

寡头市场信息产品与服务的最优定价策略^①

王春苹, 南国芳*, 李敏强, 寇纪淞
(天津大学管理与经济学部, 天津 300072)

摘要: 在信息产品与服务竞争性市场中, 信息产品及附加服务的定价策略日渐成为信息产品提供商关心的首要问题. 而以往的研究多集中于单一信息产品的定价策略, 没有统一考虑产品的后续服务, 且假设消费者的网络外部性强度相同. 分析了异质消费者和双寡头垄断市场, 针对基础信息产品和附加服务的定价策略选择问题, 建立了双寡头垄断市场中两个企业的捆绑销售和分别销售策略的博弈模型, 使得双寡头企业通过4种局势下的策略选择实现收益最大化的定价策略. 同时, 将差异化网络外部性强度系数引入 Hotelling 模型, 计算企业的需求函数和收益函数, 并采用两阶段 Bertrand 博弈分析两个企业的定价策略和竞争行为. 通过模型求解, 得到4种局势下两家企业的最优定价解析解. 通过数值模拟分析了潜在消费者的构成比例及市场规模对企业定价、市场占有率和最优收益产生的影响, 以及不同成本和市场规模组合下企业的最优定价策略.

关键词: 网络外部性; 异质消费者; 定价策略; 双寡头垄断市场; 信息产品; 信息服务

中图分类号: F49 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2016)03-0092-15

0 引言

随着经济的快速发展, 很多信息产品企业日渐形成寡头竞争的市场格局. 如国际上提供大型企业管理软件的 SAP 和 Oracle, 而国内则有提供企业版办公软件的 Microsoft 和金山, 以及收费杀毒软件中的卡巴斯基与瑞星杀毒等. 企业间的竞争也逐渐由传统的产品竞争转变为附加服务的竞争. 附加服务作为基础产品的互补产品, 能够增加消费者效用, 在竞争中的作用逐渐引起企业的重视. 附加服务的形式也发生变化, 售后服务作为附加服务的重要表现形式, 部分售后服务逐渐由传统的的服务方式转化为在线的服务方式. 如卡巴斯基提供在线救援服务, 主要包括电脑工程师专业服务, 网银安全执行服务, 人工杀毒服务, 能够用于提高客户服务质量. 同样瑞星也为选择企业产

品的用户提供在线售后服务, 包括专家门诊、邮件服务及短信和热线服务等.

另一种在线附加服务表现形式则为在线社区服务^[1], 是个提供消费者交流平台, 能够间接地提高消费者效用. 在线社区一般表现为博客、p2p 文件共享、社交网站等形式. 在线服务与传统服务最大的区别是在线服务表现出很强的网络外部性, 即消费者的效用值随着选择社区的群体数量的增加而增大. 目前更多的企业倾向于以提供在线服务的形式来提高企业竞争力, 如 SAP 和 Oracle 提供了具有较强网络外部性的社区服务 (www.sdn.sap.com / www.blogs.oracle.com). 实际上, 消费者在个性特征及社会环境等方面的主观条件千差万别, 消费者偏好往往存在差异性, 主要表现为不同的消费者对同一产品的喜好程度不同, 或者消费者的理想产品定位存在差异. 且消

^① 收稿日期: 2014-01-09; 修订日期: 2014-10-27.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71271148; 71471128).

通信作者: 南国芳(1975—), 男, 河北正定人, 博士, 教授, 博士生导师. Email: gfnan@tju.edu.cn

消费者对附加服务的评价及选择也不尽相同,如卡巴斯基往往提供收费的附加服务,而部分消费者则不选择消费这一服务。以电子产品商店中消费者的购买行为为例,部分消费者购买电子产品后,会选择支付一定费用以得到更多的售后服务,而其他消费者不会选择这一服务。

以往关于寡头企业定价问题的研究多局限于单一产品的定价,部分学者专注于寡头企业产量和价格博弈问题的研究^[2],也有学者研究了寡头企业质量竞争^[3]、定价策略选择^[4]和定位竞争问题^[2],但忽略了对附加服务的考虑。随着互补产品的兴起与发展,互补产品对基础产品定价的影响越来越大,先后有学者研究了互补产品定价问题^[5-6],但只考虑了单一寡头垄断市场的情形,忽略了竞争环境下多家企业均提供互补产品的情况。同时,附加服务具有较强的网络效应,而以往关于存在网络效应条件下寡头企业产品的定价问题研究,多数集中于存在网络效应条件下的企业定价问题^[7-8],也有学者研究了企业兼容性决策问题^[9],大多假设消费者具有相同的网络效应,但实际上消费者的效用和偏好往往存在较大差异。而关于寡头企业附加服务定价的研究中,部分研究未考虑网络效应的影响^[10],也有学者考虑了网络效应的影响,但忽略了消费者的差异性^[11]。

以往的研究并没有很好地解决寡头垄断企业的信息产品和附加服务竞争定价问题,本文将对消费者关于网络效应存在差异时,提供基础产品及附加服务的寡头企业定价问题进行研究,分析消费者构成对企业定价及最优收益的影响,并主要分析不同成本条件下企业定价策略选择问题。通过构建两阶段的 Hotelling 竞争模型,求得两家企业在 4 种局势下的关于价格的需求函数表达式,并求解两家企业收益最大化问题,得到企业在每种策略局势下的最优定价解析解。最后通过数值模拟试验的方法,以二维图的方式直观展示并进行分析。

1 相关工作

寡头垄断市场是种由少数几家企业主导的市场,企业处于激烈的竞争状态。关于寡头企业定价

策略的研究多数集中于博弈分析、策略选择、质量及定位竞争等问题。Baake 和 Boom^[9]研究了寡头企业以质量和价格为决策变量的 4 阶段博弈问题,并分析了不同策略下的市场均衡;继而 Zanchettin^[11]比较分析了成本差异化寡头企业的 Bertrand 均衡和古诺均衡,发现采用 Bertrand 博弈实现企业竞争时,企业均得到较高的收益。慕银平等^[4]分析了企业定价策略选择问题,研究了存在中间产品的寡头竞争外部市场的企业集团转移定价决策问题,并对企业分别采取单一定价和差别定价的最优转移价格进行比较分析。Matsubayashi^[3]从微观经济学的角度分析寡头企业价格和质量竞争问题,发现在质量敏感市场中,企业间的产品差异化程度越高,企业利润越大,并且消费者福利也越多。之后 Liang 等^[2]研究了寡头企业歧视定价及最优定位问题,分别以产量和价格为决策变量,对企业最优定位的差异进行分析。以上研究均是关于寡头企业中定价、决策分析及收益等问题的,但仅限于单一产品的定价及决策问题,没有考虑到提供多种产品的寡头企业的定价问题。而现实的寡头市场中,企业间的竞争逐渐转变为附加服务的竞争,企业面临着多种产品的定价问题。

关于寡头企业服务定价问题的研究较少,Etzion 和 Pang^[1]在其工作中研究了寡头企业的附加服务定价问题,考虑了两家企业附加服务具有不同网络效应强度的情况,并没有对消费者异质情况下企业的收益及定价进行求解及分析。消费者的偏好也存在差异,谢家平和王爽^[12]研究了消费者偏好市场下企业最优生产决策问题,沈铁松等^[10]研究了寡头制造厂商的产品延伸服务定价,分析了产品销售及延伸服务的两阶段竞争问题,并证明博弈均衡解的存在性与唯一性,但均没有考虑网络效应的影响。

关于网络效应的研究,大多分析其对企业决策及定价的影响。Baake 和 Boom^[9]对存在网络效应条件下,寡头企业兼容性决策问题进行了研究,其中,两家企业提供的产品存在质量差异,且研究发现企业选择兼容时均获得较高的收益。帅旭和陈宏民^[7]通过两阶段的 Hotelling 模型,分析了具有网络效应条件下寡头企业竞争战略。Griva 和 Vettas^[8]分析了基于产品的网络效应下企业定价

竞争问题,分别讨论了消费者预期是否受价格影响两种情况下的市场均衡.为了在定价模型中充分考虑网络效应,Hajji等^[13]提出了更好适应网络效应的动态定价模型,并将该模型应用于ERP系统定价.在网络效应对市场均衡影响的研究中,万兴和高觉民^[14]提出纵向差异化双边市场模型,讨论了垄断和寡头两种市场结构下的均衡特征.上述研究均分析了网络效应对寡头企业定价及决策的影响,并假设消费者关于网络效应具有相同的反应强度,但实际上消费者关于网络效应强度往往存在较大差异.同样也有学者考虑了网络效用对个体采纳行为的重要影响,赵保国和余宙婷^[15]基于网络效应从个体微观层面研究竞争性产品扩散问题的研究.

总之,以往关于寡头企业的研究中,多数集中于单一产品定价,仅有少数的学者关注于网络效应条件下寡头垄断企业附加服务定价问题的研究,仅考虑了消费者关于网络效应具有同质特性的情况,且已有研究未能精确求出产品最优定价的解析解.本文将对寡头市场中信息产品及服务定价问题进行研究,考虑了消费者关于网络效应的差异性,并求解出不同定价策略局势下企业最优定价的解析解;采用了数值模拟的方法,分析市场构成因素对企业最优定价、市场占有率和最优收益的影响,并分析了企业定价策略的选择问题.

2 基本假设

双寡头垄断市场中,企业A和企业B均提供基础产品和附加服务,两家企业进行销售策略和定价竞争,且分别位于长度为1的“线性城市”^[16]的两端0点和1点,即 $x_A = 0, x_B = 1$ ^[3].考虑到信息产品固定成本较高且边际成本为零的特点,两家企业的基础产品边际成本均为0,而附加服务的边际成本分别为 c_1 和 c_2 ^[17].本文仅考虑寡头企业的产品和附加服务具有同质特性的情况,即两家企业提供的产品和服务可替代且同质,同时服务具有相同的边际成本 $c_1 = c_2 = c$.两家企业仅仅具有“线性城市”中位置的差异.

市场中消费者总数为 N ,且每位消费者对产品和附加服务均为单位需求^[18,19].消费者对两家

企业的产品有相同的评价价值 v ,而对企业 $j(j = A, B)$ 附加服务评价价值为 $um + un_j$,其中 u 代表消费者类型,而 n_j 表示选择企业 j 附加服务的消费者总数, m 为附加服务的内在价值,且两家企业的附加服务具有相同的内在价值.根据消费者对附加服务评价价值不同,将消费者分为两类, aN 数量的消费者为第一类用户,其对服务的边际评价价值和边际网络效用值为 u_1 ,即 $u = u_1$,而剩余的 $(1 - a)N$ 的消费者为第二类,有 $u = u_2$,且 $0 < a < 1, u_1 > u_2 > 0$,即第一类用户对服务和网络效用的评价价值较高.同时消费者偏好存在差异,消费者的偏好程度 $x_i(x_i \in [0, 1], i = 1, 2)$ 为均匀分布在“线性城市”内的随机变量^[19].当消费者购买的产品区别于理想产品时,会产生效用损失^[3].偏好为 x_i 的用户选择企业A的效用损失为 $t(x_i - 0)$;而选择企业B时,消费者的效用损失为 $t(1 - x_i)$,其中 t 为单位效用损失^[20],也表明消费者对产品服务差异的敏感程度^[21].

3 模型构建

3.1 博弈模型

假设企业A和企业B提供同质的产品和附加服务,并通过两阶段博弈实现定价竞争^[5,22].第一阶段寡头企业同时选择销售策略,即捆绑销售^[23,24]和分别销售.前者将产品和服务打包出售,并制定一个价格,购买产品的用户必须选择服务,否则不进行购买行为;后者则为产品和服务分别定价,消费者在购买产品的同时,可以选择是否消费服务.企业通过销售策略决策可形成4种策略局势:1)企业均选择分别销售的方式(用SS或(S,S)表示);2)企业A采取分别销售,而企业B选择捆绑销售(SB或(S,B));3)企业A和企业B均采用捆绑销售(BB或(B,B));4)企业A采取捆绑销售,而企业B采取分别销售(BS或(B,S)).企业的收益矩阵即为4种销售策略局势下的最优收益函数,如表1所示.第二阶段企业确定最优定价,企业在已知销售策略选择的前提下,通过求解收益最大化问题,确定产品和附加服务的最优定价.而企业往往采取逆向求解的方法,以确定实现收益最大化的销售策略和最优定价.

表 1 寡头企业定价博弈的收益矩阵

Table 1 The pay-off matrix of pricing game

	企业 B 捆绑销售	企业 B 分别销售
企业 A 捆绑销售	(π_{BB}^A, π_{BB}^B)	(π_{BS}^A, π_{BS}^B)
企业 A 分别销售	(π_{SB}^A, π_{SB}^B)	(π_{SS}^A, π_{SS}^B)

3.2 效用函数

消费者的效用受产品内在价值和附加服务价值的影响. 产品的内在价值为 v , 即消费者购买产品时获得的效用. 而附加服务的价值^[25]由两部分组成, 一是独立价值 m , 第 i 类消费者选择服务获得的固定价值为 $u_i m$, 不受其他消费者购买行为的影响. 二是网络效应部分 $u_i n_j$, 与消费者类型及其他消费者的购买行为相关. 企业无论选择捆绑销售还是分别销售, 若两类用户均选择附加服务, 则两种销售策略没有差别. 为实现销售策略的差异性, 假设第 1 类用户始终选择服务, 而第 2 类用户由于服务效用值较低, 当企业选择分别销售时仅购买产品. 实现这一假设需满足两个激励相容条件^[17]

$$u_1 m + u_1 n_{1j} > f_j \quad (1)$$

$$u_2 m + u_2 (n_{1j} + 1) < f_j \quad (2)$$

其中 n_{1j} 为第 1 类用户中选择企业 j 的消费者总数; f_j 为企业 j 采取分别销售时服务定价.

同时, 消费者的效用还受企业定价及消费者偏好的影响, 第 i 类用户中, 偏好为 x_i 的消费者选择不同企业(以下标 A、B 分别表示选择 A 企业或 B 企业)的效用函数分别为

$$U_{iA} = v + y_i (u_i m + u_i n_A) - p_1 - t(x_i - x_A) \quad (3)$$

$$U_{iB} = v + y_i (u_i m + u_i n_B) - p_2 - t(x_B - x_i) \quad (4)$$

其中 y_i 取值为 0 或 1 (0 表示第 i 类用户仅购买产品, 而 1 表示用户同时购买产品和服务), 由于第一类消费者对附加服务评价价值较高, y_1 恒等于 1, 而当企业采取捆绑销售策略时, $y_2 = 1$, 当企业选择分别销售策略时, 第二类用户仅购买产品, 即 $y_2 = 0$; n_A 和 n_B 分别表示选择企业 A 和企业 B 附加服务的消费者总数, 当企业 j 选择捆绑销售时,

$$n_j = \sum_{i=1}^2 n_{ij}, \text{ 而当企业 } j \text{ 选择分别定价时 } n_j = n_{1j},$$

其中 n_{ij} 为第 i 类用户中选择企业 j 的消费者总数; $t(x_i - x_A)$ 和 $t(x_B - x_i)$ 表示第 i 类用户中偏好为 x_i 的用户效用损失; p_1 表示企业 A 的定价, 当企业采取分别销售时 $p_1 = p_A + f_A$, p_A 及 f_A 分别为企业 A 的产品和附加服务定价. 当企业 A 采取捆绑销售时 $p_1 = p_a$, p_a 为企业 A 的捆绑定价. p_2 表示企业 B 的定价, 当其采取分别销售时 $p_2 = p_B + f_B$, p_B 和 f_B 代表企业 B 采取分别销售时的产品和附加服务的定价, 当企业 B 采取捆绑销售时, $p_2 = p_b$, p_b 为企业 B 的捆绑价格.

3.3 需求函数和收益函数

图 1 描述了第 i 类用户的偏好分布及企业选择, 其中 \hat{x}_i 表示第 i 类用户中的偏好无差异点, 即偏好特性为 \hat{x}_i 的消费者选择两家企业得到相同的效用值. 每种策略局势下存在不同的偏好无差异点. 根据 3.2 节中两类用户的效用函数 (3) 和 (4), 并由 $U_{iA}(\hat{x}_i) = U_{iB}(\hat{x}_i)$, 分别求得 4 种局势下两类用户的偏好无差异位点, 如表 2 所示. 具体求解过程见附录 1.

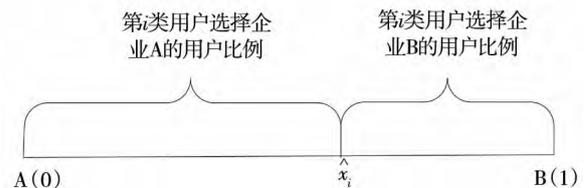


图 1 第 i 类消费者偏好分布

Fig. 1 Distribution of consumer preferences in group i

根据偏好无差异点能够得到企业的需求函数, 总结如下:

1) 当企业 j 采取分别销售策略时, 产品的需求函数为 $\sum_{i=1}^2 n_{ij}$, 服务的需求函数为 $n_j = n_{1j}$;

2) 当企业 j 选择捆绑销售时, 产品的需求函数与服务的需求函数相同, 均为 $n_j = \sum_{i=1}^2 n_{ij}$. 其中 $n_{1A} = aN\hat{x}_1$, $n_{1B} = aN(1 - \hat{x}_1)$, $n_{2A} = (1 - a)N\hat{x}_2$, $n_{2B} = (1 - a)N(1 - \hat{x}_2)$.

由企业的定价及需求函数, 得到 4 种销售策略局势下两家企业的收益函数, 如表 3 所示. 用于求解两家企业的最优定价, 及企业最优销售策略的选择.

表2 偏好无差异位点

Table 2 Location of indifferent customer

策略	第一类用户偏好无差异 \hat{x}_1	第二类用户偏好无差异 \hat{x}_2
SS	$\frac{p_B + f_B - p_A - f_A + T_3}{2T_3}$	$\frac{p_B - p_A + t}{2t}$
SB	$\frac{(\beta_3 + T_4)(p_b - p_a) - T_4 f_A + T_4 T_1 - \beta_3 T_2}{(2T_3 T_4 - \beta_2 \beta_3)}$	$\frac{(\beta_2 + 2T_3)(p_b - p_a) - \beta_2 f_A + \beta_2 T_1 - 2T_3 T_2}{(2T_3 T_4 - \beta_2 \beta_3)}$
BS	$\frac{(\beta_3 + T_4)(p_B - p_a) + T_4 f_B + T_3 T_4 + \beta_3(u_2 m + t)}{2T_4 T_3 - \beta_2 \beta_3}$	$\frac{(\beta_2 + 2T_3)(p_B - p_a) + \beta_2 f_B + \beta_2 T_3 + 2T_3(u_2 m + t)}{2T_4 T_3 - \beta_2 \beta_3}$
BB	$\frac{(T_3 + \beta_3)(p_b - p_a) + T_3 T_1 + \beta_3 T_1'}{2(T_3 T_3' - \beta_2 \beta_3)}$	$\frac{(T_3 + \beta_2)(p_b - p_a) + T_1' T_3 + \beta_2 T_1}{2(T_3 T_3' - \beta_2 \beta_3)}$

注: 式中 $\beta_1 = aNu_1, \beta_2 = aNu_2, \beta_3 = (1-a)Nu_1, \beta_4 = (1-a)Nu_2, T_1 = t - Nu_1, T_2 = u_2 m + \beta_2 + \beta_4 - t, T_3 = t - \beta_1, T_4 = 2t - \beta_4, T_5 = 2t - a\beta_3, T_1' = t - Nu_2, T_3' = t - \beta_4.$

表3 收益函数

Table 3 The function of profit

	企业 B 捆绑定价(p_b)	企业 B 分别定价(p_B, f_B)
企业 A 捆绑定价(p_a)	$\pi_A = (n_{1A} + n_{2A})(p_a - c)$ $\pi_B = (n_{1B} + n_{2B})(p_b - c)$	$\pi_A = (n_{1A} + n_{2A})(p_a - c)$ $\pi_B = n_{1B}(p_B + f_B - c) + n_{2B}p_B$
企业 A 分别定价(p_A, f_A)	$\pi_A = n_{1A}(p_A + f_A - c) + n_{2A}p_A$ $\pi_B = (n_{1B} + n_{2B})(p_b - c)$	$\pi_A = n_{1A}(p_A + f_A - c) + n_{2A}p_A$ $\pi_B = n_{1B}(p_B + f_B - c) + n_{2B}p_B$

4 模型求解与分析

4.1 模型求解

寡头垄断企业定价竞争过程中, 首先进行销售策略博弈, 然后根据销售策略的选择, 确定实现收益最大化的最优定价. 采用逆向求解的方法对模型进行求解, 首先确定 4 种销售策略局势下企业的最优定价, 从而得到最优收益矩阵(如表 1), 然后根据最优收益矩阵确定企业销售策略选择.

考虑到企业销售策略选择的不同, 可能形成 4 种策略局势, 且不同局势下的企业最优定价不尽相同, 但求解过程大致相同, 仅以 BS 销售策略

局势为例, 根据收益最大化理论, 对企业的最优定价进行求解.

分别求解两家企业以收益最大化为目标函数的规划问题

$$\max \pi_A = (n_{1A} + n_{2A})(p_a - c) \quad (5)$$

$$\max \pi_B = n_{1B}(p_B + f_B - c) + n_{2B}p_B \quad (6)$$

分别以式(5)和式(6)对企业定价求偏导, 并令

$$\frac{\partial \pi_A}{\partial p_a} = 0, \frac{\partial \pi_B}{\partial p_B} = 0, \frac{\partial \pi_B}{\partial f_B} = 0$$

联立求得两家企业在 BS 定价策略局势下的最优定价, 其中, 企业 A 的最优捆绑价格为 p_{BS}^A , 而企业 B 最优产品和服务定价分别为 p_{BS}^B 和 f_{BS}^B , 其中

$$p_{BS}^A = \frac{[4T_4 T_5 - a(2t + T_4 + \beta_3)^2]G_1' + [2atT_5 - aT_3(T_4 + \beta_3)]G_3' + 2[T_4 T_5 - at(2t + T_4 + \beta_3)]G_2'}{T_5 [6T_4 T_5 - 8at(T_4 + \beta_3) - 4at^2 - a(T_4 + \beta_3)^2]} \quad (7)$$

$$p_{BS}^B = \frac{[4T_4 T_5 - 4at(T_4 + \beta_3) - 2a(T_4 + \beta_3)^2]G_1' + [8T_4 T_5 - 4at(T_4 + \beta_3)]G_2' - 4aT_3(t + T_4 + \beta_3)G_3'}{T_5 [12T_4 T_5 - 16at(T_4 + \beta_3) - 8at^2 - 2a(T_4 + \beta_3)^2]} \quad (8)$$

$$f_{BS}^B = \frac{2(\beta_3 - \beta_4)G_1' - 2(4t + T_4 + \beta_3)G_2' + 6T_3 G_3'}{12T_4 T_5 - 16at(T_4 + \beta_3) - 8at^2 - 2a(T_4 + \beta_3)^2} \quad (9)$$

其中

$$G_1' = T_5 c + 2atT_3 + (1-a)(2t - \beta_1)(u_2 m + t)$$

$$G_2' = -2atT_3 - (1-a)(2t - \beta_1)(u_2 m + t) + a(T_4 + \beta_3)c + 2T_3 T_4 - \beta_2 \beta_3$$

$$G'_3 = T_4 c + T_3 T_4 - \beta_2 \beta_3 - \beta_3 (u_2 m + t)$$

并验证二阶条件, 其中, 对于企业 A 有

$$\frac{\partial^2 \pi_A}{\partial p_a^2} \Big|_{p_a=p_{BS}^A} < 0, \text{ 而对于企业 B 有 } \frac{\partial^2 \pi_B}{\partial p_B^2} \cdot \frac{\partial^2 \pi_B}{\partial f_B^2} -$$

$$\left(\frac{\partial^2 \pi_B}{\partial p_B \partial f_B} \right)^2 \Big|_{p_B=p_{BS}^B, f_B=f_{BS}^B} > 0, \text{ 且 } \frac{\partial^2 \pi_B}{\partial p_B^2} \Big|_{p_B=p_{BS}^B, f_B=f_{BS}^B} <$$

0, 均满足极大值存在的条件, 可知所求即为实现

$$x_{BS}^1 = \frac{(\beta_3 + T_4)(p_{BS}^B - p_{BS}^A) + T_4 f_{BS}^B + T_4 T_3 + \beta_3(t + u_2 m)}{(2T_3 T_4 - \beta_2 \beta_3)} \quad (11)$$

$$x_{BS}^2 = \frac{(\beta_2 + 2T_3)(p_{BS}^B - p_{BS}^A) + \beta_2 f_{BS}^B + \beta_2 T_3 + 2T_3(u_2 m + t)}{2T_3 T_4 - \beta_2 \beta_3} \quad (12)$$

x_{BS}^i 为 BS 局势下企业收益取得最优值时第 i 类用户的无差异偏好 \hat{x}_i 的取值, 即企业 A 在第 i 类用户中的市场占有率. 由式(11)、式(12)可知, 当企业 B 定价不变时, 企业 A 的捆绑定价越高, 企业 A 的市场占有率越小; 而当企业 A 价格不变时, 企业 B 定价越高企业 A 的市场占有率越高, 且产品的价格对市场占有率的影响较大 ($\beta_3 > 0; T_3 > 0$). 其他 3 种局势下企业 A 在两类用户中的市场占有率关于两家企业定价的函数关系式可见附录. 综合观察能够发现, 无论企业选择哪种销售策略, 均有企业 B 定价不变时, 企业 A 的市场占有率与其定价呈现负相关关系, 而企业 A 定价保持不变时, 企业 A 的市场占有率与企业 B 的定价呈现正相关关系.

同时能够得到企业 B 的最优收益为

$$\pi_{BS}^B = n_{1B}^* (p_{BS}^B + f_{BS}^B - c) + n_{2B}^* p_{BS}^B \quad (13)$$

其中 $n_{1B}^* = aN(1 - x_{BS}^1)$, $n_{2B}^* = (1 - a)N \times (1 - x_{BS}^2)$.

最后根据两家企业在 4 种销售策略局势下的最优收益矩阵, 得到企业的最优销售策略. 并在附录 2 中陈述了其他定价策略局势下企业最优价格的确定及取值进行求解. 由于该模型考虑的情况比较复杂, 解析解过于繁琐, 将通过数据模拟试验的方法对模型进行分析.

4.2 数值模拟与分析

为了解市场中消费者构成对企业最优定价、市场占有率及收益的影响, 下面进行数值模拟分析. 主要分析市场规模 N 、用户比例 a 这两个因素的变化对 4 种局势下企业的市场占有率、定价及企业最优收益的影响; 并分析成本 - 市场规模二维环境下, 企业定价策略的选择. 且数据的选择

收益最大化的最优价格.

同时得到 BS 局势下企业 A 最优收益为

$$\pi_{BS}^A = (n_{1A}^* + n_{2A}^*)(p_{BS}^A - c)$$

$$n_{1A}^* = aN x_{BS}^1 \quad (10)$$

$$n_{2A}^* = (1 - a)N x_{BS}^2$$

其中

满足假设条件(1)和(2)及收益函数极值条件.

4.2.1 企业定价及收益分析

主要分析消费者构成对企业最优定价及收益的影响, 并分析企业在两类用户中市场占有率的变化. 其中, 企业的市场占有率指选择该企业的消费者总数占该类用户总数的比例, 消费者构成指第一类用户所占比例 a 及消费者总数 N . 考虑到两家企业为同质企业, 变化趋势分析相似, 仅以企业 A 为例进行具体分析.

1) 第一类用户所占比例 a 对企业定价及收益的影响分析

为了分析第一类用户所占比例 a 在 $[0, 1]$ 内均匀变化时, 对企业的最优定价、市场份额以及最优收益的影响, 第一类消费者网络外部性强度系数 $u_1 = 0.002$, 第二类消费者网络外部性强度系数 $u_2 = 0.0001$, 消费者总数 $N = 300$, 服务内在价值 $m = 200$, 单位效用损失 $t = 1$, 服务边际成本 $c = 0.5$.

图 2(a) 分析了企业 A 在 4 种销售策略局势下最优价格与 a 的变化关系. 由图看出企业 A 的最优定价随第一类用户所占比例的增大呈现下降趋势, 且不同局势下的最优定价下降速度不同. 主要原因是, 企业收入主要来源于第一类用户, 市场规模不变的条件下, 随第一类用户的增加, 企业间的竞争加剧, 主要通过降低价格来提高竞争力, 导致均衡定价下降. 而 SS 局势下企业 A 的最优服务定价不受 a 变化的影响, 因该定价局势下, 企业的服务定价仅与服务边际成本相关.

图 2(c) 描述了 SB 和 BS 两种销售策略局势

下,企业 A 在两类用户中市场占有率的变化. 考虑到同质企业采取相同销售策略,其市场占有率相等,在此仅分析两家企业采取不同策略的情况. SB 局势下,随着第一类用户比例的增大,选择企业 A 的用户比例呈现递增的状态,而第二类用户中选择企业 A 的用户比例随着 a 的增加呈现先增后减的变化趋势. BS 局势下,企业 A 在第一类用户中的市场占有率随 a 增加呈现递减的趋势,而在第二类用户中的市场占有率随 a 的增大先减小后增加. 由于第一类用户比例的增加,两家企业最优定价呈现不同幅度的下降趋势,影响无差异偏好位点,从而影响企业在两类用户中的市场占有率.

图 2(e) 说明了 a 的变化对企业 A 在 4 种销售策略局势下最优收益的影响. SB 和 BB 两个局势下,第一类用户所占比例越大,企业 A 的最优收益越低,且边际收益为负常量. SS 策略局势下,企业 A 的最优收益随 a 的增加以边际收益递减的趋势减少. 整体上,当 $a < 0.51$ 时,企业 A 在 4 种局势下最优收益满足 $\pi_{SB}^A > \pi_{SS}^A > \pi_{BB}^A > \pi_{BS}^A$; 当 $a > 0.51$ 时,4 种局势下企业 A 的最优收益满足 $\pi_{SB}^A > \pi_{SS}^A > \pi_{BS}^A > \pi_{BB}^A$. 同时能够发现当市场仅由第一类用户构成时,企业 A 在 4 种局势下的最优收益相等. 由于第一类用户的比例影响企业定价,从而影响企业在两类用户中的占有率,最终综合影响企业最优收益. 总体上,市场中第一类用户的比例高不利于企业获益.

由图 2 可知,相同参数设置情况下,同质企业选择不同销售策略时,选择分别销售的企业比选择捆绑销售策略的企业获得较高的收益,拥有较高的市场占有率,但定价较低. 选择相同销售策略时,企业 A 和企业 B 实现收益最大化时拥有相同的市场占有率和最优收益,且定价相同. 而且能够发现,当市场中第一类用户所占比例较小时,两家企业在 4 种策略局势下均具有较高最优定价,并具有较高的均衡收益. 不同策略局势下,企业在两类用户中的市场占有率呈现不同的变化趋势,总体上企业 A 选择分别销售而企业 B 选择捆绑销售时,企业 A 在两类用户中的市场占有率随第一

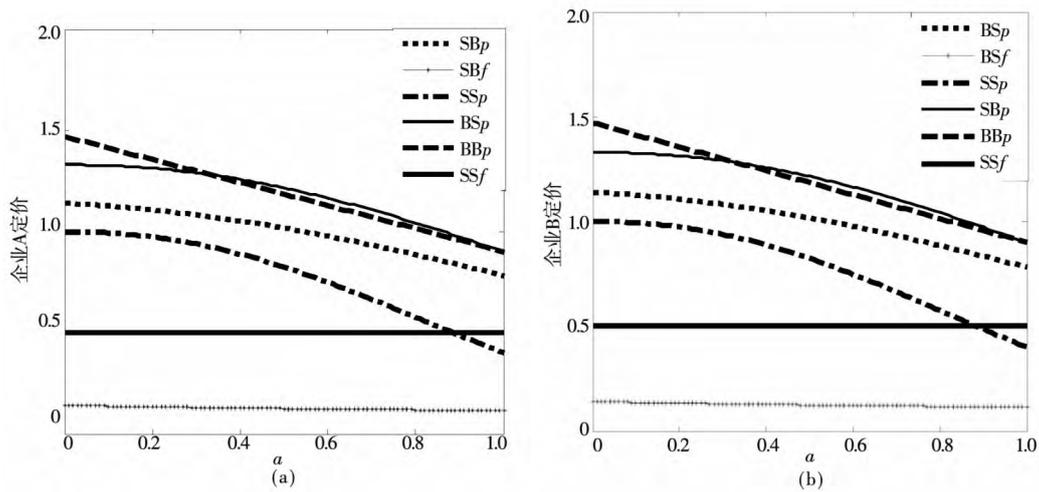
类用户所占比例的增加而提高,而企业 A 选择捆绑销售而企业 B 选择分别销售时,企业 A 在两类用户中的市场占有率呈现不同的下降趋势. 同一策略局势下企业 B 的市场占有率呈现与企业 A 相反的变化趋势. 总体上,第一类用户所占比例较小时,企业具有较高的最优收益及定价,而市场中第一类用户较多时,企业的最优定价及最优收益较低.

2) 消费者总数 N 对企业定价及收益的影响

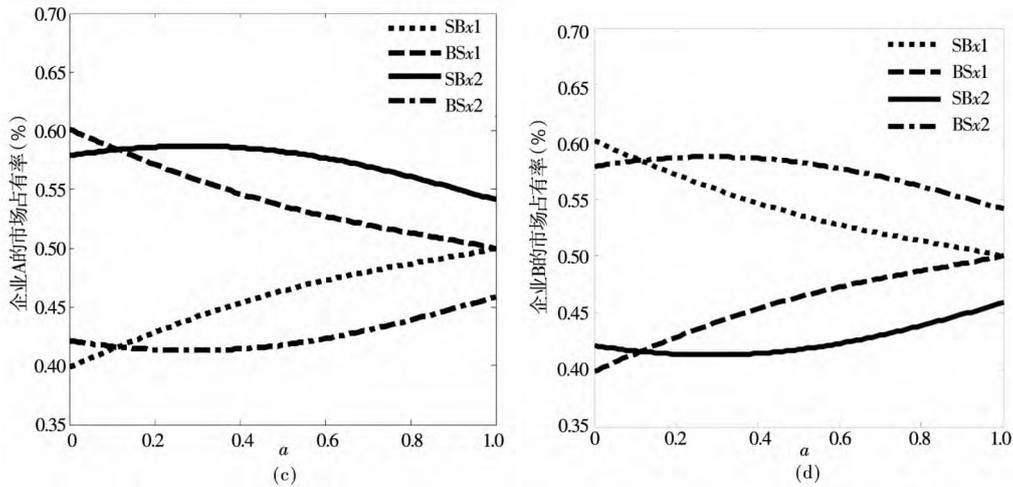
为了分析不同市场规模条件下企业最优定价、市场占有率及最优收益问题,进行数值模拟分析,第一类消费者网络外部性系数 $u_1 = 0.005$, 第二类消费者网络外部性强度系数 $u_2 = 0.0015$, 服务内在价值 $m = 200$, 单位效用损失 $t = 1$, 服务边际成本 $c = 1$, 第一类用户所占比例 $a = 0.6$.

图 3(a) 分析了不同市场规模条件下企业 A 在 4 种销售策略局势下的最优定价问题. 由图可知,在满足假设条件的特定参数设置下,当市场规模较小时企业 A 的最优定价较高,而当市场规模较大时企业 A 的最优定价较低,且不同局势下的最优定价仅仅区别于下降幅度. 考虑到市场规模较大时,企业间的竞争加剧,主要通过降低价格的方式来提高竞争力.

图 3(c) 分析了不同市场规模条件下企业 A 在两类用户中的最优市场占有率问题,间接地反映了企业 A 市场占有率的变化. 考虑到企业 A 和企业 B 为同质企业,图中仅体现企业选择不同销售策略时企业 A 市场占有率的变化. 从曲线图可知,SB 局势下,当市场规模较小时,企业 A 在两类用户中的市场占有率较高,而当市场规模较大时,企业 A 在两类用户中的市场占有率较低. 而 BS 局势下,当市场规模较小时,两类用户中选择企业 A 的用户所占比例较小,而当市场规模较大时,企业 A 在两类用户中的市场占有率也提高. 综合以上分析,当企业选择不同销售策略时,选择分别销售的企业当市场规模较小时在市場中的占有率较大,而选择捆绑销售的企业当市场规模较大时在两类用户中的市场占有率较大.



注: 图 2(a) 中 SB_p 为 SB 局势下产品定价; SB_f 为 SB 局势下服务定价; BS_p 为 BS 局势下捆绑价格。图 2(b) 中 BS_p 为 BS 局势下产品定价; BS_f 为 BS 局势下服务定价; SB_p 为 SB 局势下捆绑价格。同时, 两图中均有 SS_p 为 SS 局势产品定价; SS_f 为 SS 局势下服务定价; BB_p 为 BB 局势下捆绑价格。



注: SB_{x1} 为 SB 局势下, 第一类用户中选择该企业的比例; SB_{x2} 为 SB 局势下, 第二类用户中选择该企业的比例; BS_{x1} 为 BS 局势下, 第一类用户中选择该企业的比例; BS_{x2} 为 BS 局势下, 第二类用户中选择该企业的比例。

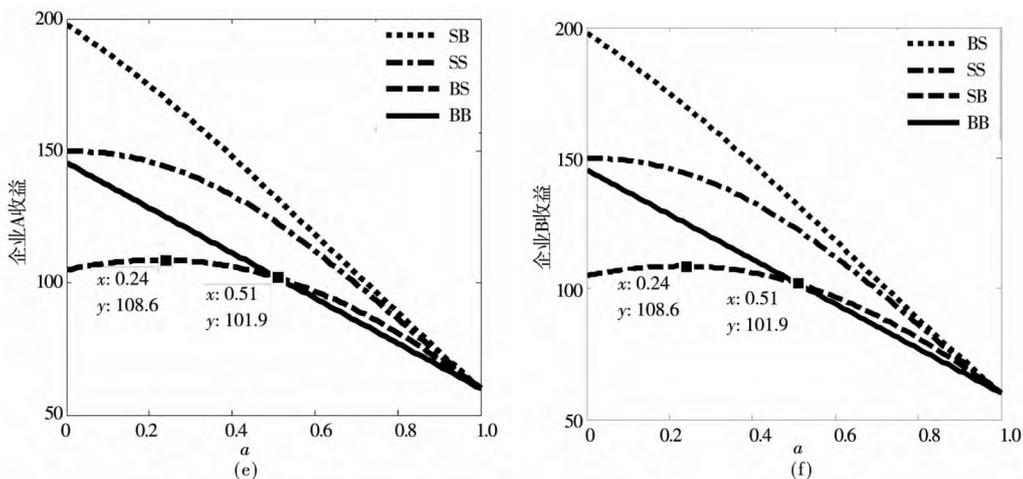
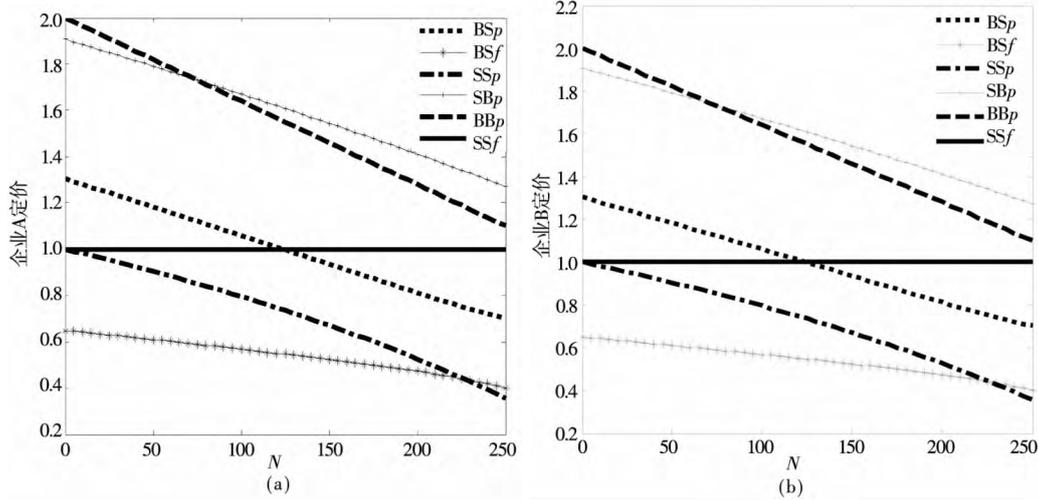
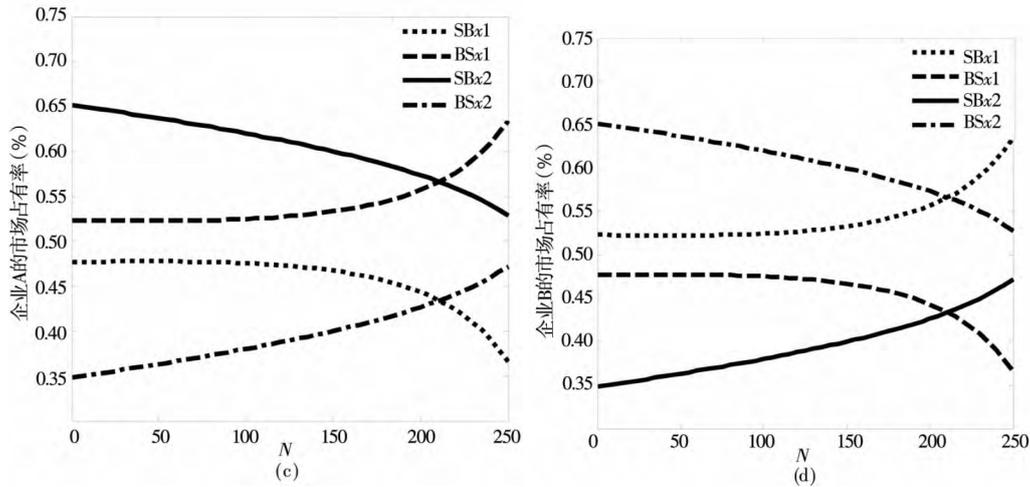


图 2 a 对企业定价、市场占有率及收益的影响

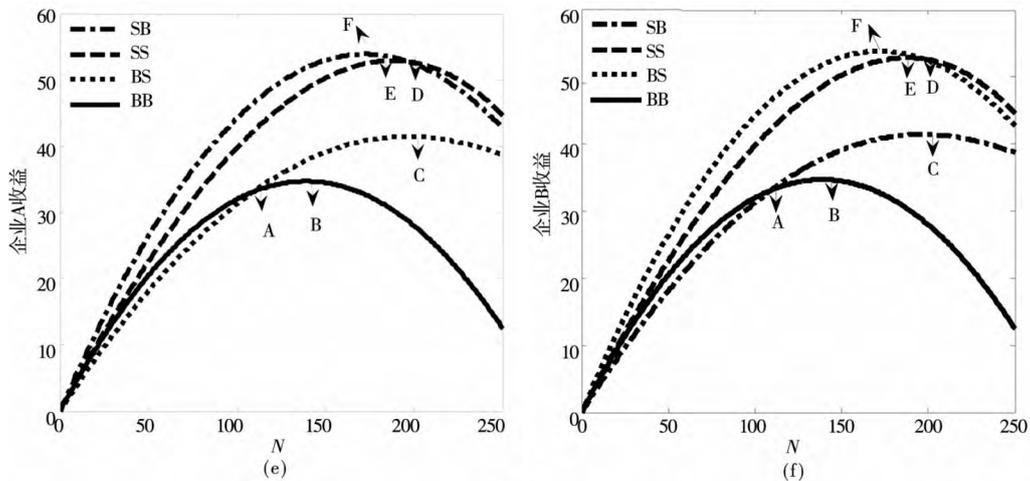
Fig. 2 Influence of coefficients a on price, market share and profit



注: 图3(a)中 SB_p 为SB局势下产品定价; SB_f 为SB局势下服务定价; BS_p 为BS局势下捆绑价格。图3(b)中 BS_p 为BS局势下产品定价; BS_f 为BS局势下服务定价; SB_p 为SB局势下捆绑价格。两图中均有 SS_p 为SS局势下产品定价; SS_f 为SS局势下服务定价; BB_p 为BB局势下捆绑价格。



注: SB_{x1} 为SB局势下,第一类用户中选择该企业的比例; SB_{x2} 为SB局势下,第二类用户中选择该企业的比例; BS_{x1} 为BS局势下,第一类用户中选择该企业的比例; BS_{x2} 为BS局势下,第二类用户中选择该企业的比例。



注: A(110, 33.22) ,B(140, 34.72) ,C(199, 41.47) ,D(197, 52.75) ,E(185, 52.91) ,F(171, 53.91)

图3 N 对企业定价、市场占有率及收益的影响

Fig.3 Influence of coefficients N on price, market share and profit

图3(e)描述了不同市场规模条件下企业A在4种局势下最优收益取值.从图中能够发现4种销售策略局势下,企业A的最优收益呈现先上升后下降的变化趋势,当市场规模较小或较大时企业A的最优收益较低,而市场规模适中时企业A的最优收益较高.由图可知,当市场规模 $N = 110$ 时, $\pi_{BS}^A = \pi_{BB}^A$,即此时无论企业采取怎样的销售方式,企业A选择捆绑销售时的最优收益相同,当 $N < 110$ 时, $\pi_{BS}^A < \pi_{BB}^A$,而 $N > 110$ 时, $\pi_{BS}^A > \pi_{BB}^A$; $N = 197$ 时, $\pi_{SB}^A = \pi_{SS}^A$,即在这一市场规模下,企业A选择分别销售所获得的最优收益不受企业B定价策略选择的影响.总体上4种局势下企业A的收益满足: $N < 110$ 时, $\pi_{SS}^A > \pi_{BB}^A > \pi_{BS}^A$; $197 > N > 110$ 时, $\pi_{SB}^A > \pi_{SS}^A > \pi_{BS}^A > \pi_{BB}^A$; $N > 197$ 时, $\pi_{SS}^A > \pi_{SB}^A > \pi_{BS}^A > \pi_{BB}^A$.

分析图3可知,企业的最优定价呈下降趋势,市场规模较小时定价较高,而市场规模较大时最优定价较低(见图3(a)和图3(b)).主要由于市场规模较大时企业间竞争加剧,企业为争取更多的消费者而采取降价的策略.综合图3(c)和图3(d)能够看出,企业采取互异销售策略时,采取分别销售的企业当市场规模较小时在两类用户中的市场占有率较高,而当市场规模较大时,在两类用户中的市场占有率较低.而企业采取捆绑销售时,市场占有率呈现相反的特征,因为不同市场规模条件下企业最优定价不同,从而间接影响企业市场占有率.市场规模不同条件下,企业的最优定价及市场占有率也存在差异,从而综合影响企业最优收益,总体上,市场规模适中时企业最优收益达到最大,而4种策略局势下的企业最优收益达到极值的市场规模不同.

4.2.2 企业销售策略选择分析

为了直观分析企业销售策略的选择,对该模型进行策略选择数值模拟分析,主要分析服务边际成本-市场规模二维空间中的企业策略选择.企业的服务边际成本取值范围不同,企业的最优销售策略存在差异.第一类消费者网络外部性强系数 $u_1 = 0.005$,第二类消费者网络外部性强系数 $u_2 = 0.0003$,附加服务内在价值 $m =$

200,第一类用户所占比例 $a = 0.4$,单位效用损失 $t = 3$,消费者总数 $N = 1400 \sim 1450$,服务边际成本 $c = 0 \sim 45$.

图4描述了市场规模-附加服务边际成本空间中,企业实现收益最大化的策略组合问题,能够看出,企业的均衡策略随市场规模及边际成本的变化而不同.

当参数满足区域I的条件设置时, $\pi_{SB}^A < \pi_{BB}^A$ 且 $\pi_{SS}^A < \pi_{BS}^A$,此时企业A的占优策略为捆绑销售,即无论企业B选择怎样的策略,企业A始终选择捆绑销售策略;并且根据结论可知 $\pi_{BS}^B < \pi_{BB}^B$ 且 $\pi_{SS}^B < \pi_{SB}^B$,能够发现此时企业B的占优策略也为捆绑销售.即此时占优策略组合为(B,B).

当参数设置满足区域II时, $\pi_{SB}^A > \pi_{BB}^A$ 且 $\pi_{SS}^A < \pi_{BS}^A$,企业A的最优策略的选择受到企业B销售策略的影响,当企业B选择捆绑销售时,企业A选择分别销售时的最优收益较高;而当企业B选择分别销售时,企业A选择捆绑销售获得较高的最优收益.同样,企业B的最优收益满足 $\pi_{BS}^B > \pi_{BB}^B$ 且 $\pi_{SS}^B < \pi_{SB}^B$ 的关系,当企业A选择捆绑销售时,企业B选择分别销售,而当企业A选择分别销售时,企业B选择捆绑销售.总之,区域II中可能形成两对均衡策略组合,分别为(B,S)和(S,B).

区域III中,企业A的最优收益满足 $\pi_{SB}^A > \pi_{BB}^A$ 且 $\pi_{SS}^A > \pi_{BS}^A$,此时企业A的占优策略为分别销售,即无论企业B选择哪种销售策略,企业A采取分别销售均获得较高的最优收益;而对企业B而言,有 $\pi_{BS}^B > \pi_{BB}^B$ 且 $\pi_{SS}^B > \pi_{SB}^B$,可知企业B的占优策略为分别销售.综上所述,当企业服务边际成本及市场中消费者总数满足区域III的条件设置时,寡头企业的最优销售策略局势为(S,S).

区域IV中,当企业B选择捆绑销售时,企业A选择捆绑销售获得较高的最优收益;而当企业B选择分别销售时,企业A选择分别销售的最优收益较高;综上所述,企业A选择与企业B相同的策略时收益较高.同理可知,当企业B采取与企业A相同的定价策略时最优收益较高.因此该区域中,可能形成两种均衡局势,分别为(B,B)和(S,S).

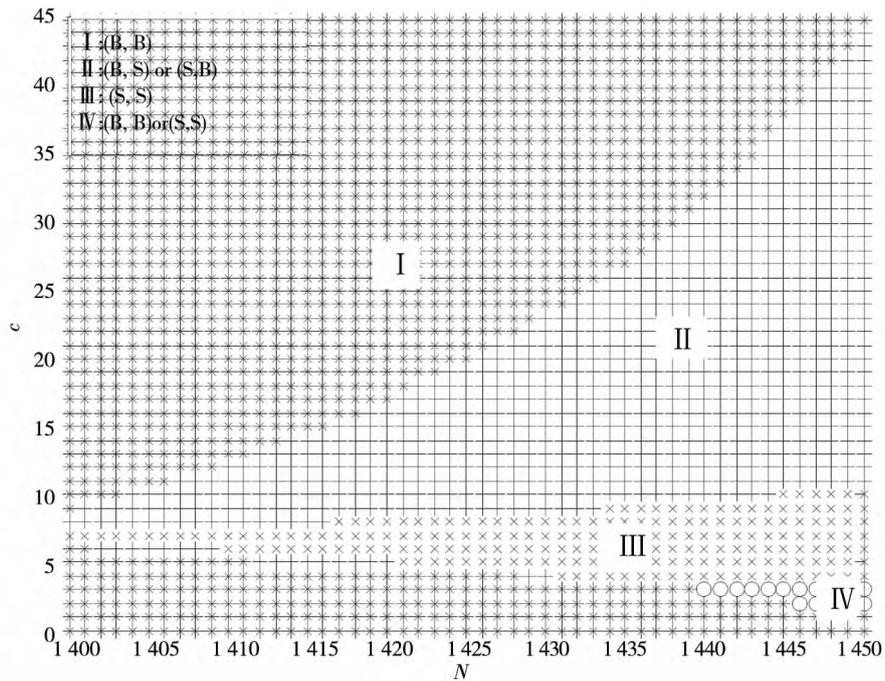


图4 $c-N$ 参数空间与企业定价策略选择
 Fig. 4 Market equilibrium in the $c-N$ space

5 结束语

研究了提供基础产品和附加服务的寡头企业定价及策略选择问题. 将差异化的网络效应引入线性成本下的 Hotelling 模型, 推广了 Hotelling 模型的应用领域. 针对同质寡头企业, 利用两阶段博弈实现企业间的定价竞争, 研究了寡头企业完全信息下的静态博弈问题, 企业首先同时选择销售策略, 然后根据销售策略的选择确定实现收益最大化的最优定价, 由于附加服务存在网络效应, 消费者的选择互相影响, 用户进行企业选择及是否选择服务决策的过程将影响消费者的网络效用, 从而影响其他消费者的选择.

参考文献:

[1] Etzion H, Pang M S. Complementary online services in competitive markets: Maintaining profitability in the presence of network effects [J]. MIS Quarterly, 2014, 38(1): 231-247.
 [2] Liang W J, Lin Y J, Hwang H. Heterogeneous duopoly, spatially discriminatory pricing, and optimal location [J]. The Annals of Regional Science, 2012, 49(3): 845-860.
 [3] Matsubayashi N. Price and quality competition: The effect of differentiation and vertical integration [J]. European Journal of

立足于提供附加服务的寡头信息产品企业, 以研究企业最优销售策略为出发点, 建立了双寡头垄断市场竞争模型, 并对模型进行求解, 得到寡头企业在 4 种局势中的最优定价解析解, 并分析了消费者构成因素对企业最优定价及收益的影响. 本文主要创新之处为, 存在网络效应时寡头企业定价研究中引入了消费者差异性, 分析了两类用户比例的变化对企业定价、市场占有率及最优收益的影响. 同时分析了市场规模及附加服务边际成本对企业销售策略的选择的影响, 分析结果发现, 在服务边际成本—市场规模二维空间的不同区域中, 将形成不同的均衡局势. 由于本文仅考虑了企业提供同质产品的情况, 那么提供差异化产品的寡头定价问题将作为进一步研究的重点.

- Operational Research ,2007 ,180(2) : 907 - 921.
- [4]慕银平,唐小我,刘英.寡头竞争中间产品市场的转移定价策略研究[J].系统工程学报,2009,24(4):438-444.
Mu Yinping, Tang Xiaowo, Liu Ying. Transfer pricing strategies for firms with oligopoly intermediate products market [J]. Journal of Systems Engineering, 2009, 24(4): 438 - 444. (in Chinese)
- [5]Yue X, Mukhopadhyay S K, Zhu X. A bertrand model of pricing of complementary goods under information asymmetry [J]. Journal of Business Research, 2006, 59(10): 1182 - 1192.
- [6]Mukhopadhyay S K, Yue X, Zhu X. A stackelberg model of pricing of complementary goods under information asymmetry [J]. International Journal of Production Economics, 2011, 134(2): 424 - 433.
- [7]帅旭,陈宏民.转移成本,网络外部性与企业竞争战略研究[J].系统工程学报,2003,18(5):457-461.
Shuai Xu, Chen Hongmin. Study on competitive strategy with switching costs and network externality [J]. Journal of Systems Engineering, 2003, 18(5): 457 - 461. (in Chinese)
- [8]Griva K, Vettas N. Price competition in a differentiated products duopoly under network effects [J]. Information Economics and Policy, 2011, 23(1): 85 - 97.
- [9]Baake P, Boom A. Vertical product differentiation, network externalities, and compatibility decisions [J]. International Journal of Industrial Organization, 2001, 19(1): 267 - 284.
- [10]沈铁松,熊中楷,吴丙山.寡头制造厂商的产品延伸服务定价[J].系统工程理论与实践,2009,29(5):37-43.
Shen Tiesong, Xiong Zhongkai, Wu Bingshan. Pricing of product-supplementary services under duopoly manufacturers [J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2009, 29(5): 37 - 43. (in Chinese)
- [11]Zanchettin P. Differentiated duopoly with asymmetric costs [J]. Journal of Economics & Management Strategy, 2006, 15(4): 999 - 1015.
- [12]谢家平,王爽.偏好市场下制造/再制造系统最优生产决策[J].管理科学学报,2011,14(3):24-33.
Xie Jiaping, Wang Shuang. Optimal production decision model of the manufacturing/remanufacturing system in the heterogeneous market [J]. Journal of Management Sciences in China, 2011, 14(3): 24 - 33. (in Chinese)
- [13]Hajji A, Pellerin R, Léger P M, et al. Dynamic pricing models for ERP systems under network externality [J]. International Journal of Production Economics, 2012, 135(2): 708 - 715.
- [14]万兴,高觉民.纵向差异化双边市场中平台策略[J].系统工程理论与实践,2013,33(4):934-941.
Wan Xing, Gao Juemin. Platform strategy in vertically differentiated two-sided markets [J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2013, 33(4): 934 - 941. (in Chinese)
- [15]赵保国,余宙婷.基于网络效应的竞争性产品微观扩散研究[J].管理科学学报,2013,16(9):33-43.
Zhao Baoguo, Yu Zhouting. Competitive product diffusion at the level of individuals based on network effect [J]. Journal of Management Sciences in China, 2013, 16(9): 33 - 43. (in Chinese)
- [16]徐兵,朱道立.具有网络外部性的扩展 Hotelling 模型[J].管理科学学报,2007,10(1):9-17.
Xu Bing, Zhu Daoli. Extended Hotelling model with network externality [J]. Journal of Management Sciences in China, 2007, 10(1): 9 - 17. (in Chinese)
- [17]Pang M S, Etzion H. Research note-analyzing pricing strategies for online services with network effects [J]. Information Systems Research, 2012, 23(4): 1364 - 1377.
- [18]赵德余,顾海英,刘晨.双寡头垄断市场的价格竞争与产品差异化策略——一个博弈论模型及其扩展[J].管理科学学报,2006,9(5):1-7.
Zhao Deyu, Gu Haiying, Liu Chen. Price competition and strategy of product differential location: Game theory and its extension [J]. Journal of Management Sciences in China, 2006, 9(5): 1 - 7. (in Chinese)
- [19]刁新军,杨德礼,任雅威.基于扩展 Hotelling 模型的企业竞争策略研究[J].管理学报,2009,6(7):867-872.
Diao Xinjun, Yang Deli, Ren Yawei. Extended hotelling model-based firms' competitive strategies [J]. Chinese Journal of Management, 2009, 6(7): 867 - 872. (in Chinese)

- [20] Li S, Liu Y, Bandyopadhyay S. Network effects in online two-sided market platforms: A research note [J]. *Decision Support Systems*, 2010, 49(2): 245–249.
- [21] 吕魁, 胡汉辉, 王旭辉. 考虑范围经济与转换成本的混合捆绑竞争 [J]. *管理科学学报*, 2013, 15(12): 10–24.
Lü Kui, Hu Hanhui, Wang Xuhui. Bundling competition with scope economies and switching costs [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2013, 15(12): 10–24. (in Chinese)
- [22] 卓莲梅, 陈章旺, 贾林. 基于 Hotelling 模型的双寡头市场定价博弈分析 [J]. *郑州航空工业管理学院学报*, 2011, 29(2): 122–127.
Zhuo Lianmei, Chen Zhangwang, Jia Lin. A pricing game analysis based on Hotelling model in duopoly market [J]. *Journal of Zhengzhou Institute of Aeronautical Industry Management*, 2011, 29(2): 122–127. (in Chinese)
- [23] 彭赓, 寇纪淞, 李敏强. 信息商品捆绑销售与歧视定价分析 [J]. *系统工程学报*, 2001, 16(1): 1–6.
Peng Geng, Kou Jisong, Li Minqiang. The analysis of information goods bundling selling and discrimination pricing [J]. *Journal of Systems Engineering*, 2001, 16(1): 1–6. (in Chinese)
- [24] Prasad A, Venkatesh R, Mahajan V. Optimal bundling of technological products with network externality [J]. *Management Science*, 2010, 56(12): 2224–2236.
- [25] 种晓丽, 张金隆, 满青珊, 等. 基于消费者效用的移动服务定价策略研究 [J]. *管理学报*, 2011, 8(12): 1823–1830.
Zhong Xiaoli, Zhang Jinlong, Man Qingshan, et al. Study on mobile services pricing strategy based on consumer utility [J]. *Chinese Journal of Management*, 2011, 8(12): 1823–1830. (in Chinese)

Optimal pricing for information goods and complementary services in duopoly markets

WANG Chun-ping, NAN Guo-fang^{*}, LI Min-qiang, KOU Ji-song

College of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072, China

Abstract: The optimal pricing strategy for information goods and complementary services has been a primary issue for providers of information goods in competitive markets. Most existing researches study pricing of only information goods without considering the subsequent services, or address the problem based on the assumption that the consumers have the same network effects. This paper studies the optimal pricing strategy with heterogeneous consumers and duopoly companies who provide information goods and complementary services. By analyzing four different equilibria, a game model with two types of strategies—the bundle pricing strategy and separate pricing strategy—is proposed to obtain optimal strategies for firms to maximize their profits. Meanwhile, a coefficient representing the strength of heterogeneous network effects is introduced into the Hotelling model to derive the demand function and the profit function of companies, and a two-stage Bertrand game is utilized to analyze the pricing competition. The analytic solutions for the duopoly's optimal pricing together with their profits are computed by solving the proposed model. The numerical simulation illustrates how the market size and the market structure affect the prices of goods and services, market shares and total profits of the two companies, and how duopoly companies choose their different pricing strategies at different combinations of costs and market sizes.

Key words: network effects; heterogeneous consumer; pricing strategy; duopoly market; information goods; complementary service

附录 1

两类用户无差异位点求解

以 BS 策略局势为例. 利用 Hotelling 模型构建用户的效用函数. 并且根据效用相等, 求得选择企业 A 和企业 B 偏好无差异用户所在的位点. 以 BS 局势为例进行模型求解过程分析;

由 $U_{1A} = U_{1B}$ 和 $U_{2A} = U_{2B}$ 联立, 得到选择用户偏好无差异关于企业定价的关系式 \hat{x}_1 和 \hat{x}_2 ;

由

$$v_A + u_1(m_A + n_{1A} + n_{2A}) - p_a - tx_1 = v_B + u_1(m_B + n_{1B}) - p_B - f_B - t(1 - x_1)$$

及

$$v_A + u_2(m_A + n_{1A} + n_{2A}) - p_a - tx_2 = v_B - p_B - t(1 - x_2)$$

其中 $n_{1A} = aNx_1$, $n_{2A} = (1 - a)Nx_2$, $n_{1B} = aN(1 - x_1)$

移项分别得到

$$2T_1x_1 - \beta_3x_2 = p_B + f_B - p_a + T_1 + \Delta v + u_1\Delta m \tag{A1}$$

$$T_3x_2 - \beta_2x_1 = p_B - p_a + t + u_2m_A + \Delta v \tag{A2}$$

由式(A1)和式(A2)联立求得两类用户的无差异偏好位点关于价格的关系式为

$$\hat{x}_1 = \frac{(\beta_3 + T_4)(p_B - p_a) + T_4f_B + T_3T_4 + \beta_3(u_2m + t)}{2T_4T_3 - \beta_2\beta_3} \tag{B1}$$

$$\hat{x}_2 = \frac{(\beta_2 + 2T_3)(p_B - p_a) + \beta_2f_B + \beta_2T_3 + 2T_3(u_2m + t)}{2T_4T_3 - \beta_2\beta_3} \tag{B2}$$

同样的方法可以求得其他局势下两类用户的无差异偏好位点, 具体取值见表 2.

附录 2

4 种局势下企业最优定价解析解

以 BS 为例进行模型求解. 分别由企业 A 的收益函数和企业 B 的收益函数

$$\pi_A = (n_{1A} + n_{2A})(p_a - c)$$

$$\pi_B = n_{1B}(p_B + f_B - c) + n_{2B}p_B;$$

其中 $n_{1A} = aN\hat{x}_1$, $n_{1B} = aN(1 - \hat{x}_1)$, $n_{2A} = (1 - a)N\hat{x}_2$, $n_{2B} = (1 - a)N(1 - \hat{x}_2)$.

根据一阶条件求得企业最优定价表达式为

$$\frac{\partial \pi_A}{\partial p_a} = n_{1A} + n_{2A} + (p_a - c) \left(\frac{\partial n_{1A}}{\partial p_a} + \frac{\partial n_{2A}}{\partial p_a} \right) = 0 \tag{A3}$$

$$\frac{\partial \pi_B}{\partial p_B} = n_{1B} + (p_B + f_B - c) \frac{\partial n_{1B}}{\partial p_B} + n_{2B} + p_B \frac{\partial n_{2B}}{\partial p_B} = 0 \tag{A4}$$

$$\frac{\partial \pi_B}{\partial f_B} = n_{1B} + (p_B + f_B - c) \left(-aN \frac{\partial \hat{x}_1}{\partial f_B} \right) + p_B \left[-(1 - a)N \frac{\partial \hat{x}_2}{\partial f_B} \right] = 0 \tag{A5}$$

联立式(A3)、式(A4)和式(A5)得到

$$p_{BS}^A = \frac{[4T_4T_5 - a(2t + T_4 + \beta_3)^2]G_1' + 2[T_4T_5 - at(2t + T_4 + \beta_3)]G_2' + [2atT_5 - aT_5(T_4 + \beta_3)]G_3'}{T_5[6T_4T_5 - 4at^2 - 8at(T_4 + \beta_3) - a(T_4 + \beta_3)^2]} \tag{B3}$$

$$f_{BS}^B = \frac{2(\beta_3 - \beta_4)G_1' - 2(4t + T_4 + \beta_3)G_2' + 6T_5G_3'}{12T_4T_5 - 8at^2 - 16at(T_4 + \beta_3) - 2a(T_3 + \beta_3)^2} \tag{B4}$$

$$p_{BS}^B = \frac{[4T_4T_5 - 4at(T_4 + \beta_3) - 2a(T_4 + \beta_3)^2]G_1' + 2[4T_4T_5 - 2at(T_4 + \beta_3)]G_2' - 4a(T_4 + t + \beta_3)T_5G_3'}{12T_4T_5^2 - 8at^2T_5 - 16at(T_4 + \beta_3)T_5 - 2a(T_4 + \beta_3)^2T_5} \tag{B5}$$

此时两类用户无差异偏好分别为

$$x_{BS}^1 = \frac{(\beta_3 + T_4)(p_{BS}^B - p_{BS}^A) + T_4f_{BS}^B + T_4T_3 + \beta_3(t + u_2m)}{(2T_3T_4 - \beta_2\beta_3)} \tag{B6}$$

$$x_{BS}^2 = \frac{(\beta_2 + 2T_3)(p_{BS}^B - p_{BS}^A) + \beta_2f_{BS}^B + \beta_2T_3 + 2T_3(u_2m + t)}{2T_4T_3 - \beta_2\beta_3} \tag{B7}$$

进而得到企业的最优收益为

$$\pi_{BS}^A = (n_{1A}^* + n_{2A}^*) (p_{BS}^A - c) \tag{B8}$$

$$\pi_{BS}^B = n_{1B}^* (p_{BS}^B + f_{BS}^B - c) + n_{2B}^* p_{BS}^B \tag{B9}$$

其中 $n_{1A}^* = aNx_{BS}^1$; $n_{2A}^* = (1-a)Nx_{BS}^2$; $n_{1B}^* = aN(1-x_{BS}^1)$; $n_{2B}^* = (1-a)N(1-x_{BS}^2)$.

同理,求得其他销售策略局势下企业的最优定价及最优收益,具体求解过程不再赘述.

1) 当企业 A、B 均采用分别销售(SS)时.

企业 A 的最优产品定价为 $p_{SS}^A = \frac{t(t-aNu_1)}{t-aNu_1+a^2Nu_1}$, 最优服务定价为 $f_{SS}^A = c$. 企业 B 的最优产品定价为 $p_{SS}^B =$

$\frac{t(t-aNu_1)}{t-aNu_1+a^2Nu_1}$, 最优服务定价为 $f_{SS}^B = c$. 求得此时两类用户的偏好无差异为 $x_{SS}^1 = \frac{1}{2}$; $x_{SS}^2 = \frac{1}{2}$. 最终求得企业在 SS

局势下的最优收益分别为

$$\pi_{SS}^A = n_{1A}^* (p_{SS}^A + f_{SS}^A - c) + n_{2A}^* p_{SS}^A \tag{B10}$$

$$\pi_{SS}^B = n_{1B}^* (p_{SS}^B + f_{SS}^B - c) + n_{2B}^* p_{SS}^B \tag{B11}$$

其中 $n_{1A}^* = aNx_{SS}^1$; $n_{2A}^* = (1-a)Nx_{SS}^2$; $n_{1B}^* = aN(1-x_{SS}^1)$; $n_{2B}^* = (1-a)N(1-x_{SS}^2)$.

2) 当企业 A 采用分别销售而企业 B 采用捆绑销售(SB)时

企业 A 实现收益最大化时,最优的产品定价为

$$p_{SB}^A = \frac{[8T_4T_5 - 4at(T_4 + \beta_3)]G_1 - 4a(t + T_4 + \beta_3)T_5G_2 + [4T_4T_5 - 4at(T_4 + \beta_3) - 2a(T_4 + \beta_3)^2]G_3}{T_5[12T_4T_5 - 8at^2 - 16at(T_4 + \beta_3) - 2a(T_4 + \beta_3)^2]} \tag{B12}$$

而此时企业 A 确定的最优服务定价为

$$f_{SB}^A = \frac{[-8t - 2(T_4 + \beta_3)]G_1 + 6T_5G_2 + 2(\beta_3 - \beta_4)G_3}{12T_4T_5 - 8at^2 - 16at(T_4 + \beta_3) - 2a(T_4 + \beta_3)^2} \tag{B13}$$

企业 B 在 SB 模式下,实现收益最大化时的最优捆绑定价为

$$p_{SB}^B = \frac{[2atT_5 - a(\beta_3 + T_4)T_5]G_2 + [2T_4T_5 - 2at(2t + T_4 + \beta_3)]G_1 + [4T_4T_5 - a(2t + T_4 + \beta_3)^2]G_3}{6T_4T_5^2 - 4at^2T_5 - 8at(T_4 + \beta_3)T_5 - a(T_4 + \beta_3)^2T_5} \tag{B14}$$

其中 $G_1 = a(T_4 + \beta_3)c - 2atT_1 - (1-a)(2t - \beta_1)T_2$; $G_2 = T_4T_1 - \beta_3T_2 + T_4c$; $G_3 = -2atT_1 + (1-a)(2t - \beta_1)T_2 + cT_5 + 2T_3T_4 - \beta_2\beta_3$.

解得两类消费者的选择企业 A 和企业 B 的无差异的消费者偏好位点分别为

$$x_{SB}^1 = \frac{(\beta_3 + T_4)(p_{SB}^B - p_{SB}^A) - T_4f_{SB}^A + T_4T_1 - \beta_3T_2}{(2T_3T_4 - \beta_2\beta_3)} \tag{B15}$$

$$x_{SB}^2 = \frac{(\beta_2 + 2T_3)(p_{SB}^B - p_{SB}^A) - \beta_2f_{SB}^A + \beta_2T_1 - 2T_3T_2}{(2T_3T_4 - \beta_2\beta_3)} \tag{B16}$$

最优收益分别为

$$\pi_{SB}^A = n_{1A}^* (p_{SB}^A + f_{SB}^A - c) + n_{2A}^* p_{SB}^A \tag{B17}$$

$$\pi_{SB}^B = (n_{1B}^* + n_{2B}^*) (p_{SB}^B - c) \tag{B18}$$

其中 $n_{1A}^* = aNx_{SB}^1$; $n_{2A}^* = (1-a)Nx_{SB}^2$; $n_{1B}^* = aN(1-x_{SB}^1)$; $n_{2B}^* = (1-a)N(1-x_{SB}^2)$.

3) BB 销售策略局势下企业 A 和企业 B 的最优定价分别为

$$p_{BB}^A = t + c - aNu_1 - (1-a)Nu_2 \tag{B19}$$

$$p_{BB}^B = t + c - aNu_1 - (1-a)Nu_2 \tag{B20}$$

实现收益最大化时,两类用户的偏好无差异位点分别为 $x_{BB}^1 = \frac{1}{2}$, $x_{BB}^2 = \frac{1}{2}$. 这种销售策略局势下,企业 A 和企业 B 的

最优收益分别为

$$\pi_{BB}^A = (n_{1A}^* + n_{2A}^*) (p_{BB}^A - c) \tag{B21}$$

$$\pi_{BB}^B = (n_{1B}^* + n_{2B}^*) (p_{BB}^B - c) \tag{B22}$$

其中 $n_{1A}^* = aNx_{BB}^1$; $n_{2A}^* = (1-a)Nx_{BB}^2$; $n_{1B}^* = aN(1-x_{BB}^1)$; $n_{2B}^* = (1-a)N(1-x_{BB}^2)$.