

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2025.04.004

单一供方情境下竞争企业的数据购买策略^①

王今朝,窦一凡*,黄丽华
(复旦大学管理学院,上海200433)

摘要:数字经济时代,数据作为新型生产要素的战略地位日益突出,加快培育数据要素市场已成为我国数字经济深化发展的重要部署。对企业而言,数据资源也是企业的竞争优势源泉。本文研究的情境是:数据市场中存在单一的数据供方,作为需方的企业是两家竞争企业。竞争企业能从数据市场获取相同的数据进行开发利用,从而为用户提供个性化产品服务。本文探究在单一数据供方的不同销售规则下需方的数据购买策略问题。研究结果表明:对数据需方而言,数据驱动的产品个性化加剧产品市场的价格竞争,降低企业利润,增加消费者福利。对数据供方而言,在相同定价时将数据同时卖给两家竞争企业;而在区别定价时只卖给一家企业,此时,数据供方的利润最大。本文的研究结论对数据要素市场交易规则的制定,及供需双方市场参与策略和定价策略的制定具有指导意义。

关键词:数据要素市场;数据定价策略;霍特林模型;纳什均衡

中图分类号:C93 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-9807(2025)04-0047-16

0 引言

2019年党的十九届四中全会首次提出将数据作为生产要素,五中全会进一步确立了数据要素的市场地位。2020年3月中共中央、国务院《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》明确提出了“加快培育数据要素市场”的战略任务。2021年12月国务院印发的《“十四五”数字经济发展规划》提出了要“加快构建数据要素市场规则,培育市场主体、完善治理体系、促进数据要素市场流通”的战略部署,并强调数据要素是数字经济深化发展的核心引擎。根据《2024年中国数据交易市场研究分析报告》,2023年我国数据交易市场规模约为1537亿元人民币,预计到2025年增长到约2841亿元人民币^②。数字经济时代,越来越多的企业依赖数据作为生产投入,助

力决策,创新产品,例如,数字金融领域^[1],建设银行基于国家电网提供的企业用电信息,为经营正常、用电正常、诚信缴费的小微企业推出创新信用贷款产品“云电贷”^[3]。数据能够帮助企业更好地了解客户,为用户提供更加个性化的产品或服务^[2],最典型的例子是个性化内容推荐,视频、音乐、新闻资讯等网站等根据用户的基本信息、浏览历史等向用户推荐更符合其偏好的内容。此外,在保险领域,一些保险公司开始尝试利用用户数据提供更匹配的个性化产品^[3],例如,基于用户的运动健康数据或驾驶数据^[4]对用户的保险费用给予不同程度的优惠(usage-based insurance)。随着数据要素市场的发展,越来越多的企业从数据市场购买数据。以上海数据交易所为例,数据供方先在上海数据交易所登记平台进行登记,通过数

① 收稿日期:2022-11-01;修订日期:2022-12-18.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(72342012).

通讯作者:窦一凡(1985—),男,陕西西安人,博士,教授,博士生导师. Email: yfdou@fudan.edu.cn

② 上海数据交易所,《2024年中国数据交易市场研究分析报告》,2024年11月.

③ https://www3.ccb.com/cn/ccbtoday/ccbpaper/20190326_1553590095.html.

据挂牌后在数据交易平台进行公开售卖。数据供方可以采用不同的定价策略,包括明码标价和协议定价,但核心目标是通过定价获取利润并保证数据供方的利益最大化。明码标价是指数据供方先设定一个数据价格,开放给下游所有数据需方,数据需方在进行效益分析后做出购买决策(对应以下本文探究的数据交易规则一:相同定价)。协议定价是指供需双方为了达成一致,通过单独谈判协商确定数据的交易价格及交易方式,此时数据供方可以针对不同需方给出不同的数据定价(对应以下本文探究的数据交易规则二:区别定价)。值得一提的是,数据市场上存在很多单一供方,例如,提供用户用电数据的国家电网,提供个人学籍信息的学信网。在此背景下,数据作为新型生产要素在下游企业竞争中发挥作用的方式,以及作为数据需方的竞争企业如何制定数据购买的策略值得关注。然而,已有关于数据价值和应用的研究,往往聚焦在营销领域基于数据的个性化定价,较少有研究关注数据用于改进产品并提升用户效用的价值。关于竞争企业数据购买决策的研究也是一个新的领域。

此外,数据具有一些不同于传统生产要素的特征。不同于实物商品、实物期权以及金融产品,数据具有既可排他,又可非排他的特点,即,数据交易可以通过合约约定一对一交易,也可以进行一对多交易。因此,考虑数据供方既可以将数据只卖给指定的一家需方,也可以同时卖给所有的需方。本文假设该数据供方掌握下游数据需方完备的信息,能够基于需方的购买决策进行策略性的数据定价。本文将分数据供方对需方相同定价和区别定价两种情况进行讨论。同时,不同于专利、技术和知识产权,数据具有价值非一致性,即对于不同的需方,数据的价值不一致。因此本文在讨论数据驱动的产品个性化服务时,将考虑企业利用数据的能力。

基于上述背景,本文的研究情境是:数据市场中存在单一的数据供方,作为需方的企业是两家竞争企业。竞争企业能从数据市场获取相同的数据进行开发利用,从而为用户提供个性化产品或服务。本文的研究问题是:在单一数据供方的不同

销售规则下需方的数据购买策略问题。具体而言:1)在数据供方不同的数据销售决策规则下,竞争企业是否会购买数据? 2)竞争企业的数据利用能力如何影响企业的数据购买决策? 3)企业购买数据后采用何种定价方式? 4)数据驱动的产品个性化是否会加剧产品的价格竞争? 数据的出现如何影响消费者福利和社会福利?

1 文献综述

如上所述,本文着眼于竞争企业从第三方数据供方购买用户数据,并利用数据为用户提供更加匹配的个性化产品,提升用户效用。因此,本节将从数据的价值及其对企业竞争的影响,基于数据的个性化定价及产品个性化服务,和数据交易三个角度对国内外文献进行综述。

首先,数据是数字经济时代关键性的生产投入,数据融入生产能够创造价值。例如,数据驱动产品研发转型^[5],数据帮助企业提升产品质量^[6]。数据作为企业的资源是企业的竞争优势^[7],数据的“网络效应”会阻碍新企业进入市场^[8-10]。然而,已有研究也发现,企业利用数据对用户进行个性化定价,会加剧竞争企业的价格竞争,降低企业的利润^[11, 12]。

实际上,基于数据的个性化定价和产品个性化服务是研究的一大热点。在营销领域,已有大量研究讨论数据用于对用户进行个性化定价^[13, 14],甚至进一步考虑了消费者能够进行身份管理(identity management)^[11],或者通过支付隐私成本来规避企业的价格歧视^[12]。也有研究开始考虑数据用于提供更加匹配用户的个性化产品^[15, 16]。用于个性化定价或产品个性化服务的数据,有的直接来源于用户,例如,Laussel 和 Resende^[16]讨论用户会多次购买产品的两阶段问题,即企业能够在第一阶段收集用户数据,在第二阶段利用第一阶段的数据提供个性化产品。有的数据来源于另一个产品市场,例如,企业通过兼并收购另一个产品市场上一家能够收集用户数据的企业,获取数据并用于提升原产品的效用^[15]。随着数据交易市场的扩大,企业有了新的获取数据途径:第三方数

据供方. 因此,本文将讨论当企业能够从数据市场购买数据时,产品个性化对市场均衡的影响.

此外,数据交易也与本研究紧密相关. 已有研究利用经济学建模的方法,讨论数据供方在垄断和竞争的情况下数据销售的决策等^[10, 17, 18]. 有学者讨论了当竞争企业从垄断数据供方购买数据,并用数据个性化定价时,数据供方最优的数据销售策略:只将数据卖给竞争企业中的一家^[12]. 近期也有学者讨论数据供方售卖数据时为需方提供免费的数据样本策略^[19]. 数据定价方面,相关学者提出了版本定价和拍卖定价机制^[20, 21],考虑无套利^[22]、公平^[23]、隐私^[24]等特殊需求的数据定价策略. 本文立足于数据既可排他又可非排他的特点,基于 Montes 等^[12]的研究,进一步考虑数据能用于为用户提供更匹配的个性化产品时,在数据供方不同的数据定价规则下,竞争企业的数据购买策略.

2 模型假设

本文假设市场上有三种类型的主体:两家竞争企业,消费者,以及一家能够提供消费者数据的数据供方.

2.1 竞争企业

本文采用经典的霍特林模型^[25],考虑两家企业具有横向差异的竞争企业(企业 A 和企业 B),分别位于长度为 1 的线性市场两端(企业 A 位于 $x = 0$ 处,企业 B 位于 $x = 1$ 处)^[26]. 不失一般性地,假设每个企业生产一件商品,因此企业 A(B)所生产的产品在后文也由企业名指代,即产品 A(B). 假设企业 i 对产品的定价为 p_i ($i \in \{A, B\}$),生产产品的边际成本均为 0. 由于第三方数据市场的出现,企业能够从数据供方购买数据,并利用数据为用户提供更匹配的个性化产品,同时也可以基于数据对用户进行个性化定价. 以下提到的数据需方即竞争企业 A(B). 企业 i 购买数据的成本为 C_i (该成本即为数据供方向企业收取的数据价格),利用数据的能力为 ϕ_i , $\phi_i \in (0, 1]$,不失一

般性地,假设企业 A 利用数据的能力强于企业 B($\phi_A > \phi_B$). 企业 i 基于利润最大化的目标进行决策,具体包括:1)是否从数据供方处购买数据;2)对用户的定价方式,即,选择个性化定价还是统一定价;3)产品的价格 p_i (若选择个性化定价,对位于 x 处用户的产品定价记为 $p_i(x)$;若选择统一定价,产品价格记为 \bar{p}_i). 企业 i 的利润函数 π_i 可以表示为

$$\pi_A = \int_0^{\hat{x}} p_A dx - C_A \quad (1)$$

$$\pi_B = \int_{\hat{x}}^1 p_B dx - C_B \quad (2)$$

其中 \hat{x} 表示企业 A 的市场份额;相应地, $1 - \hat{x}$ 表示企业 B 的市场份额.

2.2 消费者

消费者以密度 1 均匀地分布在长度为 1 的线性的市场上^[27, 28]. 每个消费者有 1 单位的需求,购买产品获得的效用为 v ,同时由于产品 A(B)与消费者之间的不匹配带来成本 $tx(t(1 - x))$. t 表示的是产品和消费者之间不匹配带来的单位成本,已有文献也将 t 解释为竞争企业产品差异化程度^[29-31],刻画了市场的竞争激烈程度, t 越大表示企业越难通过降低价格来吸引目标用户. 位于 x 处的消费者购买企业 i 的产品获得的净效用可以表示为

$$\begin{cases} u_A(x) = v - tx - p_A \\ u_B(x) = v - t(1 - x) - p_B \end{cases} \quad (3)$$

当企业能够提供个性化产品时,消费者与产品的匹配程度提高,消费者的搜索成本降低. 例如,零售企业在了解用户画像后,能够推荐离用户期望更近的产品,用户花更少的时间在搜索产品上. 保险公司基于获取的用户运动健康数据,为用户提供更加个性化的保险产品和定价,更实时和优质的服务^④. 例如,United Health Group 旗下拥有医疗健康和保险两大业务,通过手机等移动设备或可穿戴设备采集用户运动健康数据,如:饮食、生活作息、运动频率、运动强度等,实现移动化医疗

^④ <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/insurance-2030-the-impact-of-ai-on-the-future-of-insurance>.

护理的同时给予用户保险费用的减免。在 Laussel 和 Resende^[16] 的模型中,当企业基于从用户处收集的数据为用户提供个性化产品时,用户购买个性化产品时的运输成本降低为 0,即,企业能够提供完美匹配用户的个性化产品。在本文的模型中,考虑基于数据的个性化产品效用提升,或者说,用户购买产品的运输成本的降低,与企业利用数据的能力有关,因此参考 Chen 等^[15]的研究,假设当企业利用数据提供个性化产品时,用户购买产品运输成本的降低与企业利用数据的能力 ϕ_i 正相关,位于 x 处的消费者购买企业 i 的个性化产品获得的净效用可以表示为

$$\begin{cases} u_A(x) = v - t(1 - \phi_A)x - p_A \\ u_B(x) = v - t(1 - \phi_B)(1 - x) - p_B \end{cases} \quad (4)$$

假设 $v > 3t$ 以保证市场全覆盖。消费者会通过比较购买产品 A 和产品 B 带来的净效用进行决策,并选择购买为自己带来更大效用的产品。

2.3 数据供方

模型中涉及的第三类主体是数据供方,能够收集并销售消费者相关的数据。数据供方可以基于自身业务运行积累大量数据,例如,中国的三大运营商基于自身庞大的数据资源,提供用户标签等用户数据;国家电网公司向银行等金融机构提供用户的用电信息数据;阿里巴巴、京东、百度等互联网公司基于自身业务运营积累了大量用户数据,并以不同方式开展数据交易业务。数据供方也可以通过技术手段从互联网等渠道获取数据,例如,数据堂、东湖大数据交易中心等采集大量用于 AI 训练的标注数据集并进行销售。国外也涌现一批数据供方,例如,美国数据供方 Axiom 提供世界上 62 个国家 25 亿消费者的数据^⑤。

由于数据要素的专用性^[32],本文研究的情境是单一供方,因此可以假设其具有很强的议价能力。数据供方可以向需方打包出售关于消费者的特定数据。同时,数据供方掌握需方的完备信息,例如在数据市场的定价咨询商的帮助下,了

解需方能够接受的最高价格。数据供方销售数据是策略性的,以利润最大化为目标。基于上海数据交易所数据交易的实际背景,本文将考虑数据供方两种不同的数据销售规则,1) 相同定价:数据供方以一个相同的价格将相同的数据卖给需方;2) 区别定价:数据供方以不同的价格将相同的数据卖给需方。本文将分别讨论数据供方和竞争企业的决策,数据供方会基于需方是否购买数据的博弈决策以确定只有一家企业购买数据和两家企业同时购买时的定价,并通过对比两者的利润,确定数据的定价。

表 1 汇总了文中提到的主要符号。

表 1 符号及含义^⑥

Table 1 Notations and meanings

符号	含义
i	企业或其产品指代, $i \in \{A, B\}$
x	用户的位置
\hat{x}	购买产品 A 和产品 B 无差异的边际用户的位置
$u_i(x)$	用户 x 购买产品 i 的净效用
v	产品效用($v > 3t$)
t	不匹配带来的单位成本($t > 0$)
ϕ_i	企业 i 利用数据的能力
p_i	产品 i 的价格,可能为 \bar{p}_i 或 $p_i(x)$
\bar{p}_i	产品 i 的统一价格
$p_i(x)$	产品 i 针对用户 x 的个性化价格
π_i	企业 i 的利润
C_i	企业 i 购买数据的成本
DP_i	数据供方向企业 i 收取的数据价格
a	混合策略均衡下企业 A 不买数据的概率
b	混合策略均衡下企业 B 不买数据的概率

模型的时间线如所示图 1 所示:1) 数据供方确定数据销售的价格;2) 企业 A 和企业 B 同时决定是否购买数据;3) 企业 A 和企业 B 决定产品的价格,若企业购买了数据,需决定产品的定价策略,即是否对用户进行个性化定价;4) 消费者购买产品。以下本文将采用逆向求解法依次求解出

⑤ <https://privacybee.com/blog/these-are-the-largest-data-brokers-in-america/>.

⑥ 为了表示不同情形(模型)下的均衡结果,本文对 \hat{x} , \bar{p}_i , $p_i(x)$, π_i , C_i 和 DP_i 增加上标 jk 进行区分, j, k 分别指代企业 A 和企业 B 的情况,用 \hat{x}^{jk} , \bar{p}_i^{jk} , $p_i(x)^{jk}$, π_i^{jk} , C_i^{jk} 和 DP_i^{jk} 表示情形 jk 下的均衡结果($j, k \in \{n, b, u, p\}$)。其中 n 表示没有购买数据, b 表示购买数据, u 表示购买数据后采用统一定价, p 表示购买数据后采用个性化定价。例如: \hat{x}^{un} 表示在企业 A 购买数据采用统一定价,且企业 B 没有购买数据的情况下,均衡时边际用户的位置。

竞争企业的产品定价策略, 竞争企业的数据购买决策和数据供方的数据销售决策.

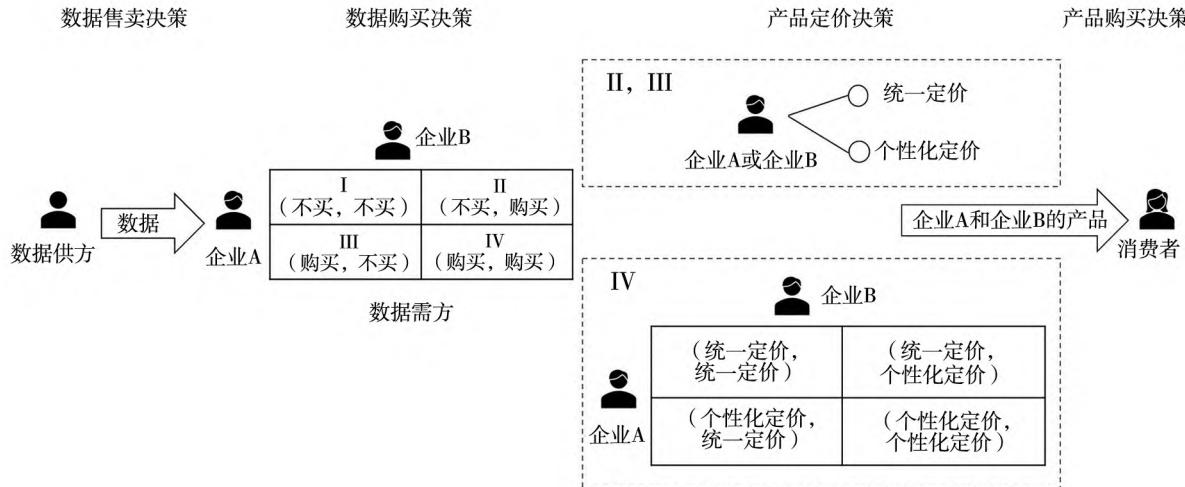


图1 模型的时间线

Fig. 1 Timeline of the model

3 模型求解^⑦

本节将从1)没有企业购买数据(基准模型);2)只有一家企业购买数据;3)两家企业同时购买数据这三类情况讨论企业利用购买的数据为用户提供个性化产品, 分别在进行个性化定价和统一定价时产品市场的均衡.

3.1 基准模型

在经典的霍特林模型中, 即企业没有用户数据时, 用户购买产品A和产品B获得的净效用分别为 $u_A(x) = v - tx - \bar{p}_A$ 和 $u_B(x) = v - t(1-x) - \bar{p}_B$. 均衡结果为 $\bar{p}_A^{un} = \bar{p}_B^{un} = t$, $\pi_A^{un} = \pi_B^{un} = t/2$, $\hat{x}^{un} = 1/2$, 企业A占领市场 $[0, 1/2]$, 企业B占领市场 $[1/2, 1]$, 消费者剩余 $CS = v - 5t/4$ ^[33].

3.2 只有一家企业购买数据

只有一家企业购买数据, 例如, 企业A购买数据并基于数据提供个性化产品, 企业B没有数据并提供标准化产品, 本文将分企业A统一定价和个性化定价两种情况进行讨论.

3.2.1 统一定价

购买数据的企业A对用户进行统一定价时, 用户购买产品A和产品B获得的净效用分别为

$u_A(x) = v - t(1 - \phi_A)x - \bar{p}_A$ 和 $u_B(x) = v - t(1 - x) - \bar{p}_B$. 可以求出均衡: $\bar{p}_A^{un} = t(1 - \phi_A/3)$, $\bar{p}_B^{un} = t(1 - 2\phi_A/3)$, $\pi_A^{un} = t(3 - \phi_A)^2/[9(2 - \phi_A)] - C_A^{bn}$, $\pi_B^{un} = t(3 - 2\phi_A)^2/[9(2 - \phi_A)]$. 企业A占领市场 $[0, \hat{x}^{un}]$, 企业B占领市场 $[\hat{x}^{un}, 1]$, 其中 $\hat{x}^{un} = (3 - \phi_A)/[3(2 - \phi_A)]$.

此时, $\bar{p}_B^{un} < \bar{p}_A^{un} < t$, 相比于基准模型, 两家企业的定价都降低, 且产品B降价的幅度大于产品A. 这是由于数据驱动的产品个性化使得企业A能为用户提供效用更高的产品, 在产品价格不变的情况下, 消费者会更倾向于选择产品A. 因此, 企业B为了弥补在产品效用上的劣势, 采取降价的手段吸引消费者. 当企业B开启价格竞争时, 企业A也采取更低的产品定价并争取到更多的用户($\hat{x}^{un} > 1/2$), 激烈的价格竞争导致企业A和企业B的利润下降($\pi_A^{un} < \pi_A^{nn}$, $\pi_B^{un} < \pi_B^{nn}$). 总体来看, 当只有一家企业利用数据为用户提供更加匹配的个性化产品时, 产品的价格竞争加剧, 有数据的企业市场份额增大, 但两家企业的利润同时降低.

3.2.2 个性化定价

购买数据的企业A对用户进行个性化定价

^⑦ 由于篇幅所限, 本文模型求解的推导证明略, 有兴趣者可联系通讯作者.

时,用户购买产品 A 和产品 B 获得的净效用分别为 $u_A(x) = v - t(1 - \phi_A)x - p_A(x)$ 和 $u_B(x) = v - t(1 - x) - \bar{p}_B$. 由于企业 A 可以对不同用户进行不同定价,为了争取用户,企业 A 可以选择对边际用户最低定价^[34]. 可以求出均衡

$$\bar{p}_B^{pn} = t(1 - \phi_A)/2,$$

$$p_A^{pn}(x) = \begin{cases} \frac{t(3-\phi_A)}{2} - t(2-\phi_A)x, & x \leq \hat{x}^{pn}, \\ 0, & x > \hat{x}^{pn}. \end{cases}$$

其中 $\hat{x}^{pn} = (3 - \phi_A)/[2(2 - \phi_A)]$. 企业 A 和企业 B 的利润分别为 $\pi_A^{pn} = t(3 - \phi_A)^2/[8(2 - \phi_A)] - C_A^{bn}$, $\pi_B^{pn} = t(1 - \phi_A)^2/[4(2 - \phi_A)]$. 企业 A 占领市场 $[0, \hat{x}^{pn}]$, 企业 B 占领市场 $[\hat{x}^{pn}, 1]$. 此时, $\bar{p}_B^{pn} < \bar{p}_A^{uu} < t$, 相比于 3.2.1 小节讨论的统一定价情形, 在只有企业 A 提供基于数据的个性化产品时, 企业 A 个性化定价进一步加剧了价格竞争, 统一定价的企业 B 进一步降低了产品价格和企业利润. 对于企业 A, $\hat{x}^{pn} > \hat{x}^{uu} > 1/2$, 企业 A 的市场份额进一步增大, 且在不考虑数据成本时的利润高于基准模型($t(3 - \phi_A)^2/[8(2 - \phi_A)] > t/2$), 说明数据价格在一定区间内, 当只有一家企业购买数据时, 该企业有利可图, 因此企业有动力购买数据.

采用同样的思路, 可以求出当只有企业 B 购买数据并用于提供个性化产品时, 企业 B 最优的策略是对用户个性化定价, 企业 B 的定价为

$$p_B^{np}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq \hat{x}^{np}, \\ t(2 - \phi_B)x - \frac{t(1 - \phi_B)}{2}, & x > \hat{x}^{np} \end{cases}$$

其中 $\hat{x}^{np} = (1 - \phi_B)/[2(2 - \phi_B)]$. 企业 A 的定价为 $\bar{p}_A^{np} = t(1 - \phi_B)/2$, 企业对应的利润分别为 $\pi_A^{np} = t(1 - \phi_B)^2/[4(2 - \phi_B)]$, $\pi_B^{np} = t(3 - \phi_B)^2/[8(2 - \phi_B)] - C_B^{nb}$.

3.3 两家企业购买数据

在此将讨论两家企业同时购买数据并利用数据向用户提供个性化产品的情形. 根据两家企业不同的定价方式, 分以下四种情况进行讨论: 1) 企业 A 和企业 B 均统一定价; 2) 企业 A 和企业 B 均个性化定价; 3) 企业 A 统一定价, 企

业 B 个性化定价; 4) 企业 A 个性化定价, 企业 B 统一定价.

3.3.1 企业 A 和企业 B 均统一定价

当企业 A 和企业 B 同时对用户进行统一定价时, 用户购买产品 A 和产品 B 获得的净效用分别为 $u_A(x) = v - t(1 - \phi_A)x - \bar{p}_A$ 和 $u_B(x) = v - t(1 - \phi_B)(1 - x) - \bar{p}_B$. 可以求出均衡 $\bar{p}_A^{uu} = t(3 - \phi_A - 2\phi_B)/3$, $\bar{p}_B^{uu} = t(3 - 2\phi_A - \phi_B)/3$. 企业的利润分别为 $\pi_A^{uu} = t(3 - \phi_A - 2\phi_B)^2/[9(2 - \phi_A - \phi_B)] - C_A^{bb}$, $\pi_B^{uu} = t(3 - 2\phi_A - \phi_B)/[9(2 - \phi_A - \phi_B)] - C_B^{bb}$. 企业 A 占领市场 $[0, \hat{x}^{uu}]$, 企业 B 占领市场 $[\hat{x}^{uu}, 1]$, 其中

$$\hat{x}^{uu} = (3 - \phi_A - 2\phi_B)/[3(2 - \phi_A - \phi_B)].$$

此时, $\bar{p}_B^{uu} < \bar{p}_A^{uu} < t$, $\pi_B^{uu} < \pi_A^{uu} < t/2$, 相比于基准模型, 产品价格降低, 企业利润降低, 且企业 B 的利润低于企业 A 的利润.

3.3.2 企业 A 和企业 B 均个性化定价

当企业 A 和企业 B 同时对用户进行个性化定价时, 用户购买产品 A 和产品 B 获得的净效用分别为 $u_A(x) = v - t(1 - \phi_A)x - p_A(x)$ 和 $u_B(x) = v - t(1 - \phi_B)(1 - x) - p_B(x)$. 由于企业 A 和企业 B 都能对不同用户进行不同定价, 对于购买产品 A 和产品 B 无差异的边际用户, $p_A(\hat{x}) = p_B(\hat{x}) = 0$. 可以求出均衡

$$p_A^{pp}(x) = \begin{cases} t(1 - \phi_B) - t(2 - \phi_A - \phi_B)x, & x \leq \hat{x}^{pp}, \\ 0, & x > \hat{x}^{pp}. \end{cases}$$

$$p_B^{pp}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq \hat{x}^{pp}, \\ t(2 - \phi_A - \phi_B)x - t(1 - \phi_B), & x > \hat{x}^{pp} \end{cases}$$

其中 $\hat{x}^{pp} = (1 - \phi_B)/(2 - \phi_A - \phi_B)$. 企业的利润分别为 $\pi_A^{pp} = t(1 - \phi_B)^2/[2(2 - \phi_A - \phi_B)] - C_A^{bb}$, $\pi_B^{pp} = t(1 - \phi_A)^2/[2(2 - \phi_A - \phi_B)] - C_B^{bb}$. 企业 A 占领市场 $[0, \hat{x}^{pp}]$, 企业 B 占领市场 $[\hat{x}^{pp}, 1]$. 此时, 相比于基准模型, 产品价格降低, 企业利润降低.

3.3.3 企业 A 统一定价, 企业 B 个性化定价

当企业 A 对用户统一定价, 企业 B 对用户进行个性化定价时, 用户购买产品 A 和产品 B 获得

的净效用分别为 $u_A(x) = v - t(1 - \phi_A)x - \bar{p}_A$ 和 $u_B(x) = v - t(1 - \phi_B)(1 - x) - \bar{p}_B(x)$. 由于企业 B 可以个性化定价, 边际用户购买产品 B 的价格 $p_B(\hat{x}) = 0$. 可以求出均衡

$$\bar{p}_A^{up} = t(1 - \phi_B)/2,$$

$$p_B^{up} = \begin{cases} 0, & x < \hat{x}^{up}, \\ t(2 - \phi_A - \phi_B)x - \frac{t(1 - \phi_B)}{2}, & x \geq \hat{x}^{up}. \end{cases}$$

其中 $\hat{x}^{up} = (1 - \phi_B)/[2(2 - \phi_A - \phi_B)]$. 企业的利润分别为 $\pi_A^{up} = t(1 - \phi_B)^2/[4(2 - \phi_A - \phi_B)] - C_A^{bb}$, $\pi_B^{up} = t(3 - 2\phi_A - \phi_B)^2/[8(2 - \phi_A - \phi_B)] - C_B^{bb}$. 企业 A 占领市场 $[0, \hat{x}^{up}]$, 企业 B 占领市场 $[\hat{x}^{up}, 1]$.

3.3.4 企业 A 个性化定价, 企业 B 统一定价

当企业 A 对用户个性化定价, 企业 B 对用户进行统一定价时, 用户购买产品 A 和产品 B 获得的净效用分别为 $u_A(x) = v - t(1 - \phi_A)x - p_A(x)$ 和 $u_B(x) = v - t(1 - \phi_B)(1 - x) - \bar{p}_B$. 由于企业 A 可以个性化定价, 边际用户购买产品 A 的价格 $p_A(\hat{x}) = 0$. 可以求出均衡 $\bar{p}_B^{pu} = t(1 - \phi_A)/2$,

$$p_A^{pu}(x) = \begin{cases} \frac{t(3 - \phi_A - 2\phi_B)}{2} - t(2 - \phi_A - \phi_B)x, & x \leq \hat{x}^{pu}, \\ 0, & x > \hat{x}^{pu}. \end{cases}$$

其中 $\hat{x}^{pu} = (3 - \phi_A - 2\phi_B)/[2(2 - \phi_A - \phi_B)]$. 企业的利润分别为 $\pi_A^{pu} = t(3 - \phi_A - 2\phi_B)^2/[8(2 - \phi_A - \phi_B)] - C_A^{bb}$, $\pi_B^{pu} = t(1 - \phi_A)^2/[4(2 - \phi_A - \phi_B)] - C_B^{bb}$.

从上述研究的均衡结果可以看出, 不论是只有一家企业购买数据, 还是两家企业同时购买数据, 当数据仅用于为用户提供更加匹配的个性化产品时, 即在不考虑基于数据的个性化定价的情况下, 基于数据的产品个性化的产品价格低于企业没有数据, 只为用户提供统一产品时的价格, 如命题 1 所示. 当只有一家企业利用数据提升产品效用时, 没有数据的企业只能通过降价的手段弥补产品上的劣势, 进而导致有数据的企业也进行价格竞争. 当两家企业同时购买数据提供个性化产品时, 由于企业数据利用能力的差异, 数据利用

能力较弱的企业对产品效用的提升不如数据能力较强的企业, 因此较弱企业仍有动机通过降价吸引消费者, 进而导致价格竞争的加剧. 数据驱动的产品个性化将企业的部分利润转移至消费者, 提升了消费者福利.

命题 1 数据驱动的产品个性化加剧了产品市场的价格竞争.

进一步地, 在数据要素驱动的产品个性化基础上, 考虑企业利用数据进行个性化定价, 正如已有文献得出的结论^[11, 12], 企业的价格竞争进一步加剧. 当只有一家企业购买数据且进行个性化定价时, 另一家没有数据的企业只能选择更大幅度的降价以削弱竞争对手对其原有用户的“窃取(poaching)”. 当两家企业同时购买数据且进行个性化定价时, 双方都通过降低价格争夺用户, 加剧了价格竞争.

4 数据市场供需双方的策略

下面讨论数据市场供需双方的策略, 包括竞争企业的产品定价、数据购买策略, 以及数据供方的数据销售策略. 基于本文第 3 节求解的企业在不同定价策略下的市场均衡, 本节首先确定企业在购买数据后会采用个性化定价还是统一定价, 进而求解企业的数据购买决策, 并基于此, 讨论数据供方在两种数据销售规则下的数据定价策略.

4.1 竞争企业的产品定价策略

基于本文第 3 节的模型求解, 可以确定竞争企业在购买数据情况下的定价策略. 当只有一家购买数据时, $\pi_A^{pn} > \pi_A^{up}$, $\pi_B^{np} > \pi_B^{nu}$, 即相比于统一定价, 当企业基于数据对用户个性化定价时, 企业的利润更高. 因此, 在只有一家企业购买数据时, 购买数据的企业总是会选择个性化定价而非统一定价.

当两家企业同时购买数据时, 产品的定价策略是博弈. 在表 2 中总结了企业 A 和企业 B 分别在两种不同的定价策略下的利润, 并确定两家企业购买数据后定价的占优策略均为选择个性化定价, 即纳什均衡为(个性化定价, 个性化定价), 如命题 2 所示.

表 2 企业 A 和企业 B 同时购买数据后在两种定价策略下的利润

Table 2 Profits of firms A and B under two pricing strategies when both purchase data

		B	
		统一定价	个性化定价
A	统一定价	$\frac{t(3 - 2\phi_B - \phi_A)^2}{9(2 - \phi_A - \phi_B)} - C_A^{bb}, \frac{t(3 - 2\phi_A - \phi_B)^2}{9(2 - \phi_A - \phi_B)} - C_B^{bb}$	$\frac{t(1 - \phi_B)^2}{4(2 - \phi_A - \phi_B)} - C_A^{bb}, \frac{t(3 - 2\phi_A - \phi_B)^2}{8(2 - \phi_A - \phi_B)} - C_B^{bb}$
	个性化定价	$\frac{t(3 - \phi_A - 2\phi_B)^2}{8(2 - \phi_A - \phi_B)} - C_A^{bb}, \frac{t(1 - \phi_A)^2}{4(2 - \phi_A - \phi_B)} - C_B^{bb}$	$\frac{t(1 - \phi_B)^2}{2(2 - \phi_A - \phi_B)} - C_A^{bb}, \frac{t(1 - \phi_A)^2}{2(2 - \phi_A - \phi_B)} - C_B^{bb}$

命题 2 当竞争企业同时购买数据时,企业的定价策略均为选择个性化定价.

4.2 竞争企业的数据购买策略

在命题 2 的基础上,总结出两家企业分别在

购买数据和不购买数据下的利润,如表 3 所示. 竞争企业的数据购买策略也是博弈,且取决于数据供方的定价规则和价格.

表 3 企业 A 和企业 B 在购买数据与不购买数据下的利润

Table 3 Profits of firms A and B with and without purchase of data

		B	
		不买数据	购买数据
A	不买数据	$\frac{t}{2}, \frac{t}{2}$	$\frac{t(1 - \phi_B)^2}{4(2 - \phi_B)}, \frac{t(3 - \phi_B)^2}{8(2 - \phi_B)} - C_B^{nb}$
	购买数据	$\frac{t(3 - \phi_A)^2}{8(2 - \phi_A)} - C_A^{bn}, \frac{t(1 - \phi_A)^2}{4(2 - \phi_A)}$	$\frac{t(1 - \phi_B)^2}{2(2 - \phi_A - \phi_B)} - C_A^{bb}, \frac{t(1 - \phi_A)^2}{2(2 - \phi_A - \phi_B)} - C_B^{bb}$

用 $\pi_i^{nn(bn,nb,bb)}$ 表示企业 i 在企业 A 和企业 B 均未购买数据(企业 A 购买且企业 B 不买,企业 A 不买且企业 B 购买,企业 A 和企业 B 均购买)情况下的利润. 以下总结出竞争企业购买策略不同均衡对应的条件^⑧.

情形 1 纯策略均衡(不买,不买)

$$\begin{cases} \pi_A^{nn} > \pi_A^{bn}, \\ \pi_A^{nb} > \pi_A^{bb}, \text{ 或者} \\ \pi_B^{nn} > \pi_B^{nb} \end{cases} \quad (5)$$

情形 2 纯策略均衡(不买,购买)

$$\begin{cases} \pi_A^{nn} > \pi_A^{bn}, \\ \pi_A^{nb} > \pi_A^{bb}, \text{ 或者} \\ \pi_B^{nn} < \pi_B^{nb} \end{cases} \quad (6)$$

情形 3 纯策略均衡(购买,不买)

$$\begin{cases} \pi_B^{nn} > \pi_B^{nb}, \\ \pi_B^{bn} > \pi_B^{bb}, \text{ 或者} \\ \pi_A^{nn} < \pi_A^{bn} \end{cases} \quad (7)$$

情形 4 纯策略均衡(购买,购买)

$$\begin{cases} \pi_A^{nn} < \pi_A^{bn}, \\ \pi_A^{nb} < \pi_A^{bb}, \text{ 或者} \\ \pi_B^{nn} < \pi_B^{bn} \end{cases} \quad (8)$$

情形 5 混合策略均衡

$$\begin{cases} \pi_A^{nn} > \pi_A^{bn}, \\ \pi_A^{nb} < \pi_A^{bb}, \text{ 或者} \\ \pi_B^{nn} < \pi_B^{nb} \end{cases} \quad (9)$$

在不存在纯策略纳什均衡时,根据纳什提出的:有限博弈一定存在纳什均衡^[35],本文讨论混合策略均衡:企业 A 以概率 a 不买数据,以概率 $1-a$ 购买数据;企业 B 以概率 b 不买数据,以概率 $1-b$ 购买数据($0 < a < 1, 0 < b < 1$). 混合策略均衡条件为

$$\begin{aligned} b\pi_A^{nn} + (1-b)\pi_A^{nb} &= b\pi_A^{bn} + (1-b)\pi_A^{bb} \\ a\pi_B^{nn} + (1-a)\pi_B^{bn} &= a\pi_B^{nb} + (1-a)\pi_B^{bb} \end{aligned} \quad (10)$$

本文考虑数据供方对企业 i 进行相同定价 \overline{DP} 的情况,讨论企业 i 在已知数据供方的定价

^⑧ 本文在证明过程中还讨论了多均衡的情形. 其中,(不买,不买)和(购买,购买)是一种可能存在的多均衡,进一步地,该均衡可以提炼为(不买,不买). 这背后的逻辑是,在数据要素驱动的产品个性化服务下,企业的价格竞争加剧,企业利润下降,因此,相比于同时购买数据,两家企业更愿意达成一致同时不买数据.

后,决定是否购买数据. 将 $C_A^{bn} = C_B^{ab} = C_A^{bb} = C_B^{bb} = \overline{DP}$ 代入表3, 并基于式(5)~式(10), 可以确定竞争企业数据购买决策的均衡. 记

$$\begin{aligned} M_1 &= \frac{t(1-\phi_A)^2}{8(2-\phi_A)}, M_2 = \frac{t(1-\phi_B)^2}{8(2-\phi_B)} \\ M_3 &= \frac{t(1-\phi_A)^2(2+\phi_B-\phi_A)}{4(2-\phi_A-\phi_B)(2-\phi_A)} \\ M_4 &= \frac{t(1-\phi_B)^2(2+\phi_A-\phi_B)}{4(2-\phi_A-\phi_B)(2-\phi_B)} \end{aligned}$$

显然, $M_1 < M_2$, $M_1 < M_3$, $M_2 < M_4$, $M_3 < M_4$. 因此, $M_1 < M_2 (M_3) < M_4$. 易证明, 1) 当 $0 < \phi_A \leq (7 - \sqrt{17})/8$, 或者 $(7 - \sqrt{17})/8 < \phi_A < 1$, 且 $\phi_B \geq m(\phi_A)$ (其中 $m(\phi_A)$ 满足 $4(2-\phi_A-m)(2-\phi_A)(1-m)^2 - 8(2-m)(1-\phi_A)^2(2+m-\phi_A) = 0$) 时, $M_2 \leq M_3$. 此时, $M_1 < M_2 \leq M_3 < M_4$. 数据供方的定价 $\overline{DP} \geq M_2$ 时均衡为(不买, 不买), $\overline{DP} < M_2$ 时均衡为(购买, 购买); 2) 当 $(7 -$

$\sqrt{17})/8 < \phi_A < 1$, 且 $0 < \phi_B < m(\phi_A)$ 时, $M_2 > M_3$. 此时, $M_1 < M_3 < M_2 < M_4$. 数据供方的定价 $\overline{DP} \geq M_2$ 时均衡为(不买, 不买), $M_3 \leq \overline{DP} < M_2$ 时均衡为(a 不买 + $1-a$ 购买, b 不买 + $1-b$ 购买), $\overline{DP} < M_3$ 时均衡为(购买, 购买). 其中 $a = (\overline{DP} - M_3)/(M_2 - M_3)$, $b = (M_4 - \overline{DP})/(M_4 - M_1)$. 命题3总结了上述购买策略的均衡结果. 图2直观地展示了数据供方对竞争企业设定相同的数据价格时, 竞争企业的数据购买决策均衡. 当数据供方给出的数据定价较低时, 竞争企业都会选择购买数据. 当数据供方给出的数据定价较高时, 竞争企业都不会选择购买数据. 当数据供方给出的数据定价处于中等水平时, 如果一家企业数据利用能力较强, 另一家企业数据利用能力较弱, 竞争企业的购买决策没有纯策略均衡, 均衡时两家企业均会以一定概率购买数据.

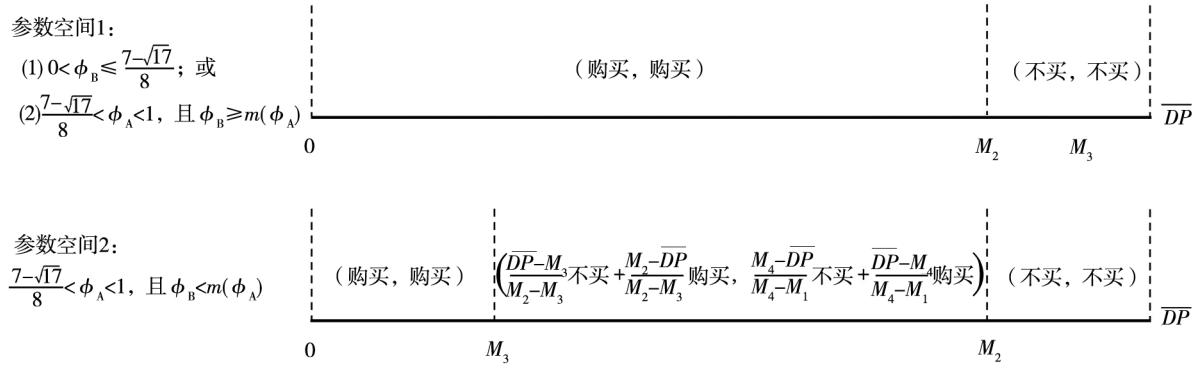


图2 竞争企业的数据购买策略均衡

Fig. 2 Equilibrium of data purchase strategies of competing firms

命题3 当数据供方对作为需方的竞争企业设定相同的数据价格时,

①在参数空间1的(1), $0 < \phi_A \leq (7 - \sqrt{17})/8$, 和参数空间1的(2), $(7 - \sqrt{17})/8 < \phi_A < 1$, 且 $\phi_B \geq m(\phi_A)$ 下:

i) 当数据供方的定价 $\overline{DP} < M_2$ 时, 竞争企业数据购买决策的纳什均衡是(购买, 购买).

ii) 当数据供方的定价 $\overline{DP} \geq M_2$ 时, 竞争企业数据购买决策的纳什均衡是(不买, 不买).

②在参数空间2, $(7 - \sqrt{17})/8 < \phi_A < 1$, 且 $\phi_B < m(\phi_A)$ 下:

i) 当数据供方的定价 $\overline{DP} < M_3$ 时, 竞争企业数据购买决策的纳什均衡是(购买, 购买).

ii) 当数据供方的定价 $M_3 \leq \overline{DP} < M_2$ 时, 竞争企业数据购买决策结果是混合策略均衡 ($(\overline{DP} - M_3)/(M_2 - M_3)$ 不买 + $(M_2 - \overline{DP})/(M_2 - M_3)$ 购买, $(M_4 - \overline{DP})/(M_4 - M_1)$ 不买 + $(\overline{DP} - M_1)/(M_4 - M_1)$ 购买).

iii) 当数据供方的定价 $\overline{DP} \geq M_2$ 时, 竞争企业数据购买决策的纳什均衡是(不买, 不买).

命题3揭示了以下结论: 在参数空间1, 两家竞争企业数据利用能力的差距较小时, 企业的决

策一致。其中,当企业利用数据的能力都很强时,决策趋向于都不买数据。在参数空间 2,两家企业的数据利用水平差距较大时,除了两家企业同时购买或同时不买,还会出现混合策略均衡,即两家企业以一定概率购买数据。

为了更加直观地了解给定数据价格时,竞争企业的数据购买决策均衡结果如何随企业数据利用能力的变化,给定数据价格 $\overline{DP} = 0.044$,同时假设 $t = 1$,得到的均衡结果如图 3 所示。

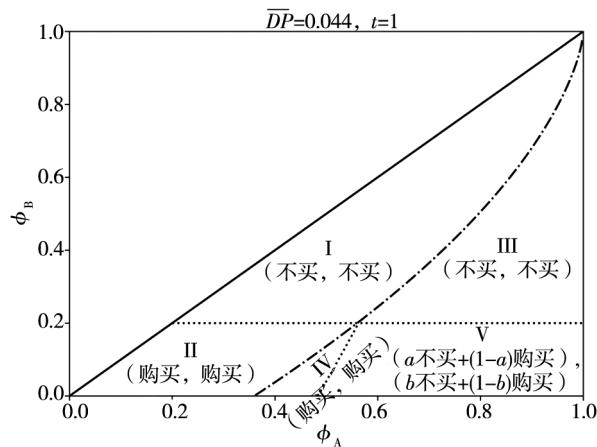


图 3 竞争企业的数据购买策略均衡随企业数据利用能力的变化

Fig. 3 How equilibrium of data purchase strategies of competing firms changes with the firm's data utilization capability

图 3 的横纵坐标分别表示企业 A 和企业 B 的数据利用能力。点划线代表参数空间 1 和参数空间 2 的分界线,因此,点划线左侧的两块区域(I 和 II)表示参数空间 1,该空间下,两家企业的数据利用能力差距相对较小,决策只存在两种均衡结果:区域 I 代表的(不买,不买)和区域 II 代表的(购买,购买),且随着两家企业数据利用能力的增强,决策均衡从(购买,购买)转变为(不买,不买)。点划线右侧的三块区域(III、IV 和 V)表示参数空间 2,该空间下,两家企业的数据利用能力差距相对较大,决策存在三种均衡结果:区域 III 代表的(不买,不买),区域 IV 代表的(购买,购买)和区域 V 代表的混合策略(a 不买+ $1-a$ 购买, b 不买 + $1 - b$ 购买),其中 $a = (0.04 - M_3)/(M_2 - M_3)$, $b = (M_4 - 0.04)/(M_4 - M_1)$ 。当企业 B 的数据利用能力较强时,企业的均衡决策是(不买,不买)。当企业 B 的数据利用能力较

弱时,随着企业 A 数据利用能力的增强,两家企业的数据利用能力差距增大,均衡结果会从纯策略均衡(购买,购买)转变为企业 A 和企业 B 分别以概率 a 和概率 b 不买数据的混合策略均衡;而随着企业 B 数据利用能力的增强,两家企业的数据利用能力差距减小,均衡结果会从混合策略均衡转变为(购买,购买)。

综合来看,1) 竞争企业中数据利用能力较弱企业(简称“较弱企业”)的数据利用能力水平决定竞争企业是否同时选择不买。当较弱企业数据利用能力处于较高水平时,即两家企业的数据利用能力都强时,竞争企业会同时选择不买;2) 当较弱企业数据利用能力处于较低水平时,两家企业利用数据能力的差距决定竞争企业是否选择同时购买。当数据利用能力较强企业(简称“较强企业”)数据利用能力处于较低水平时,即两家企业数据利用能力差距较小时,竞争企业会同时选择购买。随着较强企业利用数据能力的提升,两家企业数据利用能力差距逐渐增大,竞争企业会从一定购买数据转向以一定概率购买数据,即均衡结果从纯策略均衡转向混合策略均衡。对应地,随着较弱企业利用数据能力的提升,两家企业数据利用能力差距逐渐缩小,竞争企业会从以一定概率购买数据转向一定购买数据。引理 1 总结了上述结论。该结论对于加快培育数据要素市场,促进数据市场的繁荣发展具有启示意义:1) 数据市场需要鼓励更多数据利用能力差的企业进入数据市场购买数据。相比于吸引数据利用能力强的竞争企业,数据利用能力弱的竞争企业更容易进入数据市场;2) 随着企业数据利用能力的增强,如果出现一家企业利用数据能力强,而另一家企业的数据利用水平大幅落后的情况,数据市场可以对较弱的企业给予一定的扶持,帮助其提升数据利用能力;3) 当竞争企业的数据利用能力都较强时,企业购买数据的动力不足。从促进数据交易的视角出发,此时需要对企业购买数据的行为进行补贴。

引理 1 给定数据价格,

① 竞争企业中较弱企业利用数据的水平决定

企业是否同时不买数据. 当较弱企业利用数据的能力高于一定水平时, 决策均衡为(不买, 不买).

②当较弱企业利用数据的能力低于一定水平时, 竞争企业数据利用能力的差距决定企业是否同时购买数据.

i) 当竞争企业数据利用能力的差距小于一定值时, 决策均衡为(购买, 购买).

ii) 当竞争企业数据利用能力差距大于一定值时, 决策均衡为两家企业均以一定概率购买数据的混合策略均衡. 且随着两家企业数据利用能力差距的缩小, 均衡会从混合策略均衡转向纯策略均衡(购买, 购买).

4.3 数据供方的数据销售策略

下面讨论当数据供方掌握需方的信息, 并基于需方的数据购买决策, 以利润最大化为目标销售数据时的数据定价. 以下将分相同定价和区别定价两种情况进行讨论.

首先, 数据供方对需方设定同样的数据价格时, 基于命题3, 可以得到引理2,

引理2 数据供方对需方设定同样的数据价格时, 会将数据同时卖给两家企业, 且数据最高定价为 $M_2 - \varepsilon$, 数据供方的最大利润为 $2M_2 - \varepsilon$, 其中 $\varepsilon \rightarrow 0$.

其次, 数据供方对需方进行区别定价时, 数据供方需决定数据只卖给企业A, 只卖给企业B, 和同时卖给两家企业的数据价格(分别记为 DP_A^{bn} , DP_B^{bn} , DP_A^{bb} , DP_B^{bb}), 进而确定利润最大化目标下, 将数据只卖给一家企业还是同时卖给两家企业. 将 $C_A^{bn} = DP_A^{bn}$, $C_B^{nb} = DP_B^{nb}$, $C_A^{bb} = DP_A^{bb}$, $C_B^{bb} = DP_B^{bb}$ 代入表3, 当数据供方将数据只卖给企业A时, 企业A购买数据的条件为

$$\pi_A^{nb} < \pi_A^{bn} \quad (11)$$

当数据供方将数据只卖给企业B时, 企业B购买数据的条件为

$$\pi_B^{bn} < \pi_B^{nb} \quad (12)$$

数据供方将数据同时卖给两家企业时, 企业A和企业B同时购买数据的条件为

$$\pi_A^{nb} < \pi_A^{bb} \quad (13)$$

$$\pi_B^{bn} < \pi_B^{bb} \quad (14)$$

由式(11)~式(14), 可以求出数据供方分别对企业A和企业B的最高数据定价.

当数据供方选择将数据只卖给一家企业时, 只卖给企业A的价格和只卖给企业B的价格分别为

$$DP_A^{bn} = \frac{t}{8} \left[2\phi_B - \frac{2}{2-\phi_B} + \frac{(3-\phi_A)^2}{2-\phi_A} \right] - \varepsilon,$$

$$DP_B^{nb} = \frac{t}{8} \left[2\phi_A - \frac{2}{2-\phi_A} + \frac{(3-\phi_B)^2}{2-\phi_B} \right] - \varepsilon$$

其中 $\varepsilon \rightarrow 0$. 由于 $\phi_A > \phi_B$, $DP_A^{bn} < DP_B^{nb}$, 因此数据供方会选择将数据卖给数据利用能力较弱的企业B. 此时, 数据供方的利润为 DP_B^{nb} .

当数据供方将数据同时卖给两家企业时, 卖给企业A和企业B的价格分别为

$$DP_A^{bb} = \frac{t(1-\phi_B)^2(2+\phi_A-\phi_B)}{4(2-\phi_A-\phi_B)(2-\phi_B)} - \varepsilon,$$

$$DP_B^{bb} = \frac{t(1-\phi_A)^2(2+\phi_B-\phi_A)}{4(2-\phi_A-\phi_B)(2-\phi_A)} - \varepsilon$$

此时, 数据供方同时向两家企业同时销售数据获取的利润为 $DP_A^{bb} + DP_B^{bb}$.

通过比较数据供方只将数据卖给一家企业的利润 DP_B^{nb} 和将数据同时卖给两家企业的利润 $DP_A^{bb} + DP_B^{bb}$, 可以发现 $DP_A^{bb} + DP_B^{bb} < DP_B^{nb}$, 因此, 数据供方会选择将数据只卖给一家企业, 如命题4所示.

命题4 当数据供方能够对需方区别定价时, 会选择只将数据卖给数据能力较弱的一家企业, 数据价格为 $t[2\phi_A - 2/(2-\phi_A) + (3-\phi_B)^2/(2-\phi_B)]/8$.

上述结论揭示了, 当数据供方对需方设定不同的数据价格时, 数据供方最优的销售策略是设定一个较高的价格, 进而导致只有一家企业购买. 原因是当两家企业都有数据时, 产品市场的价格竞争过于激烈导致企业的利润下降, 进而压缩了数据供方能够获取的利润空间. 虽然本文研究的是数据驱动的产品个性化, 但得到的结论与Montes等^[12]研究竞争企业购买数据用于个性化定价背景下垄断数据供方的定价策略一致. 值得一提的是, 数据供方只会将数据卖给数据利用能力较弱的企业. 这是由于在只有一家企业购买数据的两种情况下, 数据利用能力较弱企业的利润差距大于较强企业, 较弱企业愿意为购买数据支付成本的区间更大. 本文得到的这一结

论,究其原因,是数据既可排他也可非排他,以及数据的价值取决于主体利用数据能力这两大特点所致.

5 竞争企业数据购买策略的市场均衡对比分析

下面对竞争企业数据购买策略的市场均衡进行对比分析.表 4 总结了当没有企业购买数据,数据供方区别定价导致只有企业 B 购买数据,以及数据供方相同定价时两家企业同时购买数据这三种情形下,对应的产品市场上产品的价格(p_i)、企业利润(π_i)、消费者福利(CS)以及社会福利(SS).可以发现,相比于企业没有购买数据的情

况,当出现第三方数据市场时,如果只有一家较弱企业购买数据时,产品 A 的价格下降,产品 B 的价格对部分用户而言上升,对部分用户而言下降,其中离产品 B 较近(对产品 B 的偏好更强)的用户被收取更高的价格.企业 A 由于价格和市场份额都下降,导致利润下降;企业 B 由于被数据供方收取高的数据价格,利润也下降;此时,消费者福利上升.而整体的社会福利可能上升也可能下降,取决于企业 B 的数据利用能力,当企业 B 的数据利用能力较高时,整体的社会福利上升.当两家企业都购买了数据时,产品 A 和产品 B 的价格均下降,企业 A 和企业 B 的利润均下降,消费者的福利和整体的社会福利都上升.总体而言,数据驱动的产品个性化加剧了企业的价格竞争,降低企业的利润,增加消费者福利.

表 4 竞争企业数据购买策略的市场均衡对比

Table 4 Comparison of market equilibrium under different data purchase strategies of competing firms

	企业没有数据时	只有企业 B 购买数据	两家企业购买数据
p_A	t	$\frac{t(1 - \phi_B)}{2} \downarrow$	$\max\{t(1 - \phi_B) - t(2 - \phi_A - \phi_B)x, 0\} \downarrow$
p_B	t	$\max\left\{t(2 - \phi_B)x - \frac{t(1 - \phi_B)}{2}, 0\right\}$	$\max\{t(2 - \phi_A - \phi_B)x - t(1 - \phi_B), 0\} \downarrow$
π_A	$\frac{t}{2}$	$\frac{t(1 - \phi_A)^2}{4(2 - \phi_A)} \downarrow$	$\frac{t(1 - \phi_B)^2(6 + \phi_A - 3\phi_B)}{8(2 - \phi_B)(2 - \phi_A - \phi_B)} \downarrow$
π_B	$\frac{t}{2}$	$\frac{t(1 - \phi_B)^2}{4(2 - \phi_B)} \downarrow$	$\frac{t}{8}\left(\phi_B - \frac{1}{2 - \phi_B} + \frac{4(1 - \phi_A)^2}{2 - \phi_A - \phi_B}\right) \downarrow$
CS	$v - \frac{5t}{4}$	$v - \frac{t(2 - \phi_B)}{2} \uparrow$	$v - t\left(\frac{1 - \phi_A}{2} + \frac{(1 - \phi_B)^2}{2(2 - \phi_A - \phi_B)}\right) \uparrow$
SS	$v - \frac{t}{4}$	$v - \frac{t(5 - \phi_B)(1 - \phi_B)}{8(2 - \phi_B)}$	$v - t\left(\frac{\phi_A - \phi_A^2 - 1 + \phi_B + \phi_A\phi_B - \phi_B^2}{2(2 - \phi_A - \phi_B)}\right) \uparrow$

6 数值实验

本节将通过数值实验的方式,对于上述数据供方在区别定价时的数据销售策略进行验证.本文基于现实案例建立模型,例如,上海数据交易所中,国家电网上海电力提供的“企业电智绘”数据^⑨,受到银行业的广泛关注,被认为是可以用于企业信贷业务的重要数据要素^⑩.在银行为企业提供信贷业务的场景中,电网提供的涵盖企业用

电行为、用电缴费等的数据为银行在信贷授信、贷后预警等方面提供了决策参考.本文构建了模型,参与者是电网和多家在企业信贷业务市场竞争的银行,每家银行的数据处理能力不同,服从随机分布.具体而言,假设产品市场上消费者均匀分布在周长为 1 的圆周上,围绕这个圆的密度为 1,有 n ($n > 3$) 家企业也沿着圆周均匀分布^[36].假设企业的数据利用能力 ϕ_i ($i = 1, 2, \dots, n$) 服从随机分布,产品市场上由于存在大量企业,各企业的

⑨ <https://www.jfdaily.com/news/detail?id=426969>.

⑩ <https://m.gmw.cn/baijia/2021-11/26/1302695250.html>.

产品价格相同,为了简化模型,将产品价格设定为1. 可以确定企业*i*在企业*i, i-1, i+1*分别购买及不购买数据的情况下利润,进而可以确定数据供方将数据卖给*n*家和*n-1*家企业的利润.

以下将用数值实验的方式,观察数据供方对企业区别定价时,在企业的数据利用能力服从不同的随机分布下,随着企业数量*n*的变化,数据供方卖给*n-1*家企业与卖给*n*家企业的利润差如何变化,结果如图4所示. 图4的横坐标表示产品市场的竞争企业数量*n*,即数据市场上的数据需方数量. 纵坐标代表数据供方卖给*n-1*家企业与卖给*n*家企业的利润差. 本文选取了企业数据利用能力 ϕ_i 四种不同的随机分布:1) 在(0,1)均匀分布;2) 服从参数 $\lambda=0.5$ 的指数分布;3) 服从参数 $\lambda=2$ 的指数分布;4) 服从均值=0.5,方差 $\sigma=0.2$ 的正态分布. 数值实验的结果表明,在这四种不同的随机分布下,数据供方卖给*n-1*家企业与卖给*n*家企业的利润差总是大于0,由此可知数据供方在对竞争企业区别定价的情况下,会选择只将数据卖给*n-1*家企业,这与上述讨论竞争企业为两家时,数据供方在区别定价时只将数据卖给一家企业的结论保持一致.

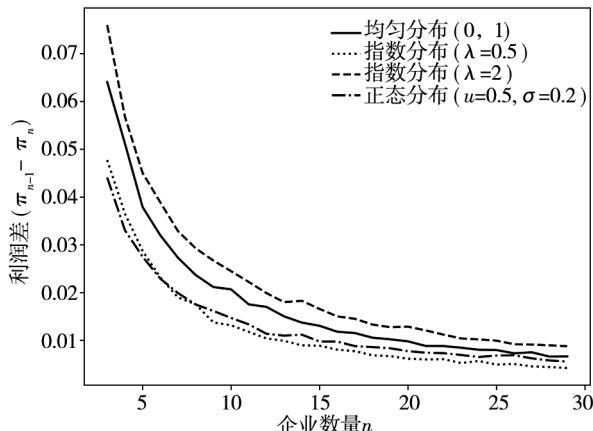


图4 数据供方将数据卖给*n-1*家企业与卖给*n*家企业的利润差 $\pi_{n-1} - \pi_n$ 随企业数量*n*的变化

Fig. 4 How the profit difference of the data supplier between selling to $n-1$ and n firms ($\pi_{n-1} - \pi_n$) changes with the number of demand-side firms n .

7 结束语

本文探究了企业能够从数据市场上单一的数

据供方购买用户数据,并利用数据提供更加匹配用户的个性化产品时,在数据供方相同定价和区别定价两种情况下,作为需方的竞争企业的数据购买决策. 首先,本文考虑了基于数据的产品个性化,即数据能够被用于向用户提供更加匹配的产品,提升用户效用. 其次,考虑了数据带来的用户效用提升与企业利用数据的能力相关. 此外,由于数据既可排他又可非排他的特点,本文探究了单一数据供方在利润最大化目标下策略性的数据销售决策:同时卖给两家企业还是只卖给一家企业,考虑了数据供方对需方相同定价和区别定价两种情况. 本文通过经济学建模,得出以下结论:1) 数据驱动的产品个性化会加剧产品市场的价格竞争,减少企业利润,增加消费者福利;2) 竞争企业购买数据并利用数据向用户提供个性化产品后,都会选择对用户进行个性化定价而非统一定价;3) 以利润最大化为目标的单一数据供方对需方的定价方式(相同定价还是区别定价)影响数据是否被排他交易. 在相同定价的情况下,数据供方会将数据同时卖给两家企业;在区别定价的情况下,数据供方会选择将数据只卖给一家企业;4) 当单一数据供方对需方设定相同数据价格时,作为需方的竞争企业的数据购买策略受数据利用能力较弱企业利用数据的能力,以及两家企业数据利用能力差距的影响.

在营销领域,已有大量研究讨论了数据用于个性化定价对企业利润和消费者福利带来的影响. 例如,个性化定价会加剧企业的价格竞争. 在此基础上,本文进一步考虑了数据能够用于改进产品,提升用户效用,即“数据作为生产要素”的价值,丰富了数据的价值和数据对企业竞争影响的研究. 此外,已有研究往往考虑数据从以下几个途径获取:1) 企业与用户有多阶段的交互,企业能够从第一阶段收集用户数据并用于后续阶段;2) 通过兼并收购另一个产品市场的企业获取与用户相关的数据;3) 通过数据共享免费获取数据. 随着数字经济的发展,数据要素市场培育的加快,越来越多的企业进入数据交易市场. 本文正是在此背景下,考虑企业新的数据获取来源—数据

市场，并讨论竞争企业的数据购买策略，这是之前较少被研究的一个领域。本文考虑了数据供方不同的数据销售决策规则，并探究数据供方的出现对产品市场的均衡、消费者福利和社会福利的影响，丰富了数据市场价值和数据定价策略相关的研究。研究发现，数据供方对需方的区别定价会带来数据的排他性交易。作为需方的竞争企业的数据利用能力影响其数据购买策略，数据利用能力弱的竞争企业更容易进入数据市场。因此，数据市场需要鼓励更多数据利用能力差的企业进入数据

市场购买数据。当数据利用能力弱的企业数据利用水平大幅落后其竞争对手时，数据市场可以对其给予一定的扶持，帮助其提升数据利用能力。当竞争企业的数据利用能力都较强时，企业购买数据的动力不足，为了促进数据交易，可以对企业购买数据的行为进行补贴。本文的研究结论对于理解数据作为新型生产要素在下游企业竞争中发挥作用的方式，数据要素市场交易规则的制定，及供需双方市场参与策略和定价策略的制定具有一定启示意义。

参 考 文 献：

- [1] 陈 收, 蒲 石, 方 翎, 等. 数字经济的新规律[J]. 管理科学学报, 2021, 24(8): 36–47.
Chen Shou, Pu Shi, Fang Ying, et al. The new rules of digital economy [J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(8): 36–47. (in Chinese)
- [2] 黄丽华, 朱海林, 刘伟华, 等. 企业数字化转型和管理: 研究框架与展望[J]. 管理科学学报, 2021, 24(8): 26–35.
Huang Lihua, Zhu Hailin, Liu Weihua, et al. The firm's digital transformation and management: Toward a research framework and future directions [J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(8): 26–35. (in Chinese)
- [3] Holland C P, Kavuri A. Artificial intelligence and digital transformation of insurance markets[J]. Journal of Financial Transformation, 2021, 54(11): 104–115.
- [4] Soleymanian M, Weinberg C B, Zhu T. Sensor data and behavioral tracking: Does usage-based auto insurance benefit drivers? [J]. Marketing Science, 2019, 38(1): 21–43.
- [5] 刘 意, 谢 康, 邓弘林. 数据驱动的产品研发转型: 组织惯例适应性变革视角的案例研究[J]. 管理世界, 2020, 36(3): 164–183.
Liu Yi, Xie Kang, Deng Honglin. Data driven R & D transformation of new product: A case study from the perspective of adaptive change in organizational practices [J]. Journal of Management World, 2020, 36(3): 164–183. (in Chinese)
- [6] Iansiti M. The Value of Data and Its Impact on Competition[R]. Boston: Harvard Business School NOM Unit Working Paper, No. 22–002. <https://ssrn.com/abstract=3890387>, 2021.
- [7] Porter M E. Technology and competitive advantage[J]. Journal of Business Strategy, 1985, 5(3): 60–78.
- [8] De Corniere A, Taylor G. Data and Competition: A Simple Framework with Applications to Mergers and Market Structure [R]. London: CEPR Discussion Paper, No. DP14446. Centre for Economic Policy Research, <https://ssrn.com/abstract=3547379>, 2022.
- [9] Tirole J. Competition and the industrial challenge for the digital age[J]. Annual Review of Economics, 2023, 15(1): 573–605.
- [10] Ichihashi S. Competing data intermediaries[J]. The RAND Journal of Economics, 2021, 52(3): 515–537.
- [11] Chen Z, Choe C, Matsushima N. Competitive personalized pricing[J]. Management Science, 2020, 66(9): 4003–4023.
- [12] Montes R, Sand-Zantman W, Valletti T. The value of personal information in online markets with endogenous privacy[J]. Management Science, 2019, 65(3): 1342–1362.
- [13] Zhang J. The perils of behavior-based personalization[J]. Marketing Science, 2011, 30(1): 170–186.
- [14] Choe C, King S, Matsushima N. Pricing with cookies: Behavior-based price discrimination and spatial competition[J].

- Management Science, 2018, 64(12) : 5669 – 5687.
- [15] Chen Z, Choe C, Cong J, et al. Data-driven mergers and personalization[J]. The RAND Journal of Economics, 2022, 53(1) : 3 – 31.
- [16] Laussel D, Resende J. When is product personalization profit-enhancing? A behavior-based discrimination model[J]. Management Science, 2022, 68(12) : 8872 – 8888.
- [17] Haberer B, Kraemer J, Schnurr D. Do Consumers Benefit from Selling their Data? The Economic Effects of Personal Data Brokers in Digital Markets[R]. Rochester: SSRN Working Paper, Social Science Research Network, <https://ssrn.com/abstract=3141946>, 2023.
- [18] Gu Y, Madio L, Reggiani C. Data brokers co-opetition[J]. Oxford Economic Papers, 2022, 74(3) : 820 – 839.
- [19] Drakopoulos K, Makhdoumi A. Providing data samples for free[J]. Management Science, 2023, 69(6) : 3536 – 3560.
- [20] Ghosh A, Roth A. Selling privacy at auction[J]. Games and Economic Behavior, 2015, (91) : 334 – 346.
- [21] Bergemann D, Bonatti A, Smolin A. The design and price of information[J]. American Economic Review, 2018, 108(1) : 1 – 48.
- [22] Li C, Li D Y, Miklau G, et al. A theory of pricing private data[J]. ACM Transactions on Database Systems (TODS), 2014, 39(4) : 1 – 28.
- [23] Agarwal A, Dahleh M, Sarkar T. A Marketplace for Data: An Algorithmic Solution[C]. Phoenix: Proceedings of the 2019 ACM Conference on Economics and Computation, 2019, 701 – 726.
- [24] Li X B, Raghunathan S. Pricing and disseminating customer data with privacy awareness[J]. Decision Support Systems, 2014, 59(1) : 63 – 73.
- [25] Hotelling H. Stability in competition[J]. The Economic Journal, 1929, 39(153) : 41 – 57.
- [26] 张凯. 学习型消费者情景下企业BBPD策略研究[J]. 管理科学学报, 2020, 23(3) : 24 – 40.
Zhang Kai. Consumer learning and BBPD [J]. Journal of Management Sciences in China, 2020, 23(3) : 24 – 40. (in Chinese)
- [27] 周雄伟, 蔡丹, 李世刚, 等. 基于网络外部性和质量差异化的产品定价策略[J]. 管理科学学报, 2019, 22(8) : 1 – 16.
Zhou Xiongwei, Cai Dan, Li Shigang, et al. Monopoly pricing strategy of quality-differentiated products with network externality [J]. Journal of Management Sciences in China, 2019, 22(8) : 1 – 16. (in Chinese)
- [28] 马东升, 宋华明, 古晓宇, 等. 基于战略顾客行为的质量差异化产品定价策略[J]. 管理科学学报, 2021, 24(6) : 76 – 87.
Ma Dongsheng, Song Huaming, Gu Xiaoyu, et al. Behavior-based pricing strategy of quality-differentiated products[J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(6) : 76 – 87. (in Chinese)
- [29] Armstrong M. Competition in two-sided markets[J]. The RAND Journal of Economics, 2006, 37(3) : 668 – 691.
- [30] Anderson Jr E G, Parker G G, Tan B. Platform performance investment in the presence of network externalities[J]. Information Systems Research, 2014, 25(1) : 152 – 172.
- [31] Dou Y, Wu D J. Platform competition under network effects: Piggybacking and optimal subsidization[J]. Information Systems Research, 2021, 32(3) : 820 – 835.
- [32] Huang L, Dou Y, Liu Y, et al. Toward a research framework to conceptualize data as a factor of production: The data marketplace perspective[J]. Fundamental Research, 2021, 1(5) : 586 – 594.
- [33] Belleflamme P, Peitz M. Industrial Organization: Markets and Strategies [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.
- [34] Fudenberg D, Tirole J. Customer poaching and brand switching[J]. RAND Journal of Economics, 2000, 31 (4) : 634 – 657.

[35] Nash J. Non-cooperative games[J]. Annals of Mathematics, 1951, 54(2) : 286 – 295.

[36] Salop S C. Monopolistic competition with outside goods[J]. The Bell Journal of Economics, 1979, 10(1) : 141 – 156.

Data purchase strategies of competing firms in a single data supplier scenario

WANG Jin-zhao, DOU Yi-fan^{*}, HUANG Li-hua

School of Management, Fudan University, Shanghai 200433, China

Abstract: Data has become one of the essential driving forces for value production in the digital era, and accelerating the cultivation of the data-factor market has become an important strategy for the growth of China's digital economy. Meanwhile, data is a competitive advantage for firms. The paper explores a scenario where a single data supplier exists in the data market, with two competing firms on the demand side. Competing firms can obtain the same data from the data supplier, and put it into production to provide consumers with personalized products. The paper investigates data purchase strategies of demand-side firms and finds that, for competing demand-side firms, data-driven product personalization intensifies price competition in the product market, reduces firm profits, and increases consumer welfare. The optimal strategy for the data supplier is to sell to both competing firms when offering a uniform price and selling to only one firm when he provides differentiated prices to maximize his profit. Our findings have implications for the formulation of the data market's trading rules, participation strategies of the demand side, and data pricing strategies for the supply side.

Key words: data factor market; data pricing strategy; Hoteling model; Nash equilibrium