

考虑网络外部性与客户忠诚的网络服务价控策略

陈 波, 强科栋

(合肥工业大学管理学院, 安徽 合肥 230009)

摘要: 将网络外部性与客户忠诚行为倾向引入消费者效用函数, 构建了网络服务价控策略模型, 给出了模型的显性均衡解, 并分析了其性质. 研究表明, 当网络外部性与价格敏感型用户的客户忠诚行为倾向共同作用于处于市场优势的网络服务供应商(internet service provider, ISP) 时, 均衡价格策略空间紧缩. 仅考虑网络外部性时, 处于市场优势ISP的期望收益随网络外部性强度的增加而增加; 若价格敏感型用户对该 ISP 同时具有客户忠诚倾向, 其期望收益增加, 社会总福利下降. 仅考虑网络外部性时, 处于市场劣势 ISP 的期望收益与网络外部性强度无关; 若价格敏感型用户对该 ISP 同时具有客户忠诚倾向, 其期望收益增加, 社会总福利随着客户忠诚倾向的增长而增加.

关键词: 价控策略; 网络外部性; 客户忠诚; 博弈

中图分类号: F224.32; C934

文献标识码: A

文章编号: 1000-5781(2017)05-0577-11

doi: 10.13383/j.cnki.jse.2017.05.001

Internet service pricing strategy considering network externalities and customer loyalty

Chen Bo, Qiang Kedong

(School of Management, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Introducing network externality and customer loyalty into the consumer utility function, an Internet service pricing model is developed, and the explicit equilibrium solution and its characteristics are given. The results reveal that the equilibrium pricing strategy spaces narrow when the inferior Internet service provider (ISP) has the price-sensitive customers' loyalty and when network externality is considered. The expected revenue of the predominant ISP increases with the intensity of the network externality when only network externality is considered. The expected revenue increases and the aggregate social welfare declines when the predominant ISP also has price-sensitive customers' loyalty. The expected revenue of the inferior ISP is independent of the intensity of the network externality when only network externality is considered. The expected revenue increases and the aggregate social welfare increases with the loyalty intensity when the inferior ISP also has price-sensitive customers' loyalty.

Key words: pricing strategy; network externality; customer loyalty; game

1 引 言

在信息化社会的今天, 网络已成为人们工作、学习及娱乐中不可缺少的一部分, 网络的价值以及由此带来的相关产业价值在国民经济中的比重日益提高(据 CNNIC 的监测, 2013 年中国网购交易金额达到 1.85

收稿日期: 2014-12-27; 修订日期: 2015-07-23.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71001031); 高等学校优秀青年人才基金资助项目(2009SQRZ011); 高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20100111120015).

万亿元,较2012年增长40.9%,大致相当于社会消费品零售总额的7.9%^[1],而这一数据在2014年达到了10.7%^[2]。网络给社会带来价值及便捷的同时,也带来一个无法回避的问题——网络拥塞(截至2014年底,中国网民规模达到6.49亿人,互联网普及率达47.9%^[3],而人均带宽及人均IPv4地址数持续下滑,网络平均连接速度3.4 Mbps远远落后于世界上主要发达国家,如美国11.1 Mbps,韩国22.2 Mbps^[4])。单纯依靠技术手段已经越来越显得力不从心,通过价控策略等经济手段来解决上述问题已逐渐成为网络服务供应商(internet service provider, ISP)和科学研究关注的焦点。

传统的网络服务价控策略研究大都建立在用户完全理性的假设之上,然而由于决策者的认知偏差及心理因素的存在会导致理性人的假设并不能得到保证,用户在有限理性下往往会产生一定的行为倾向^[5]。因此考虑用户典型行为倾向(如参考点效应,客户忠诚等)下的网络服务价控策略成为了新的研究方向。客户忠诚作为用户消费行为中存在的典型行为倾向,大量的理论与实证研究均说明了用户在消费选择中存在对品牌的依赖与偏好^[6-11],如2005年Walker关于美国通信行业忠诚度报告显示,ISPs拥有38%的互联网忠诚用户^[7]。Choice^[8]的调查显示,90%的家庭用户在过去的12月内没有变换ISP。葡萄牙Anacom 2006年调查显示,81%的宽带用户在过去一年没有更换ISP^[9]。MCA在2009年的调查显示,被调查者有84%在过去两年内没有变换其ISPs^[10],Chiou^[11]的研究表明客户忠诚也存在于台湾的网络服务市场上,而Thaichon等^[12]的研究发现,泰国在2003~2009期间,年均均有10%用户更换了其ISPs。

客户忠诚在影响ISPs市场份额的同时,也影响着ISPs收益^[13,14],研究人员也逐渐将客户忠诚行为倾向纳入到价控策略的模型中^[15-17],如Trinh等^[15]探讨了在有收益空间且可持续的网络接入市场下,用户行为特别是客户忠诚行为对ISPs定价策略的影响。Biczók等^[16]通过研究ISPs之间存在价格差异的情况下用户向低价ISP的转移行为,分析了考虑客户忠诚度的网络服务定价策略。文献^[17]通过构建两期动态定价竞争模型,分析了顾客忠诚对竞争企业定价决策的影响。用户消费行为之间的影响方面,产业组织理论将交易规模对消费者效用的影响称之为“网络外部性”^[18],通常认为网络总价值随着网络规模的扩大而增加,即消费该类产品的用户越多,该产品对用户越有价值^[19],网络外部性是网络服务在消费领域的一个重要特征。Swann^[20]从用户效用的角度研究,将由于网络规模(市场上消费该产品的人数)扩大带来的额外效用表述为网络规模的线性函数。文献^[21]则将网络外部性对消费者的利益影响显性地表示为消费商品的直接利益和网络利益增量。

对于ISPs而言,网络外部性的技术经济特征与用户客户忠诚的行为倾向都对其定价策略产生着重要的影响。尽管现有的研究分别对两者进行了较为深入的探讨和研究,但却没有关注以上因素共同作用下的价控策略问题。正如文献^[22]所指出,虽然目前的互联网相关的底层技术愈加明朗,但与之相关的经济服务研究还比较少,从消费者购买决策到网络服务供应商间竞争行为的建模与计算框架研究还处在起步阶段。

本文将考虑在网络外部性与客户忠诚行为倾向双重因素下,ISPs的网络服务价格竞争策略,从消费者效用的角度出发,构建用户在网络外部性与客户忠诚行为倾向共同影响下的效用函数,对用户的消费选择行为进行刻画;分析ISPs在不同博弈结构下的价格均衡,并对处于均衡的模型相关性质进行分析。

2 网络外部性与客户忠诚影响下的价控策略模型

假设网络服务市场中存在双寡头垄断供应商ISP1和ISP2,同时向市场提供同质的网络服务,ISP1和ISP2的网络服务定价分别为 p_1, p_2 ,市场份额分别为 d_1, d_2 。ISPs的固定成本主要与网络服务质量相关,当ISPs提供同质的网络服务时,可视为ISPs固定成本相同^[23]。同时,网络服务市场具有高固定成本和零边际成本的特性^[24],因此,ISP1与ISP2具有相同的成本,为了便于分析,本文假设ISPs成本均为零,分析过程中突出网络外部性和消费者客户忠诚倾向对ISPs竞争的影响。ISP1和ISP2是趋利性的,都按照预期收益最大化为决策准则,ISP1与ISP2之间的竞争是典型的非合作博弈行为。

消费者对单位时期的网络服务具有相同的保留价格 r . 消费者是有限理性的, 具有一定的行为倾向差异, 考虑单期市场竞争, 根据消费者对 ISPs 的客户忠诚行为将消费者划分为三种类型: 1) 市场份额为 α_1 的 ISP1 忠诚用户, 当 $p_1 \leq r$ 时, α_1 内的用户只会选择购买 ISP1 提供的网络服务. 2) 市场份额为 α_2 的 ISP2 忠诚用户, $p_2 \leq r$ 时, α_2 内的用户只会选择购买 ISP2 提供的网络服务. 3) 市场份额为 β 的价格敏感型用户, 根据效用最大化原则选择购买 ISP 提供的网络服务. 不失一般性, 将消费规模(即网络服务市场中消费者的数量)归一化, 即 $\alpha_1 + \alpha_2 + \beta = 1$.

由上述条件可以看出, ISP_i 存在最低收益 $\alpha_i r$ (此时定价为用户保留价格 r 时), 因而其任何定价策略带来的收益均不会低于该最低收益. 记 ISP_i 的初始定价及相应的市场份额分别为 p_i^0, d_i^0 , 由于 ISPs 的任何定价策略不低于最低收益, 因此有 $p_i^0 d_i^0 > \alpha_i r$. 不失一般性, 假设 ISP1 为优势网络服务供应商, 具有一定的市场份额及运营收入优势, 有 $d_1^0 > d_2^0, p_1^0 d_1^0 > p_2^0 d_2^0$ (如中国移动通信市场上的中国移动与中国联通).

根据文献[21]的定义, 在具有网络外部性的消费市场中, 用户购买网络服务/产品时所获得综合效用包括基础效用(stand-alone benefit) 和网络效用(network benefit) 两部分. 基础效用是指服务/产品本身带来的效用, 由于 ISPs 为用户提供的网络服务是同质化的, 因此假定用户在选择购买任何一个 ISP 的服务所获得的基础效用相同, 记为 v_0 . 网络效用是指由于使用相同服务/产品的用户即网络规模¹给消费者带来的额外的效用(例如使用同一个手机网络的用户越多, 由于同网话费低于异网话费, 因而用户的电话费用成本就会越低; 再如某个聊天工具的用户越多, 用户获取的信息越多, 从而消费者效用越大, 如中国市场上腾讯提供的 QQ vs 微软提供的MSN). 与文献[20,25]相似, 本文将用户的网络效用增量看作是网络规模的线性函数, 因此, 用户选择购买 ISP_i 的网络服务所获得的效用函数可表示为

$$V_i = v_0 + \delta d_i - p_i, \quad (1)$$

其中 δ 为网络外部性系数($0 < \delta < 1$), 即网络中单位用户给消费者带来的效用增量, 大小反应了网络外部性的强度, δ 越大表示市场中的网络外部性越强.

3 定价博弈分析

根据假设条件, 在网络服务市场中, 不同类型用户的消费选择行为决定了 ISPs 的市场份额, 由于各 ISP 忠诚用户的消费行为比较稳定, 因此, 市场份额为 β 的价格敏感型用户, 其消费选择行为成为了影响 ISPs 定价策略的关键因素. 根据价格敏感型用户的不同决策类型, ISP1 与 ISP2 之间的博弈结构形成不同的情形.

3.1 博弈结构 1: 价格敏感型用户不具有客户忠诚行为倾向

当市场份额为 β 的价格敏感型用户不具有客户忠诚倾向时, 在市场份额 β 内的用户会对购买 ISP1 和 ISP2 网络服务的所得效用 V_1 和 V_2 进行比较, 根据效用最大化原则进行决策.

如果 $V_1 > V_2$, 选择 ISP1, 此时有 $V_1 > V_2 \Rightarrow v_0 + \delta d_1^0 - p_1 > v_0 + \delta d_2^0 - p_2 \Rightarrow p_1 < p_2 + \delta(d_1^0 - d_2^0)$.

同理, 如果 $V_1 = V_2$, 选择 ISP1 或者 ISP2, 此时有 $p_1 = p_2 + \delta(d_1^0 - d_2^0)$. 如果 $V_1 < V_2$, 选择 ISP2, 此时有 $p_1 > p_2 + \delta(d_1^0 - d_2^0)$.

ISP $_i$ 的收益函数为

$$\pi_i = \alpha_i p_i + \varepsilon_i \beta p_i, \quad (2)$$

其中 $\varepsilon_i = 1$, 如果 $V_i > V_j$; $\varepsilon_i = 1/2$, 如果 $V_i = V_j$; $\varepsilon_i = 0$, 如果 $V_i < V_j$.

记博弈结构 1 下 ISP $_i$ 的定价概率分布函数为 $F_{i1}(p)$, 期望收益 $E[\pi_{i1}]$ 为

$$\begin{aligned} E[\pi_{i1}] &= p_i (\alpha_i + \beta \Pr\{V_i \geq V_j\}) = p_i (\alpha_i + \beta \Pr\{p_i < p_j + \delta(d_i^0 - d_j^0)\}) \\ &= p_i (\alpha_i + \beta (1 - F_{j1}(p_j - \delta(d_i^0 - d_j^0)))) \end{aligned} \quad (3)$$

¹网络规模指的是市场上消费该服务/产品的人数, 由于本文将市场份额进行了归一化处理, 因而此处即是 ISP $_i$ 的市场份额 d_i .

ISP_i 在按照期望收益最大化为决策准则进行定价决策时, 会以保证当前收益为前提, 因此有

$$p_i (\alpha_i + \beta (1 - F_{j1} (p_j - \delta(d_i^0 - d_j^0)))) = p_i^0 d_i^0.$$

由于分布函数 F_{j1} 满足 $0 \leq F_{j1} \leq 1$, 代入上式可知 $\frac{p_i^0 d_i^0}{\alpha_i + \beta} \leq p_i \leq \frac{p_i^0 d_i^0}{\alpha_i}$. 由第2节的分析可知 $\frac{p_i^0 d_i^0}{\alpha_i} \geq r$. 显然 ISP_i 的定价不大于用户的保留价格 r , 即 $p_i \leq r$, 否则没有用户会选择其提供的服务, 由此可知

$$p_j \in \left[\frac{p_i^0 d_i^0}{\alpha_i + \beta}, r \right]. \quad (4)$$

将式(3)中的分布函数的变量代入可得, 此时

$$p_j - \delta(d_i^0 - d_j^0) \in \left[\frac{p_j^0 d_j^0}{\alpha_j + \beta}, r \right]. \quad (5)$$

为简化起见, 记 $\delta(d_1^0 - d_2^0) = \theta_0$, $\frac{p_i^0 d_i^0}{\alpha_i + \beta} = \rho_i$. 比较式(4)与式(5), 可以看出 p_i 的定价区间取决于 $\rho_1 - \rho_2$ 与 θ_0 的大小关系, 为此假设当 ISP1 与 ISP2 同时采取最低价 ρ_1 与 ρ_2 时, 价格敏感型用户更偏向于优势厂商 ISP1, 此时 $\rho_1 < \theta_0 + \rho_2$, 即 $\delta \in \left(\frac{\rho_1 - \rho_2}{d_1^0 - d_2^0}, 1 \right)$.

由上分析并结合式(4)与式(5), 可得 ISPs 的定价区间为

$$\begin{cases} \rho_2 + \theta_0 \leq p_1 \leq r \\ \rho_2 \leq p_2 \leq r - \theta_0, \end{cases} \quad (6)$$

因此, 在价格敏感型用户遵循决策行为情况下, ISPs 在其定价区间内应满足的条件为

$$\begin{cases} p_1 (\alpha_1 + \beta (1 - F_{21} (p_1 - \theta_0))) = (\alpha_1 + \beta) (\rho_2 + \theta_0) \\ p_2 (\alpha_2 + \beta (1 - F_{11} (p_2 + \theta_0))) = (\alpha_2 + \beta) \rho_2. \end{cases} \quad (7)$$

解式(7), 得到博弈结构 1 下 ISPs 混合策略均衡的价格分布

$$F_{11}^*(p) = \begin{cases} 0, & p < \rho_2 + \theta_0 \\ \frac{\beta + \alpha_2}{\beta} - \frac{p_2^0 d_2^0}{\beta (p - \theta_0)}, & \rho_2 + \theta_0 \leq p < r \\ 1, & p \geq r, \end{cases} \quad (8)$$

$$F_{21}^*(p) = \begin{cases} 0, & p < \rho_2 \\ \frac{\beta + \alpha_1}{\beta} - \frac{(\alpha_1 + \beta) (\rho_2 + \theta_0)}{\beta (p + \theta_0)}, & \rho_2 \leq p < r - \theta_0 \\ 1, & p \geq r - \theta_0. \end{cases} \quad (9)$$

此时, ISPs 的期望收益为

$$E[\pi_{11}] = \int_{\rho_2 + \theta_0}^r (\alpha_1 p + \beta p (1 - F_{21}^*(p - \theta_0))) dF_{11}^*(p) = (\alpha_1 + \beta) (\rho_2 + \theta_0), \quad (10)$$

$$E[\pi_{21}] = \int_{\rho_2}^{r - \theta_0} (\alpha_2 p + \beta p (1 - F_{11}^*(p + \theta_0))) dF_{21}^*(p) = p_2^0 d_2^0. \quad (11)$$

由上可知, 博弈结构 1 拓展了伯川德博弈模型, 在网络外部性的条件下, 通过分析用户的消费选择行为, 将用户分为忠诚用户与价格敏感型用户. 通过分析价格敏感型用户不具有客户忠诚时双寡头 ISP1 与 ISP2 的定价博弈, 得到混合策略均衡. 在实际情况下, 消费者一般并非保持完全的中立或理性状态, 在 ISP1 与 ISP2 的市场竞争中, 由于广告宣传、品牌影响力等因素, 消费者往往具有一定的客户忠诚行为倾向, 表现

为消费选择上存在对于品牌的依赖与偏好^[6,11]. 为了便于研究, 假定市场份额 β 内价格敏感型用户的客户忠诚行为倾向是一致的, 当市场份额 β 内的消费者对于特定的 ISP 具有客户忠诚行为倾向时, 在消费者效用模型中, 可以表示为一个效用的增量 \bar{v} , 此时客户忠诚行为倾向增加了价格敏感型用户对相应 ISP 的支付意愿. 根据市场份额 β 内的价格敏感型用户的购买决策, ISPs 之间的博弈结构可以分为博弈结构 2 和博弈结构 3 两种情况.

3.2 博弈结构 2: 价格敏感型用户对优势 ISP 具有客户忠诚行为倾向

当价格敏感型用户对处于优势市场地位的 ISP1 具有客户忠诚行为倾向时, 其购买决策如下:

如果 $V_1 + \bar{v} \geq V_2$, 选择 ISP1, 此时有 $p_1 \leq p_2 + \theta_0 + \bar{v}$, ISPs 的市场份额为 $d_1 = \alpha_1 + \beta, d_2 = \alpha_2$;

如果 $V_1 + \bar{v} < V_2$, 选择 ISP2, 此时有 $p_1 > p_2 + \theta_0 + \bar{v}$, ISPs 的市场分别为 $d_1 = \alpha_1, d_2 = \alpha_2 + \beta$.

如果网络服务供应商均以现有价格进行定价, 即 ISP1 与 ISP2 的定价策略为 p_1^0, p_2^0 , 由于市场份额 β 内的价格敏感型用户倾向于 ISP1, 此时对于 ISP2 而言, 如果率先改变其定价, 直至满足条件 $p_2 < p_1 - \theta_0 - \bar{v}$, ISP2 会争得所有市场份额 β 内的价格敏感型用户的市场份额, 此时 ISP2 的收益函数为 $\pi_2 = (\alpha_2 + \beta)(p_1 - \theta_0 - \bar{v})$.

若 $\pi_2 \leq p_2^0 d_2^0$, ISP2 虽然增加了市场份额, 但其收益并无增加, 因而 ISP2 没有动机改变其现有定价策略 p_2^0 . 可以看出, 在 $\pi_2 \leq p_2^0 d_2^0$ 条件下, 网络服务供应商 ISP1 与 ISP2 不具有改变其现有定价策略的动机, 此时现有定价策略构成纯策略 Nash 均衡. 然而, 由于 ISPs 的趋利性, ISPs 双方只会选择用对手无法确定的规则来进行价格竞争, 与现实相对应, 双方的最优选择应组合成为混合策略均衡. 因此, 假定 $\pi_2 > p_2^0 d_2^0$, ISP2 在通过率先降价增加市场份额的同时也增加了收益, 此时 ISP2 具有动机打破现有的定价均衡.

由分析可知, 当 ISP1 与 ISP2 均采用最低价格 ρ_1, ρ_2 定价时, β 内消费者对 ISP1 具有客户忠诚行为倾向, 因而满足 $V_1 + \bar{v} \geq V_2$ 的条件, 即 $\rho_1 - \rho_2 < \theta_0 + \bar{v}$. 此时 $\bar{v} \in (\rho_1 - \rho_2 - \theta_0, p_1^0 - \rho_2 - \theta_0)$, ISP1 的保证收益为 $\pi_1 = (\alpha_1 + \beta)(\rho_2 + \theta_0 + \bar{v})$.

综合上述条件, 可得 ISPs 的定价区间为

$$\begin{cases} p_1 \in (\rho_2 + \theta_0 + \bar{v}, r) \\ p_2 \in (\rho_2, r - \theta_0 - \bar{v}). \end{cases} \quad (12)$$

当满足上述条件时, 双方的最优选择服从一定的概率分布, 其决策组合为混合策略, ISPs 的混合策略均衡由博弈结构 2 下双方的期望收益函数 $E[\pi_{12}]$ 和 $E[\pi_{22}]$ 决定. 由于 ISPs 在制定定价策略时, 其竞争所得不会低于现阶段保证收益所得, 因此有

$$\begin{cases} \alpha_1 p_1 + \beta p_1 (1 - F_{22}(p_1 - \theta_0 - \bar{v})) = (\alpha_1 + \beta)(\rho_2 + \theta_0 + \bar{v}) \\ \alpha_2 p_2 + \beta p_2 (1 - F_{12}(p_2 + \theta_0 + \bar{v})) = p_2^0 d_2^0. \end{cases} \quad (13)$$

解式(13), 得到博弈结构 2 下 ISPs 混合策略均衡的价格分布

$$F_{12}^*(p) = \begin{cases} 0, & p < \rho_2 + \theta_0 + \bar{v} \\ \frac{\beta + \alpha_2}{\beta} - \frac{p_2^0 d_2^0}{\beta(p - \theta_0 - \bar{v})}, & \rho_2 + \theta_0 + \bar{v} \leq p < r \\ 1, & p \geq r, \end{cases} \quad (14)$$

$$F_{22}^*(p) = \begin{cases} 0, & p < \rho_2 \\ \frac{\beta + \alpha_1}{\beta} - \frac{(\alpha_1 + \beta)(\rho_2 + \theta_0 + \bar{v})}{\beta(p + \theta_0 + \bar{v})}, & \rho_2 \leq p < r - \theta_0 - \bar{v} \\ 1, & p \geq r - \theta_0 - \bar{v}. \end{cases} \quad (15)$$

此时, ISPs 的期望收益为

$$E[\pi_{12}] = \int_{\rho_2 + \theta_0 + \bar{v}}^r (\alpha_1 p + \beta p (1 - F_{22}^*(p - \theta_0 + \bar{v}))) dF_{12}^*(p) = (\alpha_1 + \beta) (\rho_2 + \theta_0 + \bar{v}), \quad (16)$$

$$E[\pi_{22}] = \int_{\rho_2}^{r - \theta_0 - \bar{v}} (\alpha_2 p + \beta p (1 - F_{12}^*(p + \theta_0 + \bar{v}))) dF_{22}^*(p) = p_2^0 d_2^0. \quad (17)$$

博弈结构 2 为序贯博弈, ISP2 具有调价动机时会率先进行价格调整, 争取先动优势, ISP1 与 ISP2 根据分布函数 $F_{12}^*(p)$, $F_{22}^*(p)$ 构成了价格竞争的混合策略均衡.

3.3 博弈结构 3: 价格敏感型用户对劣势 ISP 具有客户忠诚行为倾向

当价格敏感型用户对处于劣势市场地位的 ISP2 具有客户忠诚行为倾向时, 其购买决策如下:

如果 $V_2 + \bar{v} \geq V_1$, 选择 ISP2, 此时有 $p_2 \leq p_1 - \theta_0 + \bar{v}$, ISP1, ISP2 的市场份额分别为 $d_1 = \alpha_1$, $d_2 = \alpha_2 + \beta$;

如果 $V_2 + \bar{v} < V_1$, 选择 ISP1, 此时有 $p_2 > p_1 - \theta_0 + \bar{v}$, ISP1, ISP2 的市场份额分别为 $d_1 = \alpha_1 + \beta$, $d_2 = \alpha_2$.

在消费者客户忠诚行为倾向的影响下, ISP1 具有率先进行价格调整的动机, ISPs 之间的定价博弈最终形成混合策略均衡. 同时, ISP1 与 ISP2 的价格下限满足条件 $V_2 + \bar{v} > V_1$, 即 $\rho_1 - \theta_0 + \bar{v} > \rho_2$. 此时 $\bar{v} \in (\rho_2 - \rho_1 + \theta_0, p_2^0 - \rho_1 + \theta_0)$, 则 ISPs 的定价区间为

$$\begin{cases} p_1 \in (\rho_1, r + \theta_0 - \bar{v}) \\ p_2 \in (\rho_1 - \theta_0 + \bar{v}, r). \end{cases} \quad (18)$$

博弈结构 3 下, ISPs 混合策略均衡的价格分布 $F_{13}^*(p)$, $F_{23}^*(p)$ 为

$$F_{13}^*(p) = \begin{cases} 0, & p < \rho_1 \\ \frac{\beta + \alpha_2}{\beta} - \frac{(\alpha_2 + \beta) (\rho_1 - \theta_0 + \bar{v})}{\beta (p - \theta_0 + \bar{v})}, & \rho_1 \leq p < r + \theta_0 - \bar{v} \\ 1, & p \geq r + \theta_0 - \bar{v}, \end{cases} \quad (19)$$

$$F_{23}^*(p) = \begin{cases} 0, & p < \rho_1 - \theta_0 + \bar{v} \\ \frac{\beta + \alpha_1}{\beta} - \frac{p_1^0 d_1^0}{\beta (p + \theta_0 - \bar{v})}, & \rho_1 - \theta_0 + \bar{v} \leq p < r \\ 1, & p \geq r. \end{cases} \quad (20)$$

此时, ISPs 的期望收益为

$$E[\pi_{13}] = \int_{\rho_1}^{r + \theta_0 - \bar{v}} (\alpha_1 p + \beta p (1 - F_{23}^*(p - \theta_0 + \bar{v}))) dF_{13}^*(p) = p_1^0 d_1^0, \quad (21)$$

$$E[\pi_{23}] = \int_{\rho_1 - \theta_0 + \bar{v}}^r (\alpha_2 p + \beta p (1 - F_{13}^*(p + \theta_0 - \bar{v}))) dF_{23}^*(p) = (\alpha_2 + \beta) (\rho_1 - \theta_0 + \bar{v}). \quad (22)$$

ISP1 与 ISP2 根据价格分布函数 $F_{13}^*(p)$, $F_{23}^*(p)$ 构成了博弈结构 3 下价格竞争的混合策略均衡.

4 博弈均衡分析

比较以上不同博弈结构下均衡状态的定价策略, 可以考察在网络外部性与客户忠诚行为倾向影响下 ISPs 价控策略的若干性质, 为此给出下列结论.

定理 1 当网络外部性与价格敏感型用户的忠诚行为倾向共同作用于处于市场优势的 ISP 时, 相较于博弈结构 1 中价格敏感型用户不具有客户忠诚行为倾向情形, ISPs 之间定价博弈的均衡策略空间出现紧缩.

证明 在博弈结构 2 的条件下, 若市场份额 β 内的消费者对优势网络服务供应商 ISP1 具有客户忠诚

行为倾向, 根据式(12), 此时网络服务供应商 ISP1 与 ISP2 的定价区间为

$$p_1 \in (\rho_2 + \theta_0 + \bar{v}, r), p_2 \in (\rho_2, r - \theta_0 - \bar{v}).$$

不考虑价格敏感型用户的客户忠诚倾向因素时, 根据博弈结构 1 中网络服务供应商之间的定价博弈分析, 其混合策略均衡的定价区间由式(6)给出 $p_1 \in [\rho_2 + \theta_0, r]$, $p_2 \in [\rho_2, r - \theta_0]$.

比较两种博弈情形下的定价区间, 可知当消费者对双寡头网络服务供应商中的优势厂商 ISP1 具有客户忠诚行为倾向时, 网络服务供应商间定价博弈的均衡策略空间较小. 证毕.

定理 1 说明, 在网络外部性市场中, 当消费者对网络服务市场中的优势供应商(ISP1)具有客户忠诚的行为倾向时, 进一步加强了 ISP1 的市场优势, 从而使得 ISPs 间定价策略发生变化; 与价格敏感型用户不具有客户忠诚倾向的情形相比, 此时 ISPs 定价博弈的策略空间更为紧密.

定理 2 当仅考虑网络外部性时, 处于市场优势ISP的期望收益与网络外部性强度呈正比, 且市场份额优势越明显, 其期望收益越大.

证明 在博弈结构 1 中, 价格敏感型用户不具有客户忠诚行为倾向, 只考虑网络外部性的影响. 根据期望收益 $E[\pi_{11}] = (\rho_2 + \theta_0)(\alpha_1 + \beta)$, $E[\pi_{21}] = p_2^0 d_2^0$ 可以看出, 对于市场中处于相对劣势的 ISP2 而言, 其期望收益与网络外部性无关; 而对于优势厂商 ISP1, 此时的期望收益是网络外性强度 δ 的线性函数, 其斜率 $d_1^0 - d_2^0$ 为优势厂商 ISP1 与竞争厂商 ISP2 的初始市场份额差异. 证毕.

定理 2 表明, 在网络外部性市场中, 处于市场优势地位的 ISP1 受网络外部性带来的正反馈效应, 且当市场份额优势越明显时, 其期望收益越大. 在中国的电信市场初期, 先拥有市场份额的中国移动网络外部性效用大于中国联通, 更能诱发新用户的购买行为, 带来正反馈效应, 导致后期中国中移动的发展比中国联通快, 收益远大于中国联通. 2007 年底中国联通的用户总数 1.6 亿户, 中国移动达到了 3.69 亿户, 同时, 截至 2008 年第一季度的业绩, 中国移动盈利 241.02 亿元则是中国联通盈利 20.22 亿元的 10.8 倍^[26].

定理 3 当价格敏感型用户对 ISP 有客户忠诚倾向时, 最优均衡策略发生变化, 期望收益提高.

证明 当价格敏感型用户对 ISP 具有客户忠诚行为倾向时, 存在两种情况,

1) 博弈结构 2 中, 价格敏感型用户对于优势厂商 ISP1 具有客户忠诚行为倾向, ISP1 的期望收益 $E[\pi_{12}] = (\alpha_1 + \beta)(\rho_2 + \theta_0 + \bar{v})$ (式(16)). 相较于博弈结构 1 中, 价格敏感型用户不具有客户忠诚的情况, ISP1 的期望收益 $E[\pi_{11}] = (\alpha_1 + \beta)(\rho_2 + \theta_0)$ (式(10)). 对比两式可知 $E[\pi_{12}] > E[\pi_{11}]$.

2) 博弈结构 3 中, 价格敏感型用户对 ISP2 具有客户忠诚行为倾向时, ISP2 的期望收益为 $E[\pi_{23}] = (\alpha_2 + \beta)(\rho_1 - \theta_0 + \bar{v})$ (式(22)), 相比较博弈结构 1, 价格敏感型用户不具有客户忠诚的情况下, ISP2 的期望收益所得 $E[\pi_{21}] = p_2^0 d_2^0$ (式(11)). 根据博弈结构 3 中的条件, 可知价格敏感型用户对 ISP2 具有客户忠诚倾向时, 满足条件 $\rho_1 - \theta_0 + \bar{v} > \rho_2$, 代入式(22), 可得 $E[\pi_{23}] > E[\pi_{21}]$. 证毕.

定理 3 反映了用户客户忠诚行为倾向对 ISPs 期望收益的影响, 说明了赢得用户的客户忠诚是提升 ISPs 竞争力的重要手段. 近些年来, 品牌影响力已逐渐成为企业的核心竞争力之一. 在网络服务的寡头垄断市场中, 电信、联通和移动三大基础 ISPs 通过广告宣传、促销优惠及网络套餐等方式吸引用户, 力图通过用户的品牌偏好赢得客户忠诚进而扩大市场份额, 增加收益. 而考虑市场的网络外部性效应, 考察由于网络规模变化对 ISP 定价策略均衡的影响, 给出下面的结论.

定理 4 考虑网络外部性的影响, 当价格敏感型用户对 ISP 具有忠诚倾向时, 其期望收益增量与客户忠诚倾向及网络外部性的关系如下: 1) 当价格敏感型用户对优势厂商 ISP1 具有客户忠诚行为倾向时, 优势厂商的期望收益增量随客户忠诚倾向的增加而增加, 与网络外部性强度无关; 劣势厂商的期望收益增量与客户忠诚倾向、网络外部性强度均无关; 2) 当价格敏感型用户对劣势厂商 ISP2 具有客户忠诚行为倾向时, 优势厂商的期望收益增量与客户忠诚倾向无关, 随网络外部性强度的增加而递减; 劣势厂商的期望收益增量随客户忠诚倾向的增加而增加, 随网络外部性强度的增加而递减.

证明 1) 当价格敏感型用户对 ISP1 具有忠诚行为倾向时, ISP1 与 ISP2 的期望收益增量 ΔE_{11} , ΔE_{21} 为

$$\Delta E_{11} = E[\pi_{12}] - E[\pi_{11}] = (\alpha_1 + \beta)\bar{v}, \quad \Delta E_{21} = E[\pi_{22}] - E[\pi_{21}] = 0,$$

可以看出, ΔE_{11} 与 δ 无关, 随 \bar{v} 的增加而增加; ΔE_{21} 与 δ, \bar{v} 均无关.

2) 当价格敏感型用户对 ISP2 具有忠诚行为倾向时, ISP1 与 ISP2 的期望收益增量 ΔE_{12} , ΔE_{22} 为

$$\begin{aligned} \Delta E_{12} &= E[\pi_{13}] - E[\pi_{11}] = p_1^0 d_1^0 - (\alpha_1 + \beta)(\rho_2 + \theta_0), \\ \Delta E_{22} &= E[\pi_{23}] - E[\pi_{21}] = (\alpha_2 + \beta)(\rho_1 - \theta_0 + \bar{v}) - p_2^0 d_2^0. \end{aligned}$$

将 ΔE_{12} , ΔE_{22} 分别对 δ 求一阶偏导数得

$$\frac{d(\Delta E_{12})}{d\delta} = -(\alpha_1 + \beta)(d_1^0 - d_2^0) < 0, \quad \frac{d(\Delta E_{22})}{d\delta} = -(\alpha_2 + \beta)(d_1^0 - d_2^0) < 0,$$

故 ΔE_{12} , ΔE_{22} 随 δ 的增加而递减.

将 ΔE_{12} , ΔE_{22} 分别对 \bar{v} 求一阶偏导数可得

$$\frac{d\Delta E_{12}}{d\bar{v}} = 0, \quad \frac{d\Delta E_{22}}{d\bar{v}} = (\alpha_2 + \beta) > 0,$$

故 ΔE_{12} 与 \bar{v} 无关, ΔE_{22} 随 \bar{v} 的增加而增加.

证毕.

定理 4 表明, 在网络服务市场中, 当 ISP v 处于市场优势地位时, 其期望收益增量与网络外部性无关, 随客户忠诚倾向 \bar{v} 的增加而增加; 反之, 当 ISP 处于相对市场劣势地位时, 其期望收益增量随网络外部性强度 δ 的增加而递减, 随客户忠诚倾向 \bar{v} 的增加而增加. 由此看出, 随着网络市场的发展, 竞争中处于市场优势地位的 ISP, 其企业运营收益的重点已由单纯追求市场份额逐步转向客户关系的管理, 力求通过赢得消费者的客户忠诚行为倾向从而增加企业的收益. 相对而言, ISP 在市场竞争中处于弱势地位时, 可以通过赢得消费者对其品牌的客户忠诚行为倾向增加收益, 但同时其期望收益的增量受到市场网络外部性的影响, 网络外部性越强, 增量越小.

5 数值算例

为了直观分析网络服务市场中网络外部性与消费者客户忠诚倾向对 ISPs 价格竞争的影响, 设计算例模型分析参数 δ, \bar{v} 的变化对系统的影响. 根据博弈分析中的假设及约束条件, 设置算例基准参数为 $d_1^0 = 0.6, d_2^0 = 0.3, p_1^0 = 0.75, p_2^0 = 0.7, \alpha_1 = 0.4, \alpha_2 = 0.2, \beta = 0.4, v_0 = 0.8, r = 1, \delta = 0.8, \bar{v} = 0.1$.

5.1 ISPs 收益分析

依据价格敏感型用户在不同客户忠诚行为倾向情形下的决策类型, 分析网络外部性系数 δ 对不同博弈结构下 ISPs 期望收益的影响. 根据博弈分析中的条件约束, 在基准参数的条件下, 可得出 δ 的范围为 [0.708 3, 1].

图 1 给出了在博弈结构 1 与博弈结构 2 下, 网络外部性效应(δ)对 ISPs 期望收益影响的比较. 从图 1 可以发现: 1) 当价格敏感型用户不具有客户忠诚行为倾向($\bar{v} = 0$)或价格敏感型用户对处于网络服务市场优势地位的 ISP1 具有客户忠诚行为倾向时($\bar{v} = 0.1$), 两种情况下 ISP1 的期望收益 $E[\pi_{11}], E[\pi_{12}]$ 都随网络外部性强度 δ 的增加而增加; 2) 随着网络外部性强度 δ 的增加, ISP2 的期望收益 $E[\pi_{21}], E[\pi_{22}]$ 保持不变; 3) 当价格敏感型用户对 ISP1 具有客户忠诚行为倾向时, ISP1 的期望收益有所增加($E[\pi_{12}] > E[\pi_{11}]$).

图 2 给出了在博弈结构 1 与博弈结构 3 下, 网络外部性效应(δ)对 ISPs 期望收益影响的比较. 如图 2 所示, 当价格敏感型用户对处于市场劣势地位的 ISP2 具有客户忠诚行为倾向时($\bar{v} = 0.1$): 1) ISP2 的期望收益虽然有所增加($E[\pi_{23}] > E[\pi_{21}]$), 但在网络外部性的影响下, 其期望收益 $E[\pi_{23}]$ 随网络外部性强度 δ 的增加而递减; 2) ISP1 的期望收益有所减少($E[\pi_{13}] < E[\pi_{11}]$), 同时, 随着网络外部性强度 δ 的增加, 优势厂

商 ISP1 的期望收益 $E[\pi_{13}]$ 保持不变。

图 3 给出了网络外部性效应(δ)对 ISPs 期望收益增量的影响. 从图 3 可知: 1) 当价格敏感型用户对 ISP1 (优势地位)具有客户忠诚倾向时, ISP1 的期望收益增量 $E[\pi_{21}] - E[\pi_{11}]$ 及 ISP2 的期望收益增量 $E[\pi_{22}] - E[\pi_{21}]$ 均与网络外部性强度 δ 无关; 2) 当价格敏感型用户对 ISP2 (劣势地位)具有客户忠诚倾向时, ISP1 的期望收益增量 $E[\pi_{13}] - E[\pi_{11}]$ 及 ISP2 的期望收益增量 $E[\pi_{23}] - E[\pi_{21}]$ 随着网络外部性强度的增加而不断减小

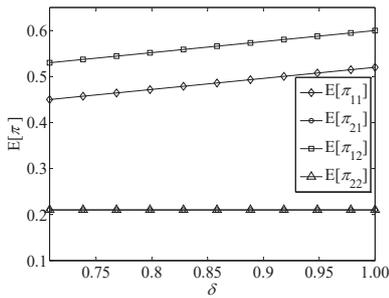


图 1 δ 对期望收益影响比较(1)

Fig. 1 Comparison of the effects of δ on the expected revenues (1)

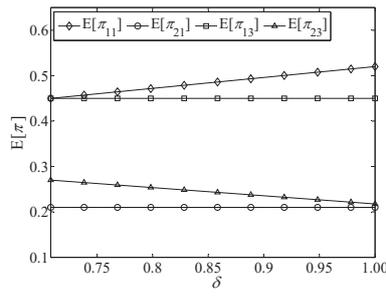


图 2 δ 对期望收益影响比较(2)

Fig. 2 Comparison of the effects of δ on the expected revenues (2)

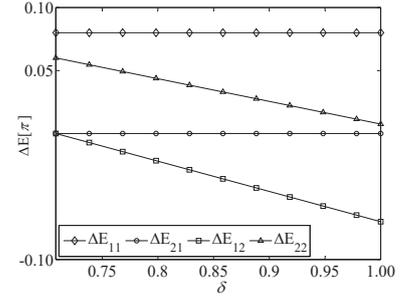


图 3 δ 对期望收益增量的影响

Fig. 3 Effects of δ on the expected revenue increments

5.2 社会总福利分析

在博弈结构 1 的条件下, 当 ISPs 价格博弈处于混合策略均衡时, 其社会总福利为

$$W_1 = (v_0 + \delta d_1^0) (\alpha_1 + \beta \Pr\{V_1 \geq V_2\}) + (v_0 + \delta d_2^0) (\alpha_2 + \beta \Pr\{V_1 < V_2\})$$

$$= (v_0 + \delta d_1^0) \int \frac{(\alpha_1 + \beta) (\rho_2 + \theta_0)}{p} dF_{11}^*(p) + (v_0 + \delta d_2^0) \int \frac{p_2^0 d_2^0}{p} dF_{21}^*(p).$$

同理, 在博弈结构 2 与博弈结构 3 下, ISPs 价格博弈处于混合策略均衡时的社会总福利分别为

$$W_2 = (v_0 + \delta d_1^0) \int \frac{(\alpha_1 + \beta) (\rho_2 + \theta_0 + \bar{v})}{p} dF_{12}^*(p) + (v_0 + \delta d_2^0) \int \frac{p_2^0 d_2^0}{p} dF_{22}^*(p),$$

$$W_3 = (v_0 + \delta d_1^0) \int \frac{p_1^0 d_1^0}{p} dF_{13}^*(p) + (v_0 + \delta d_2^0) \int \frac{(\alpha_2 + \beta) (\rho_1 - \theta_0 + \bar{v})}{p} dF_{23}^*(p).$$

为了分析价格敏感型用户的客户忠诚倾向 \bar{v} 的变化对社会总福利的影响, 取 \bar{v} 以 0.01 为步长从 0.03 到 0.13 变化(图 4). 从图 4 可以发现, 当网络服务市场中的消费者具有客户忠诚行为倾向时:

1) 当价格敏感型用户对 ISP1(优势地位) 具有客户忠诚倾向时, 整个社会福利水平下降($W_2 < W_1$), 且 W_2 随 \bar{v} 的增加而减小; 2) 当价格敏感型用户对 ISP2(劣势地位)具有客户忠诚倾向时, 社会总福利 W_3 随 \bar{v} 的增加而增加; 客户忠诚倾向足够大时($\bar{v} > 0.08$), 社会福利水平将有所提高($W_3 > W_1$), 由此给出如下推论.

推论 1 从社会总福利的角度看, 当价格敏感型用户对优势 ISP 具有客户忠诚倾向时, 网络服务市场的社会总福利有所下降; 而当价格敏感型用户对劣势 ISP 具有客户忠诚倾向时, 网络服务市场的社会福利水平随客户忠诚倾向的增加而增加, 当到达一定程度时, 社会福利水平将有所提高.

推论 1 表明, 当价格敏感型用户对劣势 ISP 具有客户忠诚倾向时, 事实上加剧了优势供应商 ISP1 在网络服务市场中的垄断倾向, 从社会总福利的角度看, 并不利于整个网络服务市场的发展, 最终会造成社会福利水平的下降; 当价格敏感型用户对劣势 ISP 具有客户忠诚倾向时, 增进了 ISPs 间的竞争, 进而促进网络服务市场的发展, 最终提高了社会福利水平, 这与文献[27]的观点一致.

综合定理 1~定理 4 及推论 1 可以看到, 在网络服务市场中, 网络外部性条件下 ISPs 之间的相对市场关

系以及消费者对 ISP 的客户忠诚行为倾向是调节 ISPs 收益与社会总福利的重要因素,前者反映了 ISP 在网络服务市场中的市场地位(如中国移动),后者反映了 ISP 通过品牌塑造及客户管理等措施所形成的品牌地位(如中国联通与中国电信),两种因素在市场竞争中都会对双方的价控策略产生重要影响,在两种因素的共同影响下,ISPs 之间通过特定的规则(混合策略均衡)进行网络服务市场的价值创造与分享.理论和实践(如 2008 年中国三大移动运营商的重组及 3G 牌照的分配方案带来了后期行业格局向均衡方向发展)都表明有机结合两种因素将会提高市场竞争程度,从而增加网络服务市场的社会福利水平.

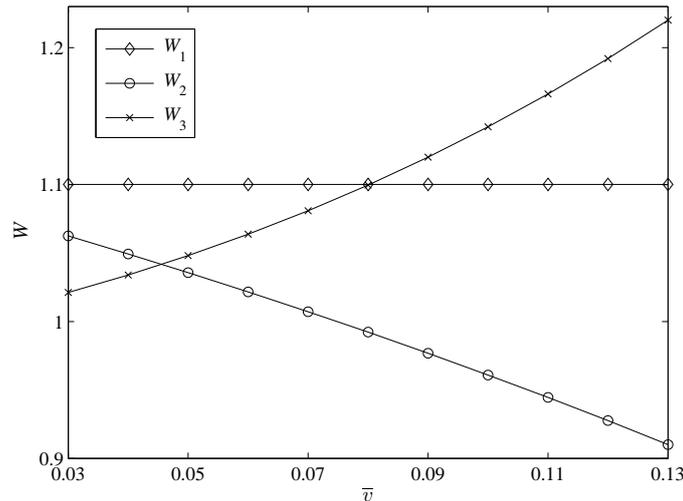


图 4 \bar{v} 对社会总福利的影响

Fig. 4 Effects of \bar{v} on the aggregate social welfare

6 结束语

在网络服务供应商追求期望收益最大化的条件下,研究了不同博弈结构情形下的最优均衡策略及其性质,主要研究结果有: 1) 网络外部性及价格敏感型用户对处于市场优势 ISP 的共同作用促使均衡价格策略空间紧缩. 2) 当价格敏感型用户不具有客户忠诚行为倾向时,处于市场优势 ISP 的期望收益随网络外部性强度的增加而增加,处于市场劣势 ISP 的期望收益与网络外部性强度无关. 3) 当处于市场优势 ISP 具有价格敏感型用户的客户忠诚倾向时,优势 ISP 期望收益增加,期望收益增量与网络外部性强度无关,但网络服务市场的社会总福利有所下降. 当处于市场劣势 ISP 具有价格敏感型用户的客户忠诚倾向时,劣势 ISP 期望收益增加,期望收益增量随网络外部性强度的增加而减小;且随着客户忠诚倾向的增长,社会福利水平将有所提高.

通过构建关于网络服务外部性、客户忠诚行为倾向、ISPs 间相对市场关系与网路服务价控策略的统一分析框架,本文揭示了 ISPs 之间的互动决策关系.但鉴于模型刻画的复杂性,本文只考察了双寡头垄断市场下 ISPs 之间的价控策略问题,因此下一步可以在此基础上进行拓展,考虑当网络服务市场上存在多个 ISPs 情形下(例如我国电信,移动和联通三大主要基础运营商)的互动决策研究.

参考文献:

- [1] CNNIC. The research report of online shopping market in China. <http://www.cnnic.net.cn>, 2014.
- [2] IResearch. Annual monitoring report of online shopping market in China. <http://www.iresearch.cn>, 2015.
- [3] CNNIC. The statistical report of Internet development in China. <http://www.cnnic.net.cn>, 2015.
- [4] Akamai. The state of the Internet report. <http://www.akamai.com/stateoftheinternet>, 2015.

- [5] Tversky A, Kahneman D. The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, 1981, 211(4481): 453–458.
- [6] Chiu K K S, Hsu M K, Lin R J, et al. Power of branding on Internet service providers. *Journal of Computer Information Systems*, 2010, 50(3): 112–120.
- [7] Marr J W. Latest loyalty report further demonstrates ROI of customer loyalty. <http://www.walkerinfo.com>, 2007.
- [8] Choice. ISP satisfaction survey. <http://www.choice.com.au>, 2007.
- [9] Anacom. Survey of broadband use. <http://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=193263>, 2006.
- [10] MCA. Communications market review report. <http://www.mca.org.mt/infocentre>, 2009.
- [11] Chiou J S. The antecedents of consumers' loyalty toward Internet service providers. *Information & Management*, 2004, 41(6): 685–695.
- [12] Thaichon P, Quach T N. Integrated marketing communications and their influences on brand loyalty: A Thai perspective. *International Journal of Studies in Thai Business, Society and Culture*, 2013, 2(1): 55–79.
- [13] Helgesen Ø. Are loyal customers profitable: Customer satisfaction, customer (action) loyalty and customer profitability at the individual level. *Journal of Marketing Management*, 2006, 22(3): 245–266.
- [14] Zhang J Q, Dixit A, Friedmann R. Customer loyalty and lifetime value: An empirical investigation of consumer packaged goods. *Journal of Marketing Theory Practice*, 2010, 18(2): 127–139.
- [15] Trinh T A, Gyarmati L, Sallai G. Understanding the impact of loyal user behaviour on Internet access pricing: A game-theoretic framework. *Telecommunication Systems*, 2011, 48(1/2): 43–61.
- [16] Biczók G, Kardos S, Trinh T A. Pricing Internet access in the presence of user loyalty. *Netnomics*, 2010, 11(2): 119–147.
- [17] 朱亚芹, 许传永, 梁 樑. 基于顾客忠诚的两期定价竞争模型. *系统工程学报*, 2015, 30(1): 44–54.
Zhu Y Q, Xu C Y, Liang L. A two-stage price competition model based on customer loyalty. *Journal of Systems Engineering*, 2015, 30(1): 44–54. (in Chinese)
- [18] Economides N. Network externalities, complementarities, and invitations to enter. *European Journal of Political Economy*, 1996, 12(2): 211–233.
- [19] 刘晓峰, 黄 沛, 杨雄峰. 具有网络外部性的双寡头市场的动态定价策略. *中国管理科学*, 2007, 15(1): 94–98.
Liu X F, Huang P, Yang X F. Optimal dynamic pricing in the presence of network externalities of the duopolistic marketing. *Chinese Journal of Management Science*, 2007, 15(1): 94–98. (in Chinese)
- [20] Swann G M. The functional form of network effects. *Information Economics and Policy*, 2002, 14(3): 417–429.
- [21] Choi J P, Thum M. Market structure and the timing of technology adoption with network externalities. *European Economic Review*, 1998, 42(2): 225–244.
- [22] Nagurney A, Li D, Wolf T, et al. A network economic game theory model of a service-oriented internet with choices and quality competition. *Netnomics*, 2013, 14(1/2): 1–25.
- [23] Shakkottai S, Srikant R. Economics of network pricing with multiple ISPs. *ACM Transactions on Networking*, 2006, 14(6): 1233–1245.
- [24] Rao P M, Klein J A. *Strategies for High-tech Firms: Marketing, Economic, and Legal Issues*. New York: M.E. Sharpe, 2013.
- [25] 王晓明, 李仕明, 倪得兵. 网络外部性下的电信业务服务质量和定价的博弈分析. *系统工程理论与实践*, 2013, 33(4): 910–917.
Wang X M, Li S M, Ni D B. Game analyses on service quality and price of telecom business with network externality. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2013, 33(4): 910–917. (in Chinese)
- [26] 喻世华. 基于网络外部性的电信市场竞争分析. *移动通信*, 2008, 32(15): 78–83.
Yu S H. Analysis of telecommunication market competition with network externalities. *Mobile Communications*, 2008, 32(15): 78–83. (in Chinese)
- [27] Devaraj S, Fan M, Kohli R. Examination of online channel preference: Using the structure-conduct-outcome framework. *Decision Support Systems*, 2006, 42(2): 1089–1103.

作者简介:

陈波(1980—),男,河南信阳人,博士,副教授,研究方向:决策分析,网络服务控制与优化,Email: okchenbo@mail.ustc.edu.cn;
强科栋(1989—),男,甘肃定西人,硕士生,研究方向:网络服务控制与优化,Email: kdqiang@yeah.net.