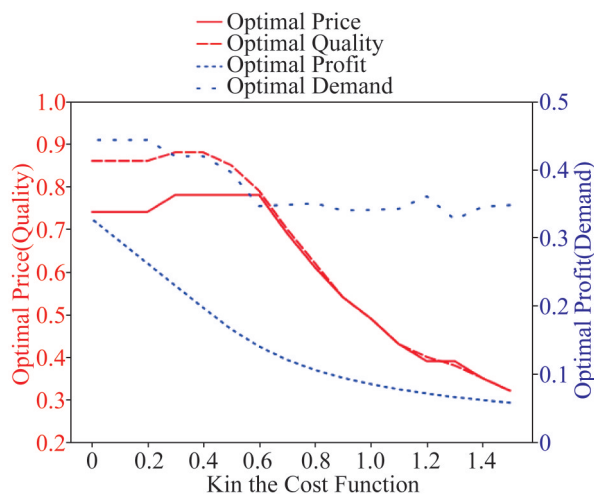


图10 产品质量成本对产品决策的影响

Fig. 10 Impact of product quality cost on the firm's decisions

特征8: 当产品质量成本较小, 即参数 $k < 0.7$ 时, 企业的产品质量和产品价格相对稳定。当质量成本较高时, 企业的最优产品质量和产品价格迅速降低。但此时, 企业的产品需求相对稳定。

特征9: 企业的产品利润随着质量成本增加而呈现指数下降。

根据以上特征, 可以得到以下结论:

结论8: 如果企业生产产品的质量成本较低, 企业能够向市场提供高质量的产品。并且, 较高的产品价格也能为市场所接受。但是, 当企业生产产品的质量成本较高时, 企业只能采取低质量、低价格的产品策略。

3.8 管理启示

通过以上模型仿真及参数分析, 并对比前人不考虑参照点效应的产品决策和产品收益, 可以得到以下启示:

(1) 当市场中消费者购买决策行为存在参照点效应, 企业将被迫提高产品质量。并且, 受产品质量成本影响, 企业也被迫提高产品的价格。最终, 企业因为产品的“高质、高价”策略引发部分顾客流失, 利润损失。

这表明企业如果不能通过其它渠道吸引消费者的产品购买, 在高额的质量成本下, 企业只能采取低质、低价的产品策略。

由于消费者决策中的参照点效应对企业产生负面影响, 得到启示为:

(2) 企业应当“教育”消费者避免在产品购买决策中存在参照点效应, 更加理性的消费者对企业更加有利。

由于消费者群体异质性对企业产生正面影响, 得到启示为:

(3) 市场中消费者异质性增强, 企业应采取“低质、低价”策略, 以“低价”吸引顾客, 并以“低质”降低成本, 从而获得更高的利润。

另外, 从企业自身的异质性分析, 不同企业得到的启示为:

(4) 如果企业不一味追求产品利润最大化, 而是综合考虑产品的销售量和销售利润, 这样企业能够以较小的“机会损失”换取更高的产品市场知名度/占有率。

(5) 如果企业已经有着良好的运营基础, 产品生产的质量成本较低时, 企业能够采取高质量、高价格策略, 并能够极大提高企业的利润水平。

4 结论

本篇论文研究当市场中消费者在社会学习行为中表现出参照点效应时, 企业的产品质量和价格决策问题。鉴于消费者复杂的决策行为, 以及消费者的异质性, 本文采用复杂系统理论中的多智能体建模方法, 构建消费者的智能体模型, 通过仿真再现消费者的决策过程。通过仿真, 进而能够求解企业的最优产品决策问题。

仿真结果表明, 消费者决策中的参照点效应对企业产生负面影响。但是, 消费者的异质性对企业有利。更重要的是, 企业能够以较小的利润代价换来更高的市场占有率, 有利于企业品牌塑造。并且, 如果企业能够降低产品生产的质量成本, 企业的回报非常丰厚。

本篇论文的不足之处在于模型中对于消费者群体的产品效用刻画中采用较为理论的反均匀分布函数形式。在现实世界中, 需要根据实际情况进行讨论。这将是下一步工作的研究方向。

参考文献

- [1] Wei Y, Xiong S, Li F. Ordering Bias with Two Reference Profits: Exogenous Benchmark and Minimum Requirement [J]. *Transportation Research Part E (S1366-5545)*, 2019, 128: 229-250.
- [2] Feldman P, Papanastasiou Y, Segev E. Social Learning and the Design of New Experience Goods [J]. *Management Science (S0025-1909)*, 2019, 65(4): 1502-1519.
- [3] Huang N, Sun T, Chen P, et al. Word-of-Mouth System Implementation and Customer Conversion: A Randomized Field Experiment [J]. *Information Systems Research (S1047-7047)*, 2019, 30(3): 805-818.
- [4] Hu M M, Yang S, Xu D Y. Understanding the Social Learning Effect in Contagious Switching Behavior [J]. *Management Science (S0025-1909)*, 2019, 65(10): 4771-4794.
- [5] Papanastasiou Y, Savva N. Dynamic Pricing in the Presence of Social Learning and Strategic Consumers [J]. *Management Science (S0025-1909)*, 2017, 63(4): 919-939.
- [6] Yu M, Debo L, Kapuscinski R. Strategic Waiting for Consumer-Generated Quality Information: Dynamic Pricing of New Experience Goods [J]. *Management Science (S0025-1909)*, 2016, 62(2): 410-435.
- [7] Ifrach B, Maglaras C, Scarsini M, et al. Bayesian Social Learning from Consumer Reviews [J]. *Operations Research (S0030-364X)*, 2019, 67(5): 1209-1221.
- [8] Crapis D, Ifrach B, Maglaras C, et al. Monopoly Pricing in the Presence of Social Learning [J]. *Operations Research (S0030-364X)*, 2017, 63(11): 3586-3608.
- [9] Scarsini M, Besbes O. On Information Distortions in Online Ratings [J]. *Operations Research (S0030-364X)*, 2018, 66(3): 597-610.
- [10] Sadler E, Lobel I. Preferences, Homophily, and Social Learning [J]. *Operations Research (S0030-364X)*, 2016, 64(3): 564-584.
- [11] Jiang B, Yang B. Quality and Pricing Decisions in a Market with Consumer Information Sharing [J]. *Management Science (S0025-1909)*, 2019, 65(1): 272-285.
- [12] Ameri M, Honka E, Xie Y. Word of Mouth, Observed Adoptions, and Anime-Watching Decisions: the Role of the Personal vs. the Community Network [J]. *Marketing Science (S0732-2399)*, 2019, 38(4): 567-583.
- [13] Zhang Y, Godes D. Learning from Online Social Ties [J]. *Marketing Science (S0732-2399)*, 2018, 37(3): 425-444.
- [14] Zhang J, Liu Y, Chen Y. Social Learning in Networks of Friends versus Strangers [J]. *Marketing Science (S0732-2399)*, 2015, 34(4): 573-589.
- [15] 卞亦文, 闫欣, 杨列勋. 社会学习视角下运营管理决策研究 [J]. *管理科学学报*, 2019, 22(5): 18-30.
Bian Yiwen, Yan Xin, Yang Liexun. Operations Management Decision Issues from the Social Learning Perspective [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2019, 22(5): 18-30.
- [16] 李锋, 魏莹. 病毒式营销策略下的损失规避报童问题 [J]. *系统管理学报*, 2020, 29(4): 816-823.
Li Feng, Wei Ying. Impact of Viral Marketing Strategies on Loss-Averse Newsvendor Problem [J]. *Journal of Systems & Management*, 2020, 29(4): 816-823.
- [17] Uppari B S, Hasija S. Modeling Newsvendor Behavior:

- A Prospect Theory Approach [J]. M&SOM (S1523-4614), 2019, 21(3): 481-500.
- [18] 李锋, 魏莹. 时序网络视角下网络舆情的演化模型研究 [J]. 系统仿真学报, 2020, 32(3): 394-403.
- Li Feng, Wei Ying. Research on Evolution Model of Online Public Opinion Based on Temporal Network [J]. Journal of System Simulation, 2020, 32(3): 394-403.
- [19] Tversky A, Kahneman D. Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty [J]. Journal of Risk and Uncertainty (S0895-5646), 1992, 5(4): 297-323.
- [20] 李锋, 魏莹. 一种改进的基于效用理论的 TOPSIS 决策方法 [J]. 系统管理学报. 2008, 17(1): 82-86.
- Li Feng, Wei Ying. An Improved TOPSIS Method Based on Utility Theory [J]. Journal of Sytem & Management, 2008, 17(1): 82-86.