

文章编号: 1003-207(2003)04-0069-04

同类异质产品市场博弈 Nash 均衡最优策略模型

姜青舫¹, 姜树元²

(1. 南京审计学院管理学系, 南京 210029; 2. 南京航空航天大学经济管理学院, 南京 210016)

摘要: 本文按照 Nash 均衡解的要求, 建立同类异质产品市场用户需求分布及效用结构模型, 导出不同定位的企业所实施竞争策略的若干最优条件, 通过计算不同策略设计下产品相应的临界功能效用值, 参与竞争的企业可找到适合于市场需求的最优决策。

关键词: 产品功能效用; 博弈; Nash 均衡; 策略

中图分类号: F714 文献标识码: A

1 引言

企业竞争力问题是近些年学术界的热门话题^[1]。从本质上看, 一个企业的竞争力, 应取决于其产品(或服务)在销售市场上与同类厂商竞争或博弈的能力。姜树元等从研究市场消费行为角度, 提出企业产品向用户提供的价值是由其功能效用值来决定的, 并运用效用函数方法^[2], 建立了产品功能及功能创新效用计量模型^[3], 使企业竞争力的量度有了严格的基础。姜青舫进一步对产品开发与功能创新的市场效用建立评估程序, 在此基础上定义了可量度企业竞争力的函数 $E(F)$, 并证明当 $E(F) > 1$ 时, 任何初始条件处于劣势的企业, 均能在同类产品市场上通过竞争战胜其对手而取得 50% 以上的市场份额^[4]。

现代企业的经营实践, 一方面要求理论上弄清产品与市场开发的重要性, 另一方面也要求有一套方法能帮助企业对所在行业的竞争格局作出分析, 以评估自己采取行动或策略的有效性。本文基于文献^[3,4] 市场效用概念, 把一行业企业间竞争视为一种博弈(Game)^[5], 按照 Nash 均衡解的要求^[6,7], 建立同类异质产品市场用户需求分布及效用结构模型, 导出均衡条件下不同定位企业所实施竞争策略的若干最优条件, 据此计算不同策略设计下产品相应的临界功能效用值, 使参与竞争的企业能制定出适合于城市市场需求的最优决策。

2 同类异质产品市场需求的效用结构

一行业的同类异质产品市场, 是不同厂商生产和销售不同商标或品牌但却具有同类使用功能属性的产品的市场。该市场上产品(包括工业用品和普遍消费品)向用户提供的价值或效用, 要由其本身所具有的两种属性来决定: 一是产品给用户或消费者提供的使用性能(及其保障), 二是超越此使用性能的与消费品位相关的所谓品牌效益与服务。本文把一产品应具备的满足消费者共有需求的一类使用性能或功能, 称为产品的基本价值功能; 而把用于满足消费者不同层次的对超越基本价值的较高品位需求和追求的一类性能或功能, 称为产品的超越价值功能。从市场需求角度看, 两种价值功能对企业产品有良好的市场属性和竞争力, 既是必要的, 又是充分的。这里, “使用性能及其保障”属于基本价值功能, 而“品牌效益与服务”则属超越价值功能。而同类异质的“质”, 特定地指所谓性能质量(performance quality), 它是产品特性及其在使用中所体现的价值水平。可以说, 任何企业向市场推出的产品, 其价值水平将由上述两类功能属性向用户提供的总效用来决定。根据文献^[3]提供的方法, 这一总效用 U 将等于

$$U = w_1 u + w_2 v. \quad (2.1)$$

式中 u 表示产品基本价值功能向用户提供的效用, v 则表示超越价值功能向用户提供的效用; w_1 和 w_2 表示用户对两种属性所具偏好(二者在用户心目中有不同重要性)的权重, 其值非负且满足

$$w_1 + w_2 = 1. \quad (2.2)$$

由于用户有各种不同需求或消费类型(即客户

收稿日期: 2003-01-07; 修订日期: 2003-05-26

资助项目: 国家自然科学基金资助项目(79860007)

作者简介: 姜青舫(1944-), 男(汉族), 四川重庆人, 教授, 研究方向: 现代效用理论、决策分析、金融数学。

经济学所称经济实惠型、功能卓越型和心理满意型),所以在同类异质产品市场上,有人很看重产品的基本价值功能(经济实惠型),有人却更看重产品的超越价值功能(功能卓越型和心理满意型)。于是对任一消费者,使用一组(两个)其和为 1 的权重 w_1 和 w_2 ,可将其纳入对产品两种价值功能具有特定程度偏好的某一类型。由于 u 和 v 代表不同的价值含义,特别是 u 体现的基本价值功能是什么类型消费者(包括高度追求超越价值 v 的消费者)都不可能忽视的,故在任何制造业产品市场上,可以有完全忽略产品超越价值功能的消费者,其 $w_2 = 0$,但却永远不会有完全忽略产品使用性能即基本价值功能的消费者,即不可能有 $w_1 = 0$ 。故在由 w_1 和 w_2 不同组合所构成的消费群体中,对所有可能组合, w_1 必有一正的最小值,记该值为 ρ_0 。于是对任何消费市场总有

$$\rho_0 \leq w_1 \leq 1. \quad (2.3)$$

不同用户尽管在经济实力、消费品位上会有差异甚至很大差异,但他们在购买产品的决策上,却总是首先看其价格是否与所提供的使用性能和品牌效益二者产生的总效用相当。 U 也称二维效用,(2.1)式表示的 $U = w_1u + w_2v$ 实际上是这种效用所遵循的加性规则^[8]。若不考虑购买地域差异,则一消费者购买这个企业还是那个企业产品,将取决于这些产品向用户提供的这种二维效用大小。

有两个企业,用代码 1 和 2 表示。二者是同一行业同类异质产品的竞争者。假设它们同时面对了对基本价值功能和超越价值功能有特定偏好的客户。其中企业 1 单位产品能向客户提供的两种价值功能的效用分别为 u_1 和 v_1 ,企业 2 的相应效用则为 u_2 和 v_2 。按(2.1)式,此客户从企业 1 单位产品中享受到的总效用 U_1 为

$$U_1 = w_1u_1 + w_2v_1; \quad (2.4)$$

而从企业 2 单位产品中享受到的总效用 U_2 则为

$$U_2 = w_1u_2 + w_2v_2. \quad (2.5)$$

两式中带下标的 u 和 v , 既从性质上表示了企业产品不同类属功能带给客户需求上的满足性,也以数值的形式在量上刻画了这种满足性大小。基于 von Neumann 期望效用理论, u (和 v) 已作为一种函数即效用函数在许多问题的解决中起到了关键作用。文献[2, 3, 4]已证明,在功能效用的分析计算中,如果采用作者提供的效用函数计算式,选定效用原点和比例单位,并使自变量(功能量值)正规化,则对任何类属的功能,当其取最高水平值时其效用值必为

1,取最低水平值时其效用值必为 0,介于最高与最低水平间其效用值必在 0 和 1 之间。反之,一功能之效用值等于 1,其必达到了最理想标准;效用值为 0,其必降到了最差水平;在 0 和 1 之间,则显示其并不最差但也不最好。

3 消费类型临界点及分布模型

一消费者面对有购买意向的产品,如果他(她)了解和掌握与此类产品制造、销售和使用等有关的信息,并使之能在已有经验上透过对现实产品的感受而产生一种合理的预期,这种预期使之能构想出自己所梦想与追求的此一产品的完美功能形态,并通过权衡而确定对获得此一完美产品愿意付出的金额,那么,我们便把该消费者这种在心理上构想的完美功能形态,称为该类产品的消费完美预期;而把为获得此一单位完美预期产品而愿付出的金额,称为该类产品的消费完美预期价值。

显然,完美预期产品各层次、各类别的功能向消费者贡献的效用均等于 1,从而其总效用也将等于 1。用 Ω 表示客户对一单位产品的消费完美预期价值,它是对效用值等于 1 的单位产品愿付的购买金额。由于效用值等于 0 的产品人们只愿付 0 元的金额,于是在客户出价意愿随产品效用值递增而线性递增(所谓一分钱一分货)的假设下,客户对效用值等于 U_1 (或 U_2) 的单位产品所愿意付出的购买金额必等于 $U_1\Omega$ (或 $U_2\Omega$)。

用 p_1, p_2 分别表示企业 1 和 2 的单位产品价格,那么客户购买企业 1 而不是企业 2 的产品,当且仅当

$$U_1\Omega - p_1 > U_2\Omega - p_2; \quad (3.1)$$

客户购买企业 2 而不是企业 1 的产品,当且仅当

$$U_1\Omega - p_1 < U_2\Omega - p_2; \quad (3.2)$$

客户在购买企业 1 和企业 2 的产品之间无偏向,当且仅当

$$U_1\Omega - p_1 = U_2\Omega - p_2. \quad (3.3)$$

把(2.4)和(2.5)式代入(3.1)式,并考虑到 $w_1 + w_2 = 1$,可从此不等式解得

$$w_1 > \frac{1}{\Omega} \cdot \frac{\Omega(v_2 - v_1) + (p_1 - p_2)}{(u_1 - u_2) + (v_2 - v_1)},$$

$$\text{当 } (u_1 - u_2) + (v_2 - v_1) > 0. \quad (3.4)$$

或

$$w_1 < \frac{1}{\Omega} \cdot \frac{\Omega(v_2 - v_1) + (p_1 - p_2)}{(u_1 - u_2) + (v_2 - v_1)},$$

$$\text{当 } (u_1 - u_2) + (v_2 - v_1) < 0. \quad (3.5)$$

这是客户购买企业 1 而不是企业 2 产品的充要条件。用同样方式解不等式(3.2)可得

$$w_1 < \frac{1}{\Omega} \cdot \frac{\Omega(v_2 - v_1) + (p_1 - p_2)}{(u_1 - u_2) + (v_2 - v_1)},$$

当 $(u_1 - u_2) + (v_2 - v_1) > 0$. (3.6)

或

$$w_1 > \frac{1}{\Omega} \cdot \frac{\Omega(v_2 - v_1) + (p_1 - p_2)}{(u_1 - u_2) + (v_2 - v_1)},$$

当 $(u_1 - u_2) + (v_2 - v_1) < 0$. (3.7)

这是客户购买企业 2 而不是企业 1 产品的充要条件。而对等式(3.3), 则将解出 w_1 的唯一值, 记之为 w_1^0 , 即

$$w_1^0 = \frac{1}{\Omega} \cdot \frac{\Omega(v_2 - v_1) + (p_1 - p_2)}{(u_1 - u_2) + (v_2 - v_1)}. \quad (3.8)$$

这是客户在购买企业 1 和企业 2 的产品之间无偏向的充要条件。

从以上结果可推断: 如果一个同类异质产品市场的客户有相同的消费完美预期价值 Ω 和相同效用函数(这两个条件在工业品市场特别是工业机械专用设备市场尤其容易得到满足), 则所有客户都将按其两种价值功能的不同重视程度(按系数 w_1 和 w_2 来区分)而被系统地划分为企业 1 或企业 2 的购买者。由于(3.8), 当客户有 $w_1 = w_1^0$ 时被认为对两个企业产品的购买意愿相同。于是在 $(u_1 - u_2) + (v_2 - v_1) > 0$ 条件下, 那些权重系数 $w_1 > w_1^0$ 的客户必属于企业 1 的购买者, 而 $w_1 < w_1^0$ 的客户必属于企业 2 的购买者; 当 $(u_1 - u_2) + (v_2 - v_1) < 0$ 则出现相反情形, 即 $w_1 < w_1^0$ 的客户属于企业 1 的购买者, 而 $w_1 > w_1^0$ 的客户属于企业 2 的购买者。一旦市场上的消费者对不同价值功能的重视程度呈现均匀分布时, 由(3.8)式决定的 w_1^0 值便对两个企业的购买者做出了划分。因此, w_1^0 值及其经济意义, 便成了企业在市场上竞争时须着重考虑的最重要因素, 它是决定企业竞争性销售成败的关键指标。

4 市场博弈 Nash 均衡策略模型

在同类异质产品市场上, 任两个企业按其产品在基本价值功能上的效用差 $(u_1 - u_2)$ 和在超越价值功能上的效用差 $(v_2 - v_1)$, 可被区分为“经济实惠型”产品供应商和“功能卓越型”产品供应商。而当有效需求总量一定, 且客户对基本价值功能和超越价值功能的不同偏好 (w_1 和 w_2) 使得对不同产品的购买数量呈均匀分布时, 则 w_1^0 值越小, 功能卓

越型产品购买数量越少而经济实惠型产品购买数量越多; 反之, w_1^0 值越大, 功能卓越型产品购买数量越多而经济实惠型产品购买数量越少。这样, 只要市场上的竞争者由不同性质的供应商组成, 那么它们的竞争策略就必将集中在如何按照方程(3.8)的结构来试图影响 w_1^0 值的大小。由于(3.8)式含有价格变量, 于是企业不仅可通过调整产品功能及其价值匹配得到最优的 u_1 和 v_1 (或 u_2 或 v_2), 而且可通过价格策略产生合适的 p_1 (或 p_2) 以争夺市场份额。

用 N 表示一同类异质产品市场的有效需求总量, 它由经济实惠型产品需求数量 n_1 和功能卓越型产品需求数量 n_2 组成, $N = n_1 + n_2$ 。在现实市场中, 需求总量 N 应按客户对基本价值功能(或超越价值功能)的偏好权重 w_1 (或 w_2) 大小呈均匀分布。但因(2.3), $\rho_0 \leq w_1 \leq 1$, 故有 $n_1 = N(1 - w_1^0)/(1 - \rho_0)$, $n_2 = N(w_1^0 - \rho_0)/(1 - \rho_0)$ 。

用 c_1 和 c_2 分别表示企业 1 和企业 2 的单位产品成本, π_1 和 π_2 分别表示企业 1 和企业 2 的利润, 按照上节最后获取的关于客户在竞争企业间划分的结果, 当 $(u_1 - u_2) + (v_2 - v_1)$, 容易得到

$$\pi_1 = (p_1 - c_1)n_1 = (p_1 - c_1) \cdot \frac{1 - w_1^0}{1 - \rho_0} \cdot N, \quad (4.1)$$

$$\pi_2 = (p_2 - c_2)n_2 = (p_2 - c_2) \cdot \frac{w_1^0 - \rho_0}{1 - \rho_0} \cdot N. \quad (4.2)$$

而当 $(u_1 - u_2) + (v_2 - v_1) < 0$, n_1 和 n_2 的企业购买为相反情形, 即

$$\pi_1 = (p_1 - c_1)n_2 = (p_1 - c_1) \cdot \frac{w_1^0 - \rho_0}{1 - \rho_0} \cdot N, \quad (4.3)$$

$$\pi_2 = (p_2 - c_2)n_1 = (p_2 - c_2) \cdot \frac{1 - w_1^0}{1 - \rho_0} \cdot N. \quad (4.4)$$

对(4.1)式中的 w_1^0 值使用(3.8)式, 则可得到

$$\pi_1 = \frac{p_1 - c_1}{1 - \rho_0} \cdot \left[1 - \frac{1}{\Omega} \cdot \frac{\Omega(v_2 - v_1) + (p_1 - p_2)}{(u_1 - u_2) + (v_2 - v_1)} \right] N. \quad (4.5)$$

对 p_1 求一阶导数并令其为 0, 便有 $\Omega(u_1 - u_2) + p_2 + c_1 - 2p_1 = 0$, 从中可解得

$$p_1 = \frac{\Omega(u_1 - u_2) + p_2 + c_1}{2}. \quad (4.6)$$

不难验证 π_1 对 p_1 的二阶导数为负, 因此(4.6)式表示的 p_1 必然是使利润 π_1 达极大值的价格。对于企

业 2, 我们可同样对(4. 2) 式中的 w_1^0 值使用(3. 8) 式, 再对 p_2 求一阶导数并令其为 0, 然后可解得

$$p_2 = \frac{\Omega(1-\rho_0)(v_2-v_1)-\rho_0(u_1-u_2)]+p_1+c_2}{2} \tag{4. 7}$$

将(4. 6) 和(4. 7) 联立, 可解得 Nash 均衡条件下作为企业 1 和企业 2 最优策略的价格分别为:

$$p_1^* = \frac{\Omega(1-\rho_0)((u_1-u_2)+(v_2-v_1))+(u_1-u_2)]+2c_1+c_2}{3} \tag{4. 8}$$

和

$$p_2^* = \frac{\Omega(1-2\rho_0)((u_1-u_2)+(v_2-v_1))+(v_2-v_1)]+c_1+2c_2}{3} \tag{4. 9}$$

企业 1 和企业 2 在市场上使用价格策略进行博弈所产生的 Nash 均衡, 意味着二者若选择以上的销售价格, 那么都将获得竞争条件下的最大利润。将(4. 8) 和(4. 9) 的结果分别代入(4. 3) 和(4. 4) 式并使用(3. 8) 式, 便可得到市场竞争中企业 1 和企业 2 价格策略博弈 Nash 均衡状态下的最大化利润值

$$\pi_1^* = \frac{[\Omega(1-\rho_0)((u_1-u_2)+(v_2-v_1))+(u_1-u_2)]-c_1+c_2]^2}{9\Omega(1-\rho_0)[(u_1-u_2)+(v_2-v_1)]} \cdot N \tag{4. 17}$$

和

$$\pi_2^* = \frac{[\Omega(1-2\rho_0)((u_1-u_2)+(v_2-v_1))+(v_2-v_1)]-c_1+c_2]^2}{9\Omega(1-\rho_0)[(u_1-u_2)+(v_2-v_1)]} \cdot N \tag{4. 18}$$

5 讨论

方程(4. 8) 和(4. 9) 决定了竞争企业的最优价格, 同时也决定了它们在竞争条件下的最大化利润 π_1^* 和 π_2^* 。我们注意到, 方程(4. 17) 和(4. 18) 中除了 N , Ω , ρ_0 三个变量主要由市场决定外, 其余六个变量可分两组(u_1, v_1, c_1 和 u_2, v_2, c_2), 均由企业 1 和 2 的竞争行为所决定。于是企业的产品设计和创

新, 均可按照方程(4. 17) 或(4. 18) 的结构来调整不同功能属性的匹配; 通过合理分摊制造成本 c_1 (或 c_2), 使产品形成 u_1 与 v_1 (或 u_2 与 v_2) 的最优构成, 便可进一步提高(4. 17) 或(4. 18) 决定的最大化利润。因此本文提供的模型不仅适用于企业制定竞争中的价格策略, 更重要的, 它可对竞争中的企业制定适合于市场需求的产品策略提供依据。关于产品 u_1 与 v_1 (或 u_2 与 v_2) 最优构成的讨论, 可参见^[3, 4]。

由于本文模型是在市场需求总量 N 按客户对基本价值功能(或超越价格功能) 的偏好权重 w_1 (或 w_2) 呈均匀分布条件下导出, 这对某些工业品市场可能是一过强的假设, 故这种情况下运用模型最好能就实际分布做某些修正。此外, 同类异质产品市场的客户有相同的消费完美预期价值 Ω 和相同的效用函数, 这一条件对某些日常消费品可能也属较强假设, 这在使用模型时也需引起注意。

参考文献:

- [1] Hamel, G. and A. Heene, Competence- Based Competition [M]. John Wiley and Sons, 1994.
- [2] 姜青舫. 含随机参数非线性方程组解的存在性、唯一性及算法与效用函数计算公式的导出[J]. 高等学校计算数学学报, 2002, 22(3): 273- 282.
- [3] 姜树元, 姜青舫. 基于现代效用的产品功能评估模型与方法[J]. 系统工程, 2001, 16(6): 1- 5.
- [4] 姜青舫. 企业竞争力数理分析[J]. 科研管理, 2001, 22(4): 56- 64.
- [5] von Neumann, J. and O. Morgenstern, Theory of games and economic behavior[M]. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1947.
- [6] Nash, J. F, Noncooperative Games[J]. Annals of Mathematics, 1951, 54: 289- 295.
- [7] Nash, J. F, Two - Person Cooperative Games[J]. Econometrica, 1953, 21: 128- 140.
- [8] Keeney. R. L., Multiplicative Utility Functions[J]. Operations Research, 1974, 22: 22- 34.

Nash Equilibrium Game Model on Firm's Optimal Strategy in Heterogeneous Market

JIANG Qing-fang¹, JIANG Shu-yuan²

(1. Department of Management, Audit Institute, Nanjing 210029, China;

2. School of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: On the basis of Nash equilibrium condition, this paper constructs the model of consumers' demand and distribution and utility structure, and derives distinct firm's optimal strategy in games. Firm's optimal decisions are searched by calculating critical utility functional values of product function on various strategies.

Key words: utility of product function; game; Nash equilibrium; strategy