

利用临界用户规模提升平台利润的定价策略^①

段文奇, 柯玲芬

(浙江师范大学经济与管理学院, 金华 321004)

摘要: 鉴于临界用户规模由平台价格等变量内生决定, 与文献视其为阻碍平台发展的主要因素观点相反, 提出了通过调控临界用户规模大小提升双边平台利润的两阶段定价策略. 引入复杂网络方法构建了包含临界用户规模的两阶段定价模型, 基于数值计算结果分析了两阶段定价策略的效果, 考察了平台服务质量、交叉网络效应和度分布指数等参数对最优定价策略及其效果的影响. 研究发现, 基于临界用户规模的两阶段定价策略可以显著提高平台企业的最优利润, 提高相对服务质量优势有助于提高两阶段定价策略的最优利润和市场份额, 提高交叉网络效应强度或增大度分布指数将提升两阶段定价策略相对于不考虑临界用户规模的传统定价策略的利润改进效果. 研究结论为平台管理者制定利用临界用户规模特征提升利润的价格策略提供借鉴和启示.

关键词: 临界用户规模; 双边平台; 正反馈; 两阶段定价策略

中图分类号: F062.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2019)12-0040-16

0 引言

滴滴打车是近年来互联网平台领域中涌现出的独角兽企业, 平台通过对双边用户—司机和乘客同时施行高额度的补贴. 经过近4年的烧钱后, 逐渐取消了大规模、全方位的补贴政策, 取而代之的是根据乘客和司机的边际行为进行动态定价. 深入分析打车市场的竞争行为, 可以发现: 1) 与腾讯、阿里巴巴、百度、360、优酷和携程等具有双边市场特征的平台型企业一样, 其发展过程中存在“鸡蛋悖论”式临界用户规模现象: 平台双方用户都在等待对方先加入平台, 超过临界规模以上用户时平台才能够实现正反馈和自激励发展^[1], 临界用户规模做为衡量用户加入平台面临的风险大小对新用户的决策和选择行为有显著影响^[2], 采用了对用户进行补贴、广告促销等催化策略快速获得用户基础以克服临界用户规模问题^[3]; 2)

与之不同的是, 滴滴和优步中国合并取得市场主导地位, 理论上应该获得了超过通常意义上的临界规模数量用户, 但是在取消补贴一段时间后, 平台又针对特定用户在特定时段恢复了低价补贴策略. 后者提示人们思考: 1) 临界用户规模现象的本质是什么, 对应的只是文献通常强调的临界用户数量吗? 2) 临界用户规模现象是否不可逆, 即是否只要用户数量超越了临界点平台就会持续发展? 3) 如果临界用户规模现象是可逆的, 那么临界用户规模这个概念为平台竞争策略提供什么深刻启示? 打车市场的竞争现象为思考前述问题提供了很好的现实案例. 首先, 尽管临界用户概念源于核物理中原子链式反应形成原子弹爆炸的隐喻式表达, 但在网络化市场中本质上是衡量用户协调难度的测度, 意味着在特定市场竞争环境下司机和乘客各自达到一定数量便可以克服协调问题, 而不是只要用户数达到某个固定数字平台就

① 收稿日期: 2017-11-07; 修订日期: 2019-06-25.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71571165).

作者简介: 段文奇(1976—), 男, 湖南邵阳人, 博士, 教授. Email: wenqiduan@vip.126.com

会自动成功^[3],因为协调难度取决于不断变化的市场环境.其次,滴滴合并后取消补贴以及地方网约车新政导致司机减少,立即形成司机和乘客互为减少的负反馈链式反应,迫使平台恢复一定程度的补贴,即临界用户规模现象是动态可逆的.最后,利用司机和乘客的位置信息和效用偏好,价格可以成为调控平台用户行为的重要工具^[4],还可以通过提高平台柔性对推动形成平台生态系统发展的各类控制机制发挥重要作用^[5].因而,打车平台几乎都采取了灵活的“动态定价”政策,希望既可以吸引新用户加入平台,同时又能留住现有用户不流失到竞争平台上^[6],运营过程中借助大数据实现边际定价以提高利润.

基于上述观察,本文不同于现有文献将临界用户规模视为不利于平台发展的障碍,将临界用户规模视为平台系统是否处于正反馈状态的外显指标,研究能否根据用户规模超过临界值前、后两个阶段的特点,分别进行定价,最终实现提高平台企业整体利润的目标,即从平台是否处于正反馈状态探索基于临界用户现象的定价模式.为回答该问题,本文将平台定价转化为两阶段定价,第一阶段目标是快速获得临界用户规模,第二阶段目标是利用前期用户规模尽可能获得利润,分别建立包含临界用户规模的平台两阶段定价模型并对模型进行数值求解,分析平台两阶段双边用户定价及其对应的利润和市场份额,然后综合两阶段利润之和,在总利润最大化原则下确定平台两阶段最优定价.结果表明,平台在启动初期制定低价策略以快速获得用户,达到临界值后制定高价获得更多利润,基于临界用户规模的两阶段定价策略显著提高了平台企业的最优利润.变动平台服务质量、交叉网络效应和度分布指数等主要参数,不会改变两阶段定价策略具有的比较优势,但会影响比较优势的相对大小.因此,利用平台两阶段的发展规律差异,两阶段定价这样的新定价策略,不仅有助于解决“鸡蛋悖论”问题,还可以提高平台企业的总利润.现有文献对网络市场中临界用户规模的现象、内涵、形成原因、催化策略和估计方法等进行了较为深入的研究^[1-8],在此基础上本文基于全新视角,提出并证实了利用临界用户规模制定定价策略的新思想,不仅突破了传统文献视“临界用户规模”为阻碍平台发展的主要因

素的主流观点,研究结果还为平台企业利用临界用户规模特征制定提升平台利润的定价策略提供管理启示.

下面首先对相关研究文献进行简要述评;然后构建包含临界用户规模的平台两阶段定价模型,并分析求解模型的最优定价以及考察不同临界用户规模对最优定价的影响.继而讨论平台两阶段最优定价策略并与不考虑临界用户规模的定价策略进行比较,最后讨论平台服务质量、交叉网络效应和度分布指数等参数对两阶段最优定价及其效果的影响并提出相关管理启示.

1 相关研究述评

平台竞争具有典型的双边市场特征,用户之间存在显著的交叉网络外部性,即平台一类用户所获得的效用取决于使用该平台的另外一类用户的规模和质量,反之亦然^[7].竞争过程中,启动阶段遇到的最大难题是克服“鸡蛋悖论”,平台双方用户都在等待对方先加入平台,只有超过临界规模以上用户时平台才能够实现正反馈和自激励发展,才可能出现新平台占领主要市场份额的情形^[8].Evans 和 Schmalensee^[9]对具有交叉(间接)网络效应的平台竞争中出现的临界用户规模现象进行了分析,根据其形成机理指出交叉网络效应和用户偏好共同形成了约束平台快速发展的临界用户规模问题.可以看出,现有研究主要将临界用户规模作为平台发展中需要克服的障碍,而本文则反过来思考如何利用临界用户规模前后两个阶段的差异来制定新定价策略以提高平台企业利润.

双边平台具有区别于传统企业的市场结构和价值链,导致平台对双边用户的定价不同于传统经济规律.近年来国内外学者从网络外部性、用户归属、平台差异化等视角对双边平台定价进行了深入研究,试图阐明平台定价的规律.与之相关的文献数量比较多,本文不拟详细评述,仅对近几年相关的代表性研究进展进行概要介绍.通过考察平台上第三方卖家的数量和价格,张凯^[10]研究了复合型电商平台的商业模式,比较了京东、天猫、淘宝和美团各自所用定价机制的优劣.

Chakraborty 等^[11]建立了描述平台竞争的博弈模型,运用博弈论分析方法研究了 IaaS 平台的定价策略,发现平台用户规模波动会影响平台定价.此外,刘维奇和张苏^[12]研究了双边平台在纵向兼并及横向兼并结构下的定价机制,发现定价水平和平台利润直接取决于交叉网络效应强度和兼并结构. Ruffle 等^[13]通过构建网络市场定价模型,用真实数据验证了临界用户规模对推动平台成长的重要性.纵观现有平台定价研究文献,少有考虑临界用户规模以及与之相关的平台正反馈机制的作用.但是,正反馈对平台定价影响却很大,表现为用户规模超过临界值后产生的正反馈机制会促进平台实现自我成长,平台可以基于正反馈机制制定较高价格以获取更多利润.因此本文在分析平台定价策略时将正反馈机制纳入平台定价模型,探讨临界用户规模产生的正反馈机制对平台两阶段最优定价策略的影响.

总之,用户规模不但影响平台市场竞争力,还影响平台定价,而已有的定价研究鲜有涉及临界用户规模.关于临界用户规模的研究集中于分析其概念及影响因素,很少涉及临界用户规模对定价的影响.基于前述判断,本文构建包含临界用户规模的平台两阶段定价模型,通过与不考虑临界用户规模的定价策略进行对比,深入分析基于临界用户规模的定价策略的效果,然后考察平台服务质量、交叉网络效应和度分布指数等主要参数的变动对平台最优定价及其效果的影响,研究结果将拓宽和丰富平台定价以及临界用户规模领域的研究.

2 基于临界用户规模的双边平台两阶段定价模型

2.1 平台两阶段定价模型描述

本文将双边平台的用户群体分为两大类,用 b 表示其中一类用户(买方或服务消费方)数, s 表示另一类用户(卖方或服务提供方)数,且市场上每位用户只能代表买方或卖方.

两阶段定价策略的基本思想如图 1 所示,根据临界用户规模特征,将文献中平台企业的一次性定价转化为两阶段策略性定价.第一阶段的定

价目标是到 T_1 时刻快速获得临界用户规模以上的用户基础($b_{T_1} + s_{T_1}$):给定双边用户定价组合($p_{1,b}, p_{1,s}$),根据平台利润函数可计算出到达临界用户规模的时间 T_1 和相应的平台利润 Π_1 ,即 $(p_{1,b}, p_{1,s}) \rightarrow (\Pi_1, T_1)$,其中 $p_{1,b}$ 表示第一阶段对买方的定价, $p_{1,s}$ 表示第一阶段对卖方的定价, Π_1 表示第一阶段平台企业的利润.第二阶段的目标是利用前期用户基础尽可能获得利润:以临界用户规模为第二阶段的初始用户,以第一阶段不同定价组合下确定的 T_1 为初始时间,计算 $[T_1, T]$ 阶段的平台利润,基于利润最大化原则确定对买卖双方的价格及第二阶段平台企业的利润,即 $(b_{T_1}, s_{T_1}, T_1) \rightarrow (p_{2,b}, p_{2,s}, \Pi_2)$,其中 $p_{2,b}$ 表示第二阶段对买方的定价, $p_{2,s}$ 表示第二阶段对卖方的定价, Π_2 表示平台企业在第二阶段的利润.显然,第二阶段 $p_{2,b}$ 、 $p_{2,s}$ 和 Π_2 的最优值取决于时间 T_1 和临界用户规模(b_{T_1}, s_{T_1}). T_1 时间是平台系统处于正反馈状态的时间点,正负反馈状态的分界线由用户基础、平台价格和交叉网络效应等共同决定,真正意义上的临界用户规模是市场结构内生决定的.考虑到便于分析和与静态定价的比较,不将两阶段定价中的临界用户规模视为事先给定的固定参数,通过改变 $p_{1,b}$ 和 $p_{1,s}$ 的大小可以改变 T_1 ,间接改变第二阶段的最优价格和利润.因此,需要对两个阶段的利润之和取最优,以确定平台总利润最大时的最优定价,即通过 $\max(\Pi_1 + \Pi_2)$ 得出最优的 $p_{1,b}$ 、 $p_{1,s}$ 、 T_1 、 $p_{2,b}$ 和 $p_{2,s}$.需要说明的是,将临界用户规模与特定的时间点 T_1 对应起来,主要基于以下考虑:在平台的成长过程中,用户规模始终是处于动态增长的状态,因此很难准确确定临界用户规模的数值,只能根据平台用户规模增长状态来进行判断,即当平台用户规模扩大的速度不断加快,用户规模增加的加速度不断增大,平台出现由临界用户规模现象所产生的正反馈效应,此时可以将用户规模开始出现快速增长的起飞点作为平台处于临界用户规模时刻,对应的用户规模为临界用户规模,前述分析正是基于该判定方法选取的时间点和临界值.此外,由于临界值大小刻画了平台竞争的难易程度,后文将临界用户规模视为参数,考察不同临界用户规模对最优定价的影响.

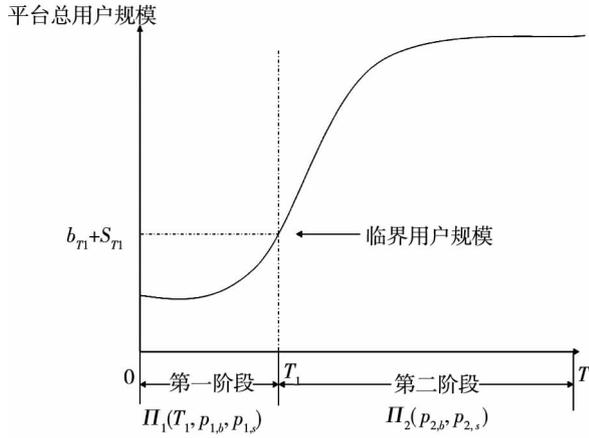


图 1 平台两阶段定价策略的基本思想

Fig. 1 Illustration of platform two period pricing strategy

下面,详细描述平台两阶段定价模型.考虑到平台制定最优价格策略首先表现为对加入该平台的用户规模的影响,其次表现为对竞争均衡时平台市场份额以及利润的影响,因此需要构建既能够开展过程研究又能够进行均衡分析的定价模型.

假设整个市场上的总用户规模为 N ,且存在两个双边平台,新平台 E 和在位平台 I ,这两个平台将面对相同的用户群体展开直接竞争.用 b_{it} 表示 t 时刻平台 $j \in \{E, I\}$ 的买方用户规模, s_{it} 表示 t 时刻平台 j 的卖方用户规模.买方用户构成的社交网络通过信息传播、行为模仿等途径影响用户的平台采用决策.买方用户的社交网络是典型的复杂网络,该网络的度分布为 $p_b(k)$,表示任选一个顶点,该顶点有 k 个网络邻居的概率是 $p_b(k)$.用 $\Phi_{b,j}^{(k,t)}$ 表示度为 k 的买方用户在 t 时刻采用平台 j 的新用户数量,那么 t 时刻整个市场上买方用户采用平台 j 的用户数量 $\Phi_{b,j}^{(t)} = \sum_{k=1}^T p_b(k) \Phi_{b,j}^{(k,t)}$.由于卖方用户的平台采用决策更容易受到竞争对手的决策行为影响,因此基于用户竞争关系形成的竞争网络对双边平台市场竞争有较大影响.

类似地,任选该网络上的一个顶点,令该顶点有 k 个网络邻居的概率为 $p_s(k)$,即该网络的度分布为 $p_s(k)$.用 $\Phi_{s,j}^{(k,t)}$ 表示度为 k 的卖方用户在 t 时刻采用平台 j 的新用户数量,那么 t 时刻整个市场上卖方用户采用平台 j 的用户数量 $\Phi_{s,j}^{(t)} = \sum_{k=1}^T p_s(k) \Phi_{s,j}^{(k,t)}$.

由于社交网络和竞争网络对用户的作用主要

从网络对他们社会影响的程度以及网络度分布两个方面来刻画,用 f_j 衡量平台 j 双边用户的平台采用决策受到社会影响的程度,用 $\rho_{kt}^{(j)}$ 衡量度为 k 的用户的邻居在 t 时刻采用平台 j 的比例,因此 $\rho_{kt}^{(j)} f_j$ 可以衡量网络结构对用户所产生的作用.近年来大量研究发现,实际生活中的很多复杂网络都符合无标度网络,如:互联网、细胞代谢系统、以及好莱坞演员的合演网络等^[14].因此,本文假定双边平台买卖双方用户所处的网络结构都是无标度网络.平台收费有两种方式:注册费和交易费,但交易费在实际操作中收取比较复杂,一般平台都简化为收取固定的交易费,如 Paypal 就是收取固定的交易费,本质上该交易费等价于注册费.因此,为简化起见,本文假定平台对双边用户收取注册费,用户效用函数中以固定价格形式表示.

建模过程中,首先根据平台第一阶段的定价目标,构建基于临界用户规模的双边平台定价模型,该模型包含平台用户在社交网络和竞争网络上的动态耦合作用.由传统双边市场文献可知,双边用户加入平台的效用由平台服务质量、交叉网络效应共同决定^[15],即对于度为 k 的买方用户而言,其在 t 时刻加入平台 j 的效用为

$$V_{k,t}^{(b,j)} = -p_{1,b}^{(j)} + \ln Q_j + \gamma_b (\ln s_{jt} - \ln w_{jt}) + \rho_{k,t}^{(b,j)} f_{jb} \quad (1)$$

式中 $p_{1,b}^{(j)}$ 表示第一阶段平台 j 对买方的定价,价格为负则表示平台补贴用户; Q_j 表示平台 j 的服务质量,既反映了用户对平台独立使用的偏好,也在一定程度上反映了平台买方对平台所能吸引到的卖方及其提供的产品质量,以及卖方对平台上买方及其购买力的偏好; w_{jt} 表示平台 j 临界卖方用户规模; γ_b 表示买方交叉网络效应强度,衡量买方用户对该平台卖方用户规模的关注程度,通常为常数; $\rho_{k,t}^{(b,j)} f_{jb}$ 衡量社交网络对买方效用所产生的作用.

同理,对卖方用户而言,其平台采用决策既与平台服务质量、平台定价以及买方用户数量有关,还与其所处的竞争网络上其他用户的采用决策有关.因此,度为 k 的卖方用户在 t 时刻加入平台 j 的效用为

$$V_{k,t}^{(s,j)} = -p_{1,s}^{(j)} + \ln Q_j + \gamma_s (\ln b_{jt} - \ln w_{jt}) + \rho_{k,t}^{(s,j)} f_{js} \quad (2)$$

式中 $p_{1,s}^{(j)}$ 表示第一阶段平台 j 对卖方的定价; w_{jb} 表示平台 j 临界买方用户规模; γ_s 表示卖方交叉网络效应强度, 衡量卖方用户对该平台买方用户规模关注的程度, 通常取常数; $\rho_{k,t}^{(s,j)} f_{js}$ 衡量竞争网络对卖方效用所产生作用.

将双边平台的市场扩散过程看成是离散动态系统, 所有用户从 $t-1$ 时刻进入 t 时刻后, 对平台采用策略进行同步更新. 买方用户和卖方用户分别根据式(1)和式(2)估算各自采用平台的效用, 然后做出采纳与否的决策. 双边平台随着买卖双方用户的采纳决策更新在市场上开展动态竞争, 按照经典的 Logit 模型对平台的市场份额进行分析, 得到度为 k 的新买方用户在 t 时刻选择平台 j 的比例 $\Phi_{b,j}^{(k,t)}$

$$\Phi_{b,j}^{(k,t)} = \frac{\exp(V_{k,t}^{(b,j)})}{\exp(V_{k,t}^{(b,E)}) + \exp(V_{k,t}^{(b,I)})} \quad (3)$$

度为 k 的新卖方用户在 t 时刻选择平台 j 的比例 $\Phi_{s,j}^{(k,t)}$ 为

$$\Phi_{s,j}^{(k,t)} = \frac{\exp(V_{k,t}^{(s,j)})}{\exp(V_{k,t}^{(s,E)}) + \exp(V_{k,t}^{(s,I)})} \quad (4)$$

将 $V_{k,t}^{(b,j)}$ 、 $V_{k,t}^{(s,j)}$ 分别代入式(3)和式(4)得到

$$\Phi_{b,E}^{(k,t)} = \frac{Q}{Q \left(\frac{s_{II} w_{Es}}{s_{EI} w_{Is}} \right)^{\gamma_b} + e^{\rho_{1,b}^{(E)} - \rho_{1,b}^{(I)} + \rho_{k,t}^{(b,I)} f_{bI} - \rho_{k,t}^{(b,E)} f_{bE}}} \quad (5)$$

$$\Phi_{b,I}^{(k,t)} = \frac{1}{1 + Q \left(\frac{s_{EI} w_{Is}}{s_{II} w_{Es}} \right)^{\gamma_b} + e^{\rho_{1,b}^{(I)} - \rho_{1,b}^{(E)} + \rho_{k,t}^{(b,E)} f_{bE} - \rho_{k,t}^{(b,I)} f_{bI}}} \quad (6)$$

$$\Phi_{s,E}^{(k,t)} = \frac{Q}{Q \left(\frac{b_{II} w_{Eb}}{b_{EI} w_{Ib}} \right)^{\gamma_s} + e^{\rho_{1,s}^{(E)} - \rho_{1,s}^{(I)} + \rho_{k,t}^{(s,I)} f_{sI} - \rho_{k,t}^{(s,E)} f_{sE}}} \quad (7)$$

$$\Phi_{s,I}^{(k,t)} = \frac{1}{1 + Q \left(\frac{b_{EI} w_{Ib}}{b_{II} w_{Eb}} \right)^{\gamma_s} + e^{\rho_{1,s}^{(I)} - \rho_{1,s}^{(E)} + \rho_{k,t}^{(s,E)} f_{sE} - \rho_{k,t}^{(s,I)} f_{sI}}} \quad (8)$$

其中 $Q = Q_E/Q_I$ 为两个平台的质量比, 令 $Q > 1$, 即平台 E 的质量优于平台 I , 本文假定平台 E 的相对质量优势在竞争演化过程中保持不变.

令 $M_{b,t}$ 、 $M_{s,t}$ 分别表示 t 时刻加入平台市场的新买方、卖方用户总数, 平台用户因价格敏感及其他外部影响等会导致用户流失, 但其在每一时刻对整个模型的用户规模变化影响不大, 不会影响整个研究结论, 因此对其作简化处理. 那么 t 时刻平台 E 和平台 I 的买卖双方增加的新用户数量为

$$\dot{b}_{E,t} = M_{b,t} \Phi_{b,E}^{(t)}, \dot{s}_{E,t} = M_{s,t} \Phi_{s,E}^{(t)} \quad (9)$$

$$\dot{b}_{I,t} = M_{b,t} \Phi_{b,I}^{(t)}, \dot{s}_{I,t} = M_{s,t} \Phi_{s,I}^{(t)} \quad (10)$$

然后, 根据经典的 Bass 创新扩散模型预测 t 时刻加入平台市场的新用户总数 M_t ($M_t = M_{b,t} + M_{s,t}$), 买方与卖方新用户数表达式分别为

$$M_{b,t} = \left(\alpha + \beta \frac{b_{j,t}}{N_b} \right) (N_b - b_{j,t}),$$

$$M_{s,t} = \left(\alpha + \beta \frac{s_{j,t}}{N_s} \right) (N_s - s_{j,t})$$

其中 N_b 和 N_s 分别表示整个市场上的买方、卖方总用户规模; 系数 α 表示创新系数(外部影响), 即尚未使用该平台的用户受到大众传媒或其他外部因素的影响开始采用该平台的可能性. 系数 β 表示模仿系数(内部影响), 即尚未使用该平台的人受到已使用者的口碑影响开始采用该平台的可能性^[16].

接下来, 根据平台第二阶段定价目标, 同样构建基于临界用户规模的双边平台定价模型, 即度为 k 的买方用户在 t 时刻加入平台 j 的效用函数为

$$V_{k,t}^{(b,j)} = -p_{2,b}^{(j)} + \ln Q_j + \gamma_b (\ln s_{jt} - \ln w_{js}) + \rho_{k,t}^{(b,j)} f_{jb} \quad (11)$$

式中 $p_{2,b}^{(j)}$ 表示第二阶段平台 j 对买方的定价, 若该定价为负则表示平台补贴用户.

同理, 度为 k 的卖方用户在 t 时刻加入平台 j 的效用函数为

$$V_{k,t}^{(s,j)} = -p_{2,s}^{(j)} + \ln Q_j + \gamma_s (\ln b_{jt} - \ln w_{jb}) + \rho_{k,t}^{(s,j)} f_{js} \quad (12)$$

式中 $p_{2,s}^{(j)}$ 表示第二阶段平台 j 对卖方的定价.

第二阶段平台动态扩散过程跟第一阶段类似, 只需要修改平台定价就可以推导出余下的各个表达式, 此处不再赘述.

最后, 综合上述平台两阶段市场竞争情况, 建立如下平台总利润函数

$$\begin{aligned} \Pi(p_{1,b}^{(E)}, p_{1,s}^{(E)}, p_{2,b}^{(E)}, p_{2,s}^{(E)}) = & \sum_{t=0}^{T_1} (1+\delta)^{-t} M_{b,t} \Phi_{b,b}^{(t)} p_{1,b}^{(E)} + \\ & b_{E,0} p_{1,b}^{(E)} + \sum_{t=0}^{T_1} (1+\delta)^{-t} M_{s,t} \Phi_{s,s}^{(t)} p_{1,s}^{(E)} + s_{E,0} p_{1,s}^{(E)} + \\ & \sum_{t=0}^{T_1} (1+\delta)^{-t-1} M_{b,t+1} \Phi_{E,b}^{(t+1)} p_{2,b}^{(E)} + \\ & \sum_{t=0}^{T_1} (1+\delta)^{-t-1} M_{s,t+1} \Phi_{E,s}^{(t+1)} p_{2,s}^{(E)} \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \Pi(p_{1,b}^{(I)}, p_{1,s}^{(I)}, p_{2,b}^{(I)}, p_{2,s}^{(I)}) &= \sum_{t=0}^{T_1} (1+\delta)^{-t} M_{b,t} \Phi_{I,b}^{(t)} p_{1,b}^{(I)} + \\ & b_{I,0} p_{1,b}^{(I)} + \sum_{t=0}^{T_1} (1+\delta)^{-t} M_{s,t} \Phi_{I,s}^{(t)} p_{1,s}^{(I)} + s_{I,0} p_{1,s}^{(I)} + \\ & \sum_{t=0}^{T_1} (1+\delta)^{-t-1} M_{b,t+1} \Phi_{I,b}^{(t+1)} p_{2,b}^{(I)} + \\ & \sum_{t=0}^{T_1} (1+\delta)^{-t-1} M_{s,t+1} \Phi_{I,s}^{(t+1)} p_{2,s}^{(I)} \end{aligned} \quad (14)$$

式中 δ 是时间折扣因子, 表示对未来收入进行贴现, 体现资金的时间价值。

2.2 确定两阶段定价模型中的最优价格

平台两阶段定价最优价格的确定原则为平台两阶段利润之和处于最大值时所对应的价格组合。根据第一阶段的定价模型确定到达临界用户规模的时间 T_1 和利润 Π_1 。根据第二阶段的定价模型确定该阶段对双边用户的定价 $p_{2,b}$ 、 $p_{2,s}$ 和利润 Π_2 。为表达简洁起见, 下文仅选取平台 E 为对象, 分析该平台的最优定价策略, 即 $(p_{1,b}^{(E)}, p_{1,s}^{(E)}, T_1, p_{2,b}^{(E)}, p_{2,s}^{(E)})$ 。这是因为, 对于平台 I , 按照同样的分析过程, 可以得出类似结果。

2.2.1 第一阶段定价

第一阶段定价需要解决的问题是在给定临界用户规模参数 w_{Eb} 和 w_{Es} 情况下, 确定该阶段的定价与到达临界用户规模需要的时间之间的关系。由于平台第一阶段的定价目标是要快速获得临界用户规模, 使其达到临界状态以便启动正反馈机制促进平台发展, 因此还需要关注平台到达 T_1 阶段的平台利润, 争取以最小的成本获得临界用户规模。

该阶段平台与用户之间相互动态作用的机理为: 平台对双边用户定价 $(p_{1,b}^{(E)}, p_{1,s}^{(E)})$ 决定买卖双方用户效用 $V_{b,t}^{(E)}$ 和 $V_{s,t}^{(E)}$, 进而影响用户平台采纳决策, 平台在双边用户聚集下积累用户规模、获得利润, 直至用户规模达到临界状态。计算时间 T_1 和利润 Π_1 的步骤为: 首先假定临界用户规模为市场用户总数的一定比例, 确定平台的初始用户规模 $b_{E,0}$ 、 $b_{I,0}$ 、 $s_{E,0}$ 和 $s_{I,0}$ 、平台预期寿命 T 、平台相对质量优势等参数以及 $p_{1,b}^{(E)}$ 、 $p_{1,s}^{(E)}$ 的取值区间, 计算平台 E 和平台 I 每阶段新加入的买方用户比例 $\Phi_{E,b}^{(t)}$ 、 $\Phi_{I,b}^{(t)}$; 其次, 确定 t 阶段加入平台市场的新买方用户总数 M_t , 并结合计算出的新加入买方用户比例确定每阶段平台 E 和平台 I 买卖双方用户

数量变化 $\dot{b}_{E,t}$ 、 $\dot{b}_{I,t}$ 、 $\dot{s}_{E,t}$ 、 $\dot{s}_{I,t}$; 再次, 利用买方用户规模之间的关系 $b_{E,t} = b_{E,t-1} + \dot{b}_{E,t-1}$ 、 $b_{I,t} = b_{I,t-1} + \dot{b}_{I,t-1}$ 和卖方用户规模之间的关系 $s_{E,t} = s_{E,t-1} + \dot{s}_{E,t-1}$ 、 $s_{I,t} = s_{I,t-1} + \dot{s}_{I,t-1}$ 对平台动态演化过程进行迭代, 计算出每阶段买卖双方用户数量, 直至平台获得临界用户规模, 对应的时刻即为时间 T_1 , 然后将上述数值结果代入第一阶段平台利润函数式 (15), 得出平台 E 的利润

$$\begin{aligned} \Pi_1(T_1) &= \sum_{t=0}^{T_1} (1+\delta)^{-t} M_{b,t} \Phi_{E,b}^{(t)} p_{1,b}^{(E)} + b_{E,0} p_{1,b}^{(E)} + \\ & \sum_{t=0}^{T_1} (1+\delta)^{-t} M_{s,t} \Phi_{E,s}^{(t)} p_{1,s}^{(E)} + s_{E,0} p_{1,s}^{(E)} \end{aligned} \quad (15)$$

提取数值计算结果, 可以得到不同定价组合下到达临界用户规模的时间 T_1 和利润 Π_1 。

下面通过算例说明基于 Matlab 进行数值计算的过程。由于平台已有用户规模数量对平台临界用户规模现象不足以产生至关重要的影响^[17], 因此, 本文将不考虑平台已有用户规模的影响。假设平台 E 的临界用户规模为市场用户总数的 5%, 不失一般性, 令在位平台 I 的定价为 1, 假定不采用两阶段定价时平台系统内生的临界用户规模为 $w_b = w_s = 50$, 设定均衡状态时 $T = 35$, 其余参数 $N = 2\ 000$, $Q = 3$, $b_{E,0} = s_{E,0} = 5$, $b_{I,0} = s_{I,0} = 10$, $\gamma_b = \gamma_s = 1$, $\alpha = 0.4$, $\beta = 0.4$ 。通过设定平台买卖双方定价区间为 $(-5, 1)$, 即从补贴到收费。观察图 1 平台对买卖双边用户制定不同价格组合到达临界用户规模所需的时间和利润。首先观察定价—时间曲线, 可以发现平台对双边用户定价越低, 到达临界用户规模所需的时间越短。也即在平台启动初期, 双边用户对平台价格比较敏感, 平台对其制定的价格越低, 平台对双边用户的吸引力就越大, 用户愿意加入到该平台中来。然而, 当平台对双边用户定价低于 -3 时, 低价策略, 也即增加对用户的补贴, 不会导致用户规模明显增加, 用户到达临界规模的时间也基本保持不变。此外, 由于网络效应的作用, 在平台启动初期, 买方用户达到一定的用户规模或者平台服务质量等因素满足其预期, 会吸引卖方用户加入平台, 反之亦然。因此, 平台对用户最多实行补贴价格为 3, 不但可以快速达到临界用户规模, 还可以避免资金过度补贴。

根据图 2, 即在不同定价组合下平台双边用

户达到临界用户规模的时间 $T_1 = 6$ 时,买卖双方用户规模均小于 50, $T_1 = 7$ 时,买卖双方用户规模均大于 50,因此将平台 E 到达临界用户规模的时间取整数,即取 $T_1 = 7$,并缩小买卖双方定价取值区间,将演算结果展示在图 2 右侧图中,观察不同

买卖双方定价组合到达临界用户规模的利润(利润为负表示平台付出的成本),可以发现买方和卖方的定价越高,到达临界用户规模的利润越高,买方和卖方的定价越低,到达临界用户规模的成本越高.

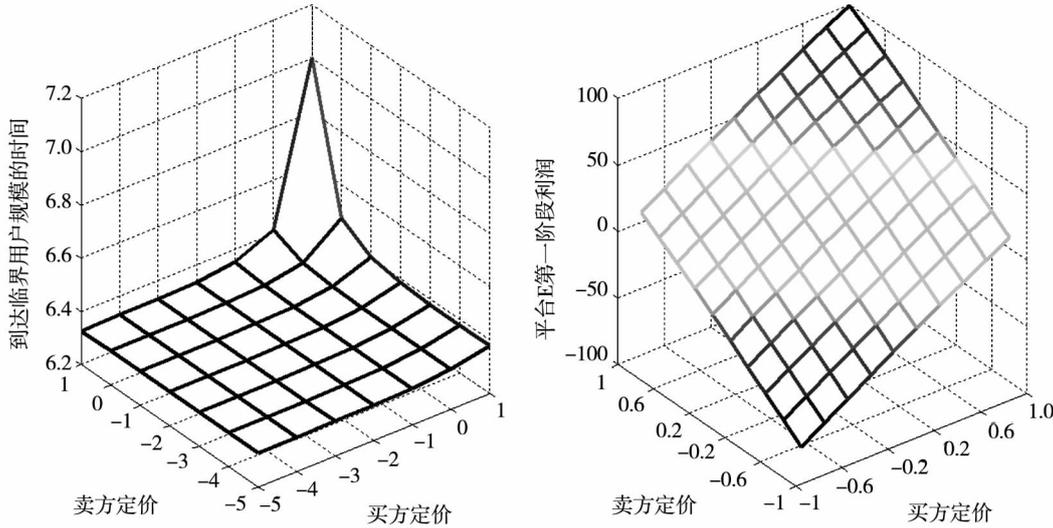


图 2 不同定价组合用户规模到达临界值的时间和利润

Fig. 2 Time and profit for user size reaching the critical mass under different pricing combinations

2.2.2 第二阶段定价

第二阶段定价需要解决的问题是在正反馈机制作用下,确定该阶段定价和利润的关系.由于平台在第一阶段已获得一定规模的用户数量,可以在正反馈机制作用下实现自激励增长,同时在该阶段用户的采纳决策更多的是受到已形成的交叉网络效应、平台质量及用户口碑等因素的影响,用户对平台定价的敏感性降低,平台可以制定尽可能高的价格以获取更高利润.因此该阶段可以基于利润最大化原则确定平台第二阶段最优定价.

该阶段平台演化路径为:以第一阶段一组定价组合所对应的到达临界用户规模的时间 T_1 为初始时刻,以临界用户规模作为第二阶段的初始用户数, $[T_1, T]$ 阶段平台在双边用户的动态耦合作用下不断演化,直至达到均衡状态.该阶段定价 $(p_{2,b}^{(E)}, p_{2,s}^{(E)})$ 和利润 Π_2 的求解步骤为:对平台 E 的第二阶段利润函数

$$\Pi_2(p_{2,b}^{(E)}, p_{2,s}^{(E)}) = \sum_{t=T_1}^T (1+\delta)^{-t} M_{b,t+1} \Phi_{E,b}^{(t+1)} p_{2,b}^{(E)} + \sum_{t=T_1}^T (1+\delta)^{-t} M_{s,t+1} \Phi_{E,s}^{(t+1)} p_{2,s}^{(E)} \quad (16)$$

求一阶导数,得到

$$\frac{\partial \Pi_2}{\partial p_{2,b}^{(E)}} = \sum_{t=T_1}^T (1+\delta)^{-t-1} M_{b,t+1} \frac{\partial \Phi_{E,b}^{(t+1)}}{\partial p_{2,b}^{(E)}} p_{2,b}^{(E)} + \sum_{t=T_1}^T (1+\delta)^{-t-1} M_{b,t+1} \Phi_{E,b}^{(t+1)} + \sum_{t=T_1}^T (1+\delta)^{-t-1} M_{s,t+1} \frac{\partial \Phi_{E,s}^{(t+1)}}{\partial p_{2,b}^{(E)}} p_{2,s}^{(E)} \quad (17)$$

$$\frac{\partial \Pi_2}{\partial p_{2,s}^{(E)}} = \sum_{t=T_1}^T (1+\delta)^{-t-1} M_{b,t+1} \frac{\partial \Phi_{E,b}^{(t+1)}}{\partial p_{2,s}^{(E)}} p_{2,b}^{(E)} + \sum_{t=T_1}^T (1+\delta)^{-t-1} M_{s,t+1} \Phi_{E,s}^{(t+1)} + \sum_{t=T_1}^T (1+\delta)^{-t-1} M_{s,t+1} \frac{\partial \Phi_{E,s}^{(t+1)}}{\partial p_{2,s}^{(E)}} p_{2,s}^{(E)} \quad (18)$$

令 $\frac{\partial \Pi_2}{\partial p_{2,b}^{(E)}} = 0, \frac{\partial \Pi_2}{\partial p_{2,s}^{(E)}} = 0$, 可解得该阶段平台 E

的最优定价 $(p_{2,b}^{(E)}, p_{2,s}^{(E)})$ 和最优利润 Π_2 . 由于价格 $p_{2,b}^{(E)}$ 和 $p_{2,s}^{(E)}$ 是关于交叉网络效应强度、平台相对质量优势、用户网络度分布等参数的隐函数,所以不容易得出最优买方、卖方定价的显式表达式.因此,这部分分析也将基于 Matlab 对利润函数进行数值求解.第二阶段,平台随用户规模动态演化

的迭代过程同第一阶段类似,平台竞争均衡时利润取最大值的定价即为最优定价。

下面仍通过算例说明基于 Matlab 进行数值计算的过程. 同样假设在位平台 I 的定价为 1, 将平台第一阶段不同定价组合下达到 $T_1 = 7$ 时的用户规模分别作为第二阶段的初始用户数, 其余参数值按图 2 取. 平台第二阶段从 $T = 8$ 开始竞争演化直至到达市场均衡状态, 并基于利润最大化原则计算平台在第一阶段每一定价组合下对应的第二阶段最优利润, 结果如图 3 所示, 该阶段最优利润所对应的最优定价如表 1 所示. 首先观察图 3, 发现竞争均衡时平台 E 在第一阶段的定价越高, 第二阶段平台利润越小. 再观察表 1, 发现平台在第二阶段对买卖双方的最优定价策略一致, 即对买卖双方用户都收取较高费用. 双边平台在获得临界用户规模后, 平台会激发正反馈机制, 从而实

现自我快速增长. 因此, 此阶段买卖双边用户的用户规模快速膨胀, 直至达到市场均衡, 用户对平台价格的敏感性较第一阶段低, 平台可以对用户收取较高价格以获取最大利润.

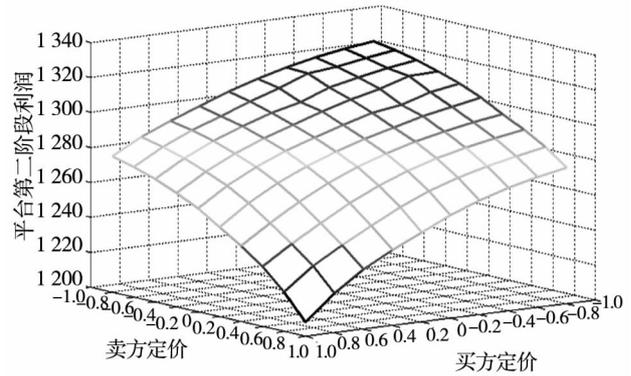


图 3 用户第一阶段定价对应的平台第二阶段最优利润

Fig. 3 Optimal profit in the second period corresponding to each user pricing in the first period

表 1 平台第一阶段不同定价组合下对应的第二阶段最优定价

Table 1 Optimal pricing in the second period corresponding to different pricing combinations in the first period

定价	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
-0.8	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)
-0.6	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)
-0.4	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.2,3.4)	(3.4,3.2)
-0.2	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.2,3.4)	(3.4,3.2)
0	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.2)	(3.2,3.4)	(3.2,3.4)	(3.2,3.4)	(3.4,3.2)
0.2	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.4)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.2,3.4)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)
0.4	(3.4,3.4)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.2,3.4)	(3.2,3.4)	(3.2,3.4)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.2,3.2)
0.6	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.2,3.4)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.2,3.4)	(3.2,3.2)	(3.2,3.2)
0.8	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.2,3.4)	(3.2,3.4)	(3.2,3.4)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.2,3.2)	(3.2,3.2)	(3.2,3.2)
1.0	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.4,3.2)	(3.2,3.2)	(3.2,3.2)	(3.2,3.2)	(3.2,3.2)

注: 表中行和列分别表示第一阶段对买方和卖方的定价, 行列交叉处的元素表示给定第一阶段的定价时第二阶段应该采取的最优定价; (买方价格, 卖方价格)。

寻找数值解的基础应该是已经通过理论证明了模型存在解且唯一. 上面利用数值计算方法求解平台复杂网络上动力学方程的理论依据在于: 平台系统中, 双边用户之间因为交叉网络效应存在互惠关系(卖方和买方互呈递增函数), 符合文献^[18]中动力学模型的基本假设, 对用户和时间进行连续化处理, 就可以转化成文献中的网络动力学形式描述并加以分析^[18]. 借助该文献的分析框架, 从数学上可以证明存在唯一解, 由于证明过程极其复杂且不是本文重点, 此处不再赘述.

2.2.3 确定平台最优定价

平台两阶段利润之和为平台总利润. 其中第

一阶段目标为在快速获得临界用户规模的前提下使平台花费的成本最小; 第二阶段的目标为尽可能制定高价格以获得高利润. 综合两阶段目标使得平台实现总利润最大. 因此, 平台最优定价为平台总利润最大化条件下所对应的两阶段定价.

下面将在上述两阶段定价算例的基础上阐述平台最优定价. 将平台两阶段利润之和与到达市场均衡状态时的市场份额总结在图 4 中. 基于平台总利润最大化原则确定最优定价策略 ($p_{1,b}^{(E)*}$ 、 $p_{1,s}^{(E)*}$ 、 $p_{2,b}^{(E)*}$ 、 $p_{2,s}^{(E)*}$). 观察图 4 左侧的图可以发现, 平台在第一阶段定价为 (0.8, 0.6) 或 (0.6, 0.8) 处取得总利润最大, 即 $p_{1,b}^{(E)*} = 0.8$, $p_{1,s}^{(E)*} =$

0.6, 或 $p_{1,b}^{(E)*} = 0.6, p_{1,s}^{(E)*} = 0.8$. 结合表 1, 得到平台第二阶段最优定价结果为 $p_{2,b}^{(E)*} = 3.2, p_{2,s}^{(E)*} = 3.2$. 此外, 观察右侧的图可以发现, 平台 E 在这些定价组合下到达市场均衡时都会取得市场领导地位(市场份额大于 50%), 且平台在各个

定价组合下取得的市场份额差异很小(市场份额最大值和最小的差为 3.58%). 因而, 平台可以基于临界用户规模的特征, 利用利润最大化原则进行合理定价, 以制定有效的竞争策略吸引用户加入平台, 从而增强市场竞争力.

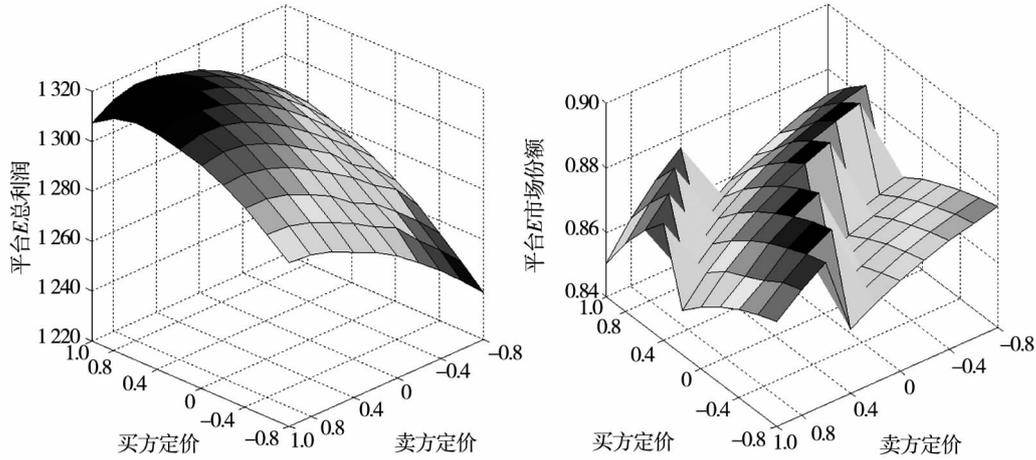


图 4 平台两阶段定价的总利润和市场份额

Fig. 4 Total profit and market share in two periods

2.3 与不考虑临界用户规模的平台定价策略进行比较

为验证平台两阶段定价策略的效果, 接下来与不考虑临界用户规模的平台定价策略进行比较, 考察两种定价方法的效果差异. 将平台两阶段定价合并成一个阶段定价, 不考虑中间到达临界用户规模的时刻, 仅考虑平台一次定价及其对应的利润, 即不考虑临界用户规模定价情况. 此时, 度为 k 的买卖双方用户在 t 时刻加入平台 E 的效用分别为

$$V_{k,t}^{(b,E)} = -p_{E,b} + \ln Q_E + \gamma_b \ln s_{Et} + \rho_{k,t}^{(b,E)} f_{Eb} \quad (19)$$

$$V_{k,t}^{(s,E)} = -p_{E,s} + \ln Q_E + \gamma_s \ln b_{Et} + \rho_{k,t}^{(s,E)} f_{Es} \quad (20)$$

度为 k 的买卖双方用户在 t 时刻选择平台 E 的新用户比例分别为

$$\Phi_{b,E}^{(k,t)} = \frac{Q}{Q + \left(\frac{s_{It}}{s_{Et}}\right)^{\gamma_b} e^{p_{E,b} - p_{I,b} + \rho_{k,t}^{(b,I)} f_{bI} - \rho_{k,t}^{(b,E)} f_{bE}}} \quad (21)$$

$$\Phi_{s,E}^{(k,t)} = \frac{Q}{Q + \left(\frac{b_{It}}{b_{Et}}\right)^{\gamma_b} e^{p_{E,s} - p_{I,s} + \rho_{k,t}^{(s,I)} f_{sI} - \rho_{k,t}^{(s,E)} f_{sE}}} \quad (22)$$

平台 E 的买卖双方增加的新用户数为

$$\dot{b}_{E,t} = M_{b,t} \Phi_{b,E}^{(t)}, \dot{s}_{E,t} = M_{s,t} \Phi_{s,E}^{(t)} \quad (23)$$

平台 E 的利润函数为

$$\begin{aligned} \Pi(p_{E,b}, p_{E,s}) = & \sum_{t=0}^T (1+\delta)^{-t} M_{b,t} \Phi_{E,b}^{(t)} p_{E,b} + b_{E,0} p_{E,b} + \\ & \sum_{t=0}^T (1+\delta)^{-t} M_{s,t} \Phi_{E,s}^{(t)} p_{E,s} + s_{E,0} p_{E,s} \quad (24) \end{aligned}$$

同样采用利润最大化原则确定平台最优定价, 对利润函数式(24)求一阶导数可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi}{\partial p_{E,b}} = & \sum_{t=0}^T (1+\delta)^{-t} M_{b,t} \frac{\partial \Phi_{E,b}^{(t)}}{\partial p_{E,b}} p_{E,b} + \\ & \sum_{t=0}^T (1+\delta)^{-t} M_{b,t} \Phi_{E,b}^{(t)} + \\ & \sum_{t=0}^T (1+\delta)^{-t} M_{s,t} \frac{\partial \Phi_{E,s}^{(t)}}{\partial p_{E,b}} p_{E,s} \quad (25) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi}{\partial p_{E,s}} = & \sum_{t=0}^T (1+\delta)^{-t} M_{b,t} \frac{\partial \Phi_{E,b}^{(t)}}{\partial p_{E,s}} p_{E,b} + \\ & \sum_{t=0}^T (1+\delta)^{-t} M_{s,t} \Phi_{E,s}^{(t)} + \\ & \sum_{t=0}^T (1+\delta)^{-t} M_{s,t} \frac{\partial \Phi_{E,s}^{(t)}}{\partial p_{E,s}} p_{E,s} \quad (26) \end{aligned}$$

令 $\frac{\partial \Pi}{\partial p_{E,b}} = 0, \frac{\partial \Pi}{\partial p_{E,s}} = 0$, 可解得平台 E 的最优

定价 $(p_{E,b}^*, p_{E,s}^*)$. 由于价格 $p_{E,b}^*$ 和 $p_{E,s}^*$ 是关于交叉网络效应强度、平台相对质量优势、用户网络度分布等参数的隐函数, 不容易得出最优买方、卖方

定价的显式表达式. 同样利用 Matlab 软件对平台 E 的利润函数表达式(24)进行数值求解, 平台数值求解过程同第一阶段定价, 只不过平台随着用户规模动态演化迭代至均衡状态, 再提取出最大利润值, 该利润所对应的定价即为最优定价.

下面仍用具体例子来分析不考虑临界用户规模时的定价情况: 假定在位平台 I 的定价为 1, 其

余参数取值与基于临界用户规模下平台两阶段定价的参数取值相同. 观察图 5 左侧图的平台竞争均衡时利润最大化条件下的最优定价, 发现平台 E 在(1.4, 1.4)处的利润达到最大值, 其中买卖双方最优定价都为 1.4, 平台利润为 616.66. 然而, 在不同定价组合下平台 E 的市场份额差异很大, 甚至在一些定价组合下平台会失去市场主导地位.

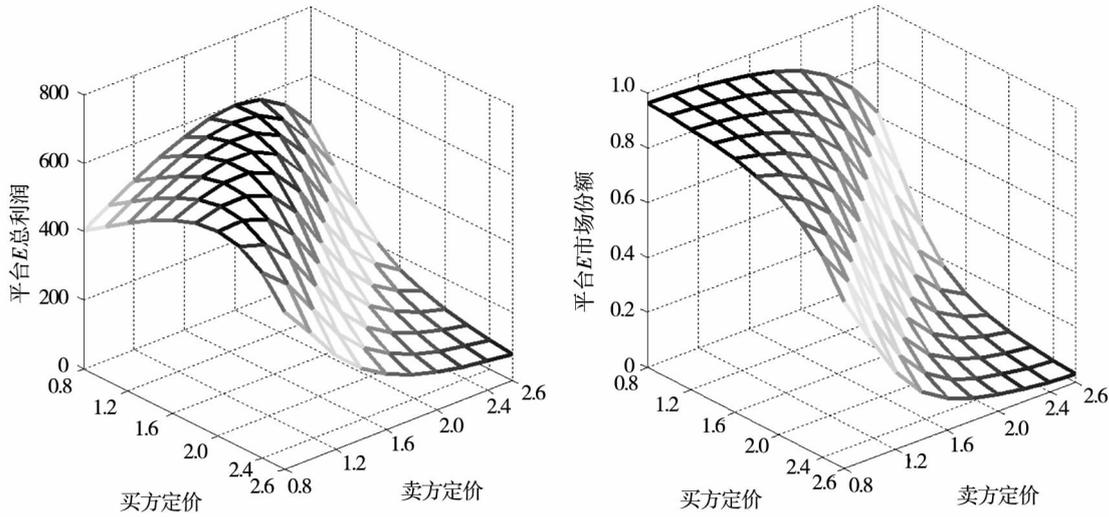


图 5 不考虑临界规模时平台 E 的利润和市场份额

Fig. 5 Profit and market share for platform E without considering critical mass pricing strategy

上述分析假定模型参数为定值, 然而不同参数会改变平台的定价和利润, 下面通过变动不同参数取值来比较平台两阶段最优定价及其利润与不考虑临界用户规模的最优定价及其利润的差异, 分析平台两阶段定价相对于不考虑临界用户规模定价的改进效果.

将不同参数取值分别代入基于临界用户规模的两阶段定价模型和不考虑临界用户规模的单阶段定价模型, 求解各自的最优价格和最优利润, 数

值计算结果汇总于表 2. 可以看出, 不同参数取值下, 无论是基于临界用户规模定价还是不考虑临界用户规模定价, 买卖双方用户的最优定价策略与平台利润都不同. 然而, 基于临界用户规模两阶段定价策略下获得的利润都显著高于不考虑临界用户规模的定价策略, 改进比例(下同, 基于临界用户规模两阶段定价的最优利润比不考虑临界用户规模定价的最优利润提高的程度)都比较明显.

表 2 基于临界用户规模与不考虑临界用户规模的最优定价及其效果比较

Table 2 Comparison of optimal pricing and its effect under considering or not considering critical mass

参数取值			基于临界用户规模的两阶段定价							不考虑临界用户规模的定价				利润改进
Q	γ	τ	$p_{1,b}^{(E)}$	$p_{1,s}^{(E)}$	T_1	$p_{2,b}^{(E)}$	$p_{2,s}^{(E)}$	利润	市场 (%)	$p_{E,b}$	$p_{E,s}$	利润	市场 (%)	比例 (%)
2.5	1	2.5	0.4	0.4	7	3.2	3	1 228.79	86.30	1.2	1.4	541.57	83.70	126.89
3.5	1	2.5	0.8	0.8	7	3.4	3.4	1 393.83	86.94	1.6	1.6	685.45	85.66	103.35
4.5	1	2.5	1	1	7	3.6	3.6	1 516.66	88.57	1.8	1.8	795.18	87.85	90.73
3	1.2	2.5	0.6	0.6	7	3.8	3.6	1 531.07	89.65	1.4	1.4	605.03	87.13	153.06
3	1.4	2.5	0.4	0.6	7	4.2	4.2	1 756.53	91.76	1.4	1.2	579.67	89.88	203.02
3	1.6	2.5	0.4	0.6	7	4.8	4.6	1 988.63	93.26	1.2	1.2	545.28	91.45	264.70
3	1	1.5	1	1	10	3	3	623.57	83.65	1.4	1.6	333.08	83.05	87.22
3	1	2	0.8	0.8	8	3.2	3	1 000.38	86.40	1.4	1.6	496.93	83.42	101.31
3	1	3.5	0.6	0.4	6	3.4	3.2	1 580.21	87.13	1.4	1.4	710.11	87.68	122.53

上述结果表明,不同参数取值下基于临界用户规模的两阶段定价策略都显著优于不考虑临界用户规模的定价策略.这是因为,对于考虑了临界用户规模特征的两阶段定价而言,第一阶段为平台在成本效益综合作用下对双边用户实行尽可能低的价格策略以吸引用户加入平台,买方用户规模的增加会吸引大量卖方用户加入,卖方用户规模的增加又会吸引大量买方用户加入,从而使用户规模到达临界值;第二阶段用户规模超过临界值后会激发正反馈效应以促进平台实现自我增长,平台在该阶段可制定尽可能高的价格来获取更多利润.不考虑临界用户规模定价下,以平台利润最大化原则获得的平台最优定价对平台启动初期来说有点偏高,若市场上在位平台实行低价策略甚至补贴策略时,就会形成进入壁垒,不利于新平台参与市场竞争;而对平台成功运营阶段来说,该定价又有点偏低,此阶段消费者对价格敏感度降低,平台可以制定更高价格来获取更多利润.此外,不考虑临界用户规模定价下平台取得的市场份额同基于临界用户规模定价下取得的市场份额差不多,但是其利润却远远低于基于临界用户规模定价下获得的利润,说明前者定价管理效率低下,没有对市场利润进行充分挖掘,后者基于临界用户规模进行策略性定价大大提高了管理效率.综上所述,基于临界用户规模定价更能反映平台竞争的真实情况以及获得更多利润,对平台发展更有利.由于平台系统在竞争过程中会出现从正反馈状态到负反馈状态的逆转现象,借助本文的分析框架,可以分析平台掉入负反馈状态时应该制定何种价格,即如何在动态监控平台反馈强度基础上利用价格工具让平台系统处于正反馈状态.换句话说,两阶段定价策略的真正价值在于为利用价格工具将平台系统控制于正反馈区域提供了思路框架.

3 主要参数变化对平台两阶段最优定价及其效果的影响

平台服务质量、交叉网络效应和网络度分布等

参数的变动会影响加入平台的用户规模,进而影响平台市场竞争结果.因此,需要考察这些参数的变化对平台基于临界用户规模的两阶段定价优于不考虑临界用户规模定价这个结论的影响,以及考察两阶段定价的效果与主要参数取值范围的关系,以便管理者采取相应管理措施来优化平台竞争.

3.1 服务质量优势可以增强平台竞争力

对于用户来说,平台服务是对平台最直接的体验,服务质量高低能直接影响对平台的感受,进而影响是否加入平台的决策.考虑到平台服务质量如果是个绝对值,则很难用准确数值去计算,因此本文选取容易分析的相对值来进行计算,即运用相对质量优势 Q 来衡量新平台与在位平台相比的相对服务质量.因此,假定平台 E 相对于平台 I 具有服务质量优势 Q , Q 越大表示平台 E 比平台 I 的服务质量优势也越大.改变平台相对服务质量参数 Q ,同样运用上述平台两阶段定价的求解过程,得出不同平台服务质量下的最优定价策略,结果列入表 3.由表 3 可以看出,平台相对质量优势越大,平台两阶段定价策略制定的最优价格越高.也就是说,服务质量高的平台会给用户提供更好的服务体验,更容易吸引用户加入平台,因而具有竞争优势,可以对双边用户制定较高价格,在一定程度上不需要靠低价策略来吸引用户.比较基于临界用户规模的两阶段定价的最优利润相对于不考虑临界用户规模定价的最优利润的改进比例,发现随着参数 Q 增大,虽然平台利润都在增加,但是基于临界用户规模的两阶段定价优于不考虑临界用户规模定价的改进比例在缩小.这是因为平台高服务质量在用户平台采纳决策中占据了主导地位.综上,变动平台相对质量优势不改变平台基于临界用户规模的两阶段定价优于不考虑临界用户规模定价这个结论,平台服务质量越高,获得的利润越高,但改进比例逐步降低.

表 3 平台在不同服务质量优势下的最优定价策略

Table 3 Optimal pricing strategy of platform under different service quality superiorities

相对质量	$p_{1,b}^{(E)}$	$p_{1,s}^{(E)}$	T_1	$p_{2,b}^{(E)}$	$p_{2,s}^{(E)}$	两阶段定价的最优利润	不考虑临界用户规模的最优利润	改进比例 (%)	
Q	2.5	0.4	0.4	7	3.2	3	1 228.79	541.574 7	126.89
	3	0.8	0.6	7	3.2	3.2	1 316.85	616.66	113.55
	3.5	0.8	0.8	7	3.4	3.4	1 393.83	685.449 3	103.35
	4	1	0.9	7	3.6	3.4	1 458.33	743.074 3	96.26
	4.5	1	1	7	3.6	3.6	1 516.66	795.176 4	90.73

3.2 交叉网络效应越强两阶段定价策略的优势越明显

为了便于分析,假定买方交叉网络效应强度等于卖方交叉网络效应强度,即 $\gamma_b = \gamma_s = \gamma$. 改变交叉网络效应强度 γ , 同样运用上述平台两阶段定价的求解过程, 得出不同交叉网络效应强度下的最优定价策略(见表 4). 为使参数的选取更有实际意义, 以及便于与文献的结果进行对比, 以下分析中的参数 γ 与文献[19]中交叉网络效应的数值范围相同. 比较表 4 中不同交叉网络效应强度和平台两阶段定价的关系, 可以看出交叉网络效应强度越大, 平台第一阶段制定的最优价格越低, 而平台第二阶

段制定的最优价格越高. 也就是说, 交叉网络效应越强, 平台在启动初期越需要制定更低的价格策略来吸引用户, 这同文献[19]基于会员外部性垄断模型得出的随着交叉网络外部性增强平台企业对双边用户的定价反而递减的研究结论一致, 在用户规模达到临界值后, 可以制定更高价格来获取利润. 同时, 交叉网络效应越强, 平台在最优定价下获得的总利润越高, 然而不考虑临界用户规模定价的最优利润却随着交叉网络效应强度增强而减少, 比较两者之间的改进比例, 可以发现随着交叉网络效应增强, 改进比例越显著. 因此, 交叉网络效应越强两阶段定价策略的优势越明显.

表 4 平台在不同交叉网络效应下的最优定价策略

Table 4 Optimal pricing strategy of platform under different cross network effects

交叉网络效应	$p_{1,b}^{(E)}$	$p_{1,s}^{(E)}$	T_1	$p_{2,b}^{(E)}$	$p_{2,s}^{(E)}$	两阶段定价的最优利润	不考虑临界用户规模时的最优利润	改进比例 (%)	
γ	0.8	0.8	0.8	7	2.8	2.8	1 121.39	621.211 7	80.52
	1.0	0.8	0.6	7	3.2	3.2	1 316.85	616.66	113.55
	1.2	0.6	0.6	7	3.8	3.6	1 531.07	605.034 2	153.06
	1.4	0.4	0.6	7	4.2	4.2	1 756.53	579.672 6	203.02
	1.6	0.4	0.6	7	4.8	4.6	1 988.63	545.275 4	264.70

3.3 较高度分布指数有利于两阶段定价

平台发展过程中, 买方用户的平台采用决策受到所处的社交网络影响, 提供产品和服务的卖方的平台采用决策受到所处的竞争网络影响^[19]. 用户网络的度分布决定平台用户所处的用户网络结构类型, 进而影响用户选择平台的决策和行为. 已有研究表明现实中绝大多数复杂网络具有无标度性, 其度分布服从幂律分布, 即 $p(k) \sim k^{-\tau}$. 度分布具体形式由度分布指数 τ 决定, 实际网络的度分布指数不会低于 1, 许多大规模的无标度网

络度分布指数位于 2 与 3 之间^[20]. 假定买方用户的社交网络和卖方用户的竞争网络都服从无标度网络, 改变度分布指数 τ , 得出不同度分布指数下的最优策略. 如表 5 所示. 度分布指数的差异会对平台两阶段最优定价和平台利润产生影响, 但对市场份额影响不大. 比较表 5 中不同度分布指数和平台两阶段定价的关系, 可以看出度分布指数越大, 平台第一阶段制定的最优价格越低, 而平台第二阶段制定的最优价格越高. 这同用户形成的复杂网络结构特征相关, 度分布指数影响复杂网

络上的用户动力学行为,进而影响平台最优定价.此外,度分布指数越大,基于临界用户规模的两阶段定价的最优利润和不考虑临界用户规模定价的

最优利润都在增加,前者相对于后者的最优利润的改进比例也在不断增加.因此,较高的度分布指数有利于两阶段定价策略的实施.

表 5 平台在不同度分布指数下的最优定价策略

Table 5 Optimal pricing strategy of platform under different degree distribution exponents

度分布指数		$p_{1,b}^{(E)}$	$p_{1,s}^{(E)}$	T_1	$p_{2,b}^{(E)}$	$p_{2,s}^{(E)}$	两阶段定价的最优利润	不考虑临界用户规模时的最优利润	改进比例 (%)
τ	1.5	1	1	10	3	3	623.57	333.076 0	87.22
	2.0	0.8	0.8	8	3.2	3	1 000.38	496.930 7	101.31
	2.5	0.8	0.6	7	3.2	3.2	1 316.85	616.660 0	113.55
	3.0	0.6	0.6	7	3.4	3.4	1 476.69	669.288 5	120.64
	3.5	0.6	0.4	6	3.4	3.2	1 580.21	710.109 7	122.53

4 管理启示讨论

本文将平台定价转化为两阶段定价,构建了基于临界用户规模的两阶段定价模型,数值计算后与不考虑临界用户规模的定价策略进行对比,发现基于临界用户规模定价优于不考虑临界用户规模定价,改变模型主要参数也不会影响基于临界用户规模定价具备显著优势这个定性的结论.同时,通过考察交叉网络效应、平台相对质量优势和度分布指数等参数对基于临界用户规模两阶段定价相对于不考虑临界用户规模定价的改进效果的影响,进一步证实了基于临界用户规模两阶段定价的优越性,研究结果为平台管理者调控这些参数来提高两阶段定价策略的效果、制定相关管理策略提供了理论依据.

接下来,简要讨论相关管理启示.

首先,平台企业应该采用基于正反馈状态控制的两阶段定价模式,价格首先是将平台系统引导进入正反馈状态的工具,其次才是利润最大化的工具.根据该定价模式,在平台启动阶段,可结合平台实际发展状况以及市场行情等制定较低的买卖双边用户价格(甚至补贴,如滴滴打车对出租车司机进行高达 10 亿元人民币的补贴),或者采用广告推广等方式吸引用户加入平台,促使平台用户规模快速到达临界状态,在获得临界用户

规模后,平台因激发正反馈机制而实现自我快速增长,用户对平台价格的敏感性较低,平台可以对用户收取较高价格以实现更多利润;在平台其他发展阶段,对平台系统的反馈强度进行监控,一旦发现系统已经或将要进入负反馈状态,就要利用价格杠杆将平台牵引控制进入正反馈状态,就如滴滴在取得市场主导地位后依然对用户进行补贴,不同之处是此时补贴的对象和策略与启动阶段有较大差异,只对部分用户、部分区域、部分时段进行补贴.

其次,针对临界用户规模,平台管理者可以通过相关激励措施吸引用户加入平台,如签署排他性协议等,从而调节临界用户规模大小,使其处于较低值,并对买卖双方用户合理定价以实现平台利润,促进平台发展.现实中的平台,如腾讯、阿里巴巴、百度、360、优酷、携程和滴滴打车等,对他们的定价行为、相关决策及市场表现进行案例分析,发现他们的市场表现与研究结果一致.此外,可以采取增加交叉网络效应强度的措施和策略,降低临界用户规模,提高两阶段定价的效果,如滴滴推出专车、滴滴公交等措施.

最后,根据主要参数变化对平台两阶段最优定价及其效果影响的分析结果,平台管理者可以通过采用新的支付流程、新的技术架构或优化已有用户体验来吸引新用户(如 Apple Pay 在移动支付领域就采取了该策略),并通过最优价格策

略引导用户快速感知到新平台的服务质量优势;也可以通过增强双边用户之间的交叉网络效应强度,再利用低价策略引导用户快速形成临界用户规模,然后制定最优高价实现平台利润最大化;平台管理者还可以引导平台用户网络,使其形成具有异质性高的网络结构特征,从而提高平台竞争过程中用户的增长速度,以快速形成临界用户规模,最终促进平台竞争胜出,使新平台取得市场主导地位。例如,滴滴平台通过提高司机—乘客的匹配度提升用户感知到的质量优势和利用拼车等调控用户网络关系等策略提高平台经营绩效。

5 结束语

与现有文献视临界用户规模为阻碍平台发展的主要因素不同,本文提出利用临界用户规模特征将平台定价转化为两阶段定价的策略思想,基于数值分析结果比较了两阶段定价策略与不考虑临界用户规模的传统定价策略的效果,并考察了主要竞争参数的变动对两阶段定价策略相对效果的影响。发现:1)两阶段定价显著优于不考虑临界用户规模的定价策略,市场份额没有显著差异情况下大幅度提高了平台企业的总利润,表明了基于正反馈状态的利润最大化定价模式优于纯粹

的利润最大化定价模式;2)提高相对服务质量优势或降低临界用户规模均有助于提高两阶段定价策略的最优利润和市场份额;3)提高交叉网络效应强度或增大度分布指数,都将提升两阶段定价策略相对于不考虑临界用户规模的传统定价策略的利润改进效果。

本文主要贡献在于将临界用户规模特征引入平台定价模型,揭示了平台两阶段定价策略的优越性,论证了两阶段定价策略的相对优势定性上不受主要参数变动影响,阐明了两阶段定价策略的改进效果定量上多大程度依赖于主要参数的取值,为平台管理者制定定价策略提供了新的思路和操作启示。

本文还存在以下不足,需要进一步研究:1)虽然建立了新平台和在位平台的竞争模型,但是市场中可能存在多平台竞争,平台之间存在更复杂的相互影响和相互依赖(如在位平台也采用临界用户规模主导的定价策略),未来可以考虑建立多平台竞争模型,并基于市场数据检验两阶段定价策略的效果;2)电子商务、网络金融和移动应用等不同类型的平台对定价策略可能有不同需求,本文对此没有进行区分,未来可以考虑根据特定类型平台的基本特征和定价目标,建立更具针对性的平台竞争模型和提出更有操作性的两阶段定价策略。

参考文献:

- [1]段文奇. 基于复杂网络的第三方电子商务平台临界用户规模研究[J]. 中国管理科学, 2014, 22(12): 103 - 111.
Duan Wenqi. Critical mass of third-party E-business platform based on complex network method[J]. Chinese Journal of Management Science, 2014, 22(12): 103 - 111. (in Chinese)
- [2]Keser C, Suleymanova I, Wey C. Technology adoption in markets with network effects: Theory and experimental evidence [J]. Information Economics & Policy, 2012, 24(24): 262 - 276.
- [3]李 雷, 赵先德, 简兆权. 网络环境下平台企业的运营策略研究[J]. 管理科学学报, 2016, 19(3): 15 - 33.
Li Lei, Zhao Xiande, Jian Zhaoquan. Operation strategy of platform enterprises in network environments[J]. Journal of Management Sciences in China, 2016, 19(3): 15 - 33. (in Chinese)
- [4]Sun L Y, Ruud H T, Zied M B, et al. Optimal pricing for ride-sourcing platforms[J]. European Journal of Operational Research, 2019, 278(3): 783 - 795.

- [5]池毛毛, 赵 晶, 李延晖, 等. 电子商务平台吸附能力的影响机制研究——平台柔性和控制机制的交互效应[J]. 管理科学学报, 2018, 21(7): 35–51.
Chi Maomao, Zhao Jing, Li Yanhui, et al. Effect of e-business platform attractive capabilities: The interaction of effects of platform flexibility and control mechanisms[J]. Journal of Management Sciences in China, 2018, 21(7): 35–51. (in Chinese)
- [6]Lin X G, Zhou Y W. Pricing policy selection for a platform providing vertically differentiated services with self-scheduling capacity[J]. Journal of the Operational Research Society, 2019, 70(7): 1203–1218.
- [7]邱甲贤, 聂富强, 童 牧, 等. 第三方电子交易平台的双边市场特征——基于在线个人借贷市场的实证分析[J]. 管理科学学报, 2016, 19(1): 47–59.
Qiu Jiaxian, Nie Fuqiang, Tong Mu, et al. Two-sided characteristics of the third-party electronic market: Evidence from on-line peer-to-peer lending marketplace[J]. Journal of Management Sciences in China, 2016, 19(1): 47–59. (in Chinese)
- [8]Caillaud B, Jullien B. Chicken & egg: Competition among intermediation service providers[J]. Rand Journal of Economics, 2003, 34(2): 309–328.
- [9]Evans D S, Schmalensee R. Failure to launch: Critical mass in platform businesses[J]. Review of Network Economics, 2010, 9(4): 1–26.
- [10]张 凯. 第三方卖家视角下复合型电商平台商业模式研究[J]. 管理科学学报, 2019, 22(4): 110–126.
Zhang Kai. Business models of hybrid E-commerce platforms: The number of third-party[J]. Journal of Management Sciences in China, 2019, 22(4): 110–126. (in Chinese)
- [11]Chakraborty S, Basu S, Sharma M. Pricing infrastructure-as-a-service for online two-sided platform providers[J]. Journal of Revenue & Pricing Management, 2014, 13(10): 199–223.
- [12]刘维奇, 张 苏. 双边平台兼并策略下的定价问题分析[J]. 中国管理科学, 2017, 25(5): 17–24.
Liu Weiqi, Zhang Su. Pricing analysis of merger strategy in two-sided market[J]. Chinese Journal of Management Science, 2017, 25(5): 17–24. (in Chinese)
- [13]Ruffle B J, Weiss A, Etziony A. The role of critical mass in establishing a successful network market: An experimental investigation[J]. Journal of Behavioral & Experimental Economics, 2015, 58(2): 101–110.
- [14]Boccaletti S, Bianconi G, Criado R, et al. The structure and dynamics of multilayer networks[J]. Physics Reports, 2014, 544(1): 1–122.
- [15]Zhu F, Iansiti M. Entry into platform-based markets[J]. Strategic Management Journal, 2012, 33(1): 88–106.
- [16]Banerjee A, Chandrasekhar A G, Duflo E, et al. The diffusion of microfinance[J]. Science, 2013, 341(6144): 309–424.
- [17]Grajek M, Kretschmer T. Identifying critical mass in the global cellular telephony market[J]. International Journal of Industrial Organization, 2012, 30(6): 496–507.
- [18]Gao J, Barzel B, Barabasi A L. Universal resilience patterns in complex networks[J]. Nature, 2016, 530(7590): 307–312.
- [19]段文奇. 用户网络耦合视角的第三方支付平台扩散模型[J]. 管理科学学报, 2015, 18(7): 27–38.
Duan Wenqi. Diffusion model of third-party payment platform based on coupled user networks[J]. Journal of Management Sciences in China, 2015, 18(7): 27–38. (in Chinese)
- [20]Kleineberg K K, Boguñá M. Digital ecology: Coexistence and domination among interacting networks[J]. Scientific Reports, 2015, 5(102): 1–10.

Pricing strategy to increase two-sided platform profit by exploiting critical mass

DUAN Wen-qi, KE Ling-fen

College of Economics and Management, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China

Abstract: Considering that critical mass is determined endogenously by price and other factors, and different from existing literature which take “critical mass” as the main factor impeding platform development, a two-stage pricing strategy is proposed, by introducing complex network method, to improve the profit of two-sided platforms by means of exploiting the characteristics of critical mass. The two-stage optimal pricing strategy examines, with numerical examples, how platform service quality, cross network effects and degree distribution exponent affect the optimal pricing strategy. Results show that the two-stage pricing strategy based on critical mass can improve platform’s optimal profit significantly. Both the optimal profit and market share of the two-stage pricing will increase when improving the superiority of platform service quality. Stronger cross network effects or higher degree distribution exponent will improve the relative profit advantage of two-stage pricing than traditional pricing strategy. These results provide some guidelines and implications for platform managers to develop pricing strategies so as to make profits by exploiting the characteristics of critical mass.

Key words: critical mass; two-sided platform; positive feedback; two-stage pricing strategy

(上接第 39 页)

Pricing strategy of online distribution of airline tickets considering the customers’ loyalty

*ZHANG Chen, TIAN Qiong**

School of Economics and Management, Beihang University, Beijing 100191, China

Abstract: This paper studies the airline’s strategy of ticket selling on its own website or through other distribution channels, and discusses the optimal pricing strategy when there are Online Travel Agency (OTA) platforms. Travelers are divided into “loyal” and “disloyal” ones; the airline is supposed to maximize its profit by setting optimal ticket prices and rebates, while the OTA would accordingly set the optimal price according to the travelers’ demand and the airline’s decision. The results reveal that the sensitivity of airline travelers’ demand to price is larger than that of the OTA platform’s travelers’; The airlines are less likely to join the OTA platform if they have a large loyal consumer base or the OTA platform is more competitive; The airline market will achieve a state of equilibrium when there are a certain number of airlines on the OTA platform. Numerical results are presented for the model validation.

Key words: airline ticket; distribution channel; consumer loyalty; OTA platform