

# 控制与决策

Control and Decision

## 公平视角下全渠道服务商定价和服务能力分配策略

周雄伟, 韦蝶, 蔡丹

引用本文:

周雄伟, 韦蝶, 蔡丹. 公平视角下全渠道服务商定价和服务能力分配策略[J]. *控制与决策*, 2022, 37(6): 1649–1655.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.0250>

---

### 您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

#### 考虑Showrooms效应的供应链定价与渠道模式策略

Strategies of pricing and channel mode in a supply chain considering Showrooms effect

*控制与决策*. 2021, 36(12): 2891–2900 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.0877>

#### 考虑谈判能力的旅游O2O供应链定价与服务策略

Pricing and service decisions in tourism O2O supply chain under bargaining power

*控制与决策*. 2020, 35(11): 2626–2636 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0209>

#### 大数据服务商参与下供应链联合减排的动态协调策略

Dynamic coordination strategy of joint emission reduction in supply chain involving big data service provider

*控制与决策*. 2021, 36(8): 2013–2022 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1560>

#### 服务差异化背景下基于行为的定价策略

Pricing strategy based on strategic customer behavior with service differentiation

*控制与决策*. 2021, 36(7): 1754–1762 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1147>

#### 平台品牌赋能情境下考虑信息不对称的供应链渠道冲突

Supply chain channel conflicts considering asymmetric information under platform brand empowerment

*控制与决策*. 2021, 36(9): 2123–2132 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.0098>

# 公平视角下全渠道服务商定价和服务能力分配策略

周雄伟<sup>1</sup>, 韦蝶<sup>1</sup>, 蔡丹<sup>2†</sup>

(1. 中南大学商学院, 长沙 410083; 2. 重庆邮电大学经济管理学院, 重庆 400065)

**摘要:** 随着移动互联网的发展, 基于本地服务的全渠道运营模式被广大服务运营商和消费者所接受. 对于有限服务能力的全渠道运营的过程中, 需要考虑其服务能力在不同渠道中的公平分配. 针对同时运营实体和 O2O 渠道的服务商进行研究, 探索考虑公平的服务商不同分配机制下的渠道定价及分配策略的选择. 通过消费者效用模型的构建, 刻画消费者的渠道选择行为, 研究不同渠道偏好市场中线性分配和加权平均分配机制下的服务定价策略以及服务商的最优分配策略. 结果表明: 在加权平均分配机制下, 虽然企业服务能力有限, 但是一味扩充企业的服务能力未必能够增加企业的利润; 当服务商服务能力较小时, 若服务商对渠道偏好的权重较低时, 线性分配机制是服务商的最优分配策略, 反之, 加权平均分配机制为最优.

**关键词:** 全渠道; 定价; 服务能力; 分配机制; 最优化

中图分类号: F273

文献标志码: A

DOI: 10.13195/j.kzyjc.2020.0250

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



引用格式: 周雄伟, 韦蝶, 蔡丹. 公平视角下全渠道服务商定价和服务能力分配策略[J]. 控制与决策, 2022, 37(6): 1649-1655.

## Pricing and service capacity allocation strategies for the omni-channel service provider considering fairness

ZHOU Xiong-wei<sup>1</sup>, WEI Die<sup>1</sup>, CAI Dan<sup>2†</sup>

(1. School of Business, Central South University, Changsha 410083, China; 2. School of Economics and Management, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

**Abstract:** With the development of the mobile Internet, the omni-channel operation model based on local services has been accepted by the majority of service providers and consumers. For service providers with limited service capability, it is necessary to consider the fair allocation of their service capability among different channels. This paper focuses on the service providers with limited service capacity that operate both physical and O2O channel, and explores the channel pricing and service capacity allocation strategies under different allocation mechanisms considering fairness. Through the construction of the consumer utility model, the channel selection behavior of consumers is characterized, and the service pricing strategy under the linear allocation and weighted average allocation mechanism in different channel preference markets and the optimal allocation of service providers are studied. The results show that under the weighted average allocation mechanism, although the service capability is limited, the expansion of the service capacity of the firm may not increase the profit of the service provider; when the service provider's service capability is small, if the weight of the service providers to channel preference is low, the linear allocation mechanism is the optimal allocation strategy of the service providers, and vice versa, the weighted average allocation mechanism is the optimal mechanism.

**Keywords:** omni-channel; pricing; service capacity; allocation strategies; optimization

## 0 引言

全渠道运营模式可以实现对各种渠道的有效整合, 为顾客带来全新的购物体验, 逐渐成为当下企业运营的一种主流模式<sup>[1]</sup>. 然而在服务系统中, 服务商的服务能力有限, 无法同时为每个消费者提供服务,

因此出现人满为患、超长等待的现象.

服务定价与能力分配是渠道运作过程中平衡供需的两个关键环节. 生活中许多服务商都面临着服务能力分配的问题, 如海底捞、茶颜悦色、喜茶、一点点等, 在周末和节假日高峰期, 现有的服务能力不

收稿日期: 2020-03-08; 录用日期: 2021-07-29.

基金项目: 国家自然科学基金项目(71871230); 国家自然科学基金重大项目(71991463).

责任编委: 李勇建.

†通讯作者. E-mail: caidancsu@126.com.

能完全满足线上和线下的所有订单. 因此, 如何公平合理地分配有限的服务能力就显得尤为重要. 为有效避免消费者的流失, 本文基于渠道需求的差异从不同的角度考虑公平分配机制.

针对公平视角下产能分配的研究, 考虑公平关切的研究有很多, 但公平性的视角有所不同. 市场中的消费者不仅追求产品的功能属性, 还会追求交易的公平性, 因此, 消费者的公平关切程度会影响制造商分销渠道的选择<sup>[2]</sup>. 文献[3]研究了零售商的公平关切行为对供应链成员决策的影响. 以往的研究均聚焦于供应链利润的分配, 而本文考虑了服务能力分配的公平性. 以往有限能力分配的研究, 主要集中在供应商产能分配的问题上, 如医疗、餐饮等一些拥堵的服务系统<sup>[4]</sup>. 对于服务能力分配的机制, 文献[5]提出了加权平均和优先分配规则, 本文基于公平的视角引入了加权平均的分配策略, 优先机制不在本文研究的范围之内. 文献[6]发现固定比例分配会产生更高的运营成本, 而灵活的分配则可以缓解短期需求的波动, 还有学者根据历史订单采用 *turn-and-earn* 的分配机制<sup>[7]</sup>. 上述文献研究了不同场景下产能分配的策略, 本文考虑公平对全渠道服务商的产能分配的问题进行研究, 丰富了服务系统能力分配策略的相关研究.

全渠道背景下, 考虑消费者的渠道偏好和时间敏感性的产品定价仍然是学者关注的重点. 消费者渠道偏好的不同<sup>[8]</sup>, 会影响服务商的渠道运营决策. 文献[9]考虑消费者到达的季节性, 及对时间的敏感性研究服务能力的竞争. 对于同时运营传统和线上直销渠道的制造商, 文献[10]研究了两种渠道需求转移比率的差异对交货时间和价格决策的影响. 上述文献均是针对产品交付时间的探讨, 而本文考虑消费者下单到接受服务间的等待时间, 并对其进行细分. 考虑消费者等待时间的敏感性, 定价决策需要明确承诺交付时间. 文献[11]通过使用 *M/M/1* 队列建立了一个两阶段的博弈模型对承诺交货时间和产能进行研究. 文献[12]研究价格和交货时间内条件下, 供应商的产能配置策略. 通过对 *O2O* 模式的研究, 文献[13]探讨了服务商的渠道策略和服务水平. 本文针对同时运营两种渠道的全渠道服务商进行研究, 考虑消费者的渠道偏好和时间敏感性优化服务商的服务速率和渠道定价.

综上所述, 现有文献主要关注供应链上供应商的产能分配和定价决策, 并未涉及公平视角下服务商全渠道间的能力分配研究. 基于以上分析, 本文研究公平视角下全渠道服务商的渠道定价和服务能力分配

问题, 具有一定的理论和现实意义.

## 1 基本模型

市场上存在一个垄断服务商, 同时运营 *O2O* 和实体两个渠道. 同一服务在 *O2O* 渠道的价格为  $P_1$ , 在实体渠道的价格为  $P_2$ . 假设消费者对服务估值为  $v$ , 服从  $[0, 1]$  的均匀分布.  $\theta$  表示消费者的渠道偏好,  $\theta > 0$ .  $\theta = 1$  表示消费者对不同渠道的偏好无差异;  $0 < \theta < 1$  表示消费者偏好实体渠道购买; 为保证区间的对称性, 用  $1 < \theta < 2$  表示消费者偏好 *O2O* 渠道. 消费者从产生购买意向到接受服务的等待, 分为下单前和下单后两部分. *O2O* 渠道的消费者下单前并不需要等待, 而实体渠道则需要. 下单后实体与 *O2O* 渠道的消费者一起等待接受服务, 那么下单后的等待时间无差异, 因此, 本文不考虑下单后等待时间对消费者的影响. 假设实体渠道消费者下单前的平均等待时间为  $t$ , 且  $t \in (0, 1)$ . 实体渠道消费者对等待时间的敏感性为  $d$ , 其中  $d \in (0, 1)$ . 假设服务商的能力一定为  $K$ , 不考虑提供服务的相关成本.

根据上述分析, 消费者在 *O2O* 渠道和实体渠道购买服务的效用函数:  $U_1 = v - P_1$ ,  $U_2 = v - P_2 - dt$ . 服务商的目标函数

$$\max \pi(P_1, P_2) = P_1 \min\{D_1, g_1(D)\} + P_2 \min\{D_2, g_2(D)\}. \quad (1)$$

其中:  $D_1$  和  $D_2$  分别表示 *O2O* 渠道和实体渠道的需求;  $g_1(D)$  和  $g_2(D)$  表示分配到 *O2O* 渠道和实体渠道的服务能力. 消费者通过 *O2O* 渠道购买的临界值  $v_o = P_1/\theta$ ; 消费者通过实体渠道够买的临界值  $v_s = P_2 + dt$ ; 消费者在不同渠道购买的无差异点  $v_{so} = (P_2 - P_1 + dt)/(1 - \theta)$ . 当市场中的消费者偏好实体渠道时, 若  $v_o < v_s$ , 则消费者对服务的估值小于  $v_o$  会放弃购买, 市场的总需求为  $1 - v_o$ ; 若消费者估值大于效用无差异点, 消费者通过实体渠道下单, 则实体渠道的需求为  $1 - v_{so}$ . 当  $v_s < v_{so} < 1$  时, *O2O* 渠道的需求为  $v_{so} - v_o$ ; 而当  $v_s < 1 < v_{so}$  时, 只有 *O2O* 渠道有需求为  $1 - v_o$ . 当  $v_s < v_o$  时, 估值小于  $v_s$  的消费者会放弃购买, 市场上的总需求为  $1 - v_s$ , 消费者通过实体渠道购买的效用大于 *O2O* 渠道, 消费者只会选择实体渠道购买, 这时实体渠道的需求为  $1 - v_s$ . 消费者偏好 *O2O* 渠道的需求划分方法与偏好实体渠道的划分方法一致, 如表 1 所示.

由表 1 可知, 仅单一渠道有需求, 服务商不需要考虑服务能力的分配; 当两渠道均有需求且大于服务商的服务能力, 则需要考虑服务能力的分配.

表1 渠道需求的划分

渠道偏好	$P_1$ 、 $P_2$ 的取值范围	O2O渠道的需求 $D_1$	实体渠道的需求 $D_2$	总需求 $D$
$0 < \theta < 1$	$0 < v_o < v_s < v_{so} < 1$	$v_{so} - v_o$	$1 - v_{so}$	$1 - v_o$
	$0 < v_o < v_s < 1 < v_{so}$	$1 - v_o$	0	$1 - v_o$
	$0 < v_{so} < v_s < v_o < 1$	0	$1 - v_s$	$1 - v_s$
$1 < \theta < 2$	$0 < v_s < v_o < v_{so} < 1$	$1 - v_{so}$	$v_{so} - v_s$	$1 - v_s$
	$0 < v_{so} < v_o < v_s < 1$	$1 - v_o$	0	$1 - v_o$
	$0 < v_s < v_o < 1 < v_{so}$	0	$1 - v_s$	$1 - v_s$

1) 消费者只通过O2O渠道下单时,服务商的目标函数  $\max \pi(P_1) = P_1 D_1 = P_1(1 - v_o)$ ,通过二阶条件可得  $P_1^* = \theta/2, \pi_1^* = \theta/4, D_1^* = 1/2$ .

2) 消费者只通过实体渠道下单,服务商的目标函数  $\max \pi(P_2) = P_2 D_2 = P_2(1 - v_s)$ ,可得  $P_2^* = (1 - dt)/2, \pi_2^* = (1 - dt)^2/4, D_2^* = (1 - dt)/2$ .

3) 当消费者通过两种渠道下单时,若服务能力足够大,即  $K > D_1 + D_2$ ,则消费者无论通过哪种渠道下单都能接受到服务,服务商的利润函数为

$$\pi(P_1, P_2) = \begin{cases} P_1(v_{so} - v_o) + P_2(1 - v_{so}), & 0 < \theta < 1; \\ P_1(1 - v_{so}) + P_2(v_{so} - v_s), & 1 < \theta < 2. \end{cases} \quad (2)$$

命题1 当  $K > D_1 + D_2$  时,若  $0 < \theta < 1$ ,则

$$\begin{aligned} P_1^* &= \frac{\theta}{2}, P_2^* = \frac{1 - dt}{2}, \\ D_1^* &= \frac{dt}{2(1 - \theta)}, D_2^* = \frac{1 - dt - \theta}{2(1 - \theta)}, \\ \pi^* &= \frac{(2dt - 1)\theta + (dt - 1)^2}{4(1 - \theta)}; \end{aligned}$$

若  $1 < \theta < 2$ ,则

$$\begin{aligned} P_1^* &= \theta + \frac{dt - 1}{2}, P_2^* = \frac{1 - dt}{2}, \\ D_1^* &= \frac{1}{2}, D_2^* = \frac{1 - dt}{2}, \pi^* = \frac{(dt - 1)^2}{4}. \end{aligned}$$

证明 当  $0 < \theta < 1$  时,海塞矩阵

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \pi}{\partial P_1^2} & \frac{\partial^2 \pi}{\partial P_1 \partial P_2} \\ \frac{\partial^2 \pi}{\partial P_2 \partial P_1} & \frac{\partial^2 \pi}{\partial P_2^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2 & 2 \\ \theta(1 - \theta) & 1 - \theta \\ 2 & -2 \\ 1 - \theta & 1 - \theta \end{bmatrix}$$

负定,通过一阶条件可得

$$\begin{aligned} P_1^* &= \frac{\theta}{2}, P_2^* = \frac{1 - dt}{2}, \\ D_1^* &= \frac{dt}{2 - 2\theta}, D_2^* = \frac{1 - dt - \theta}{2 - 2\theta}, \\ \pi^* &= \frac{(2dt - 1)\theta + (dt - 1)^2}{4 - 4\theta}. \end{aligned}$$

当  $1 < \theta < 2$  时,O2O渠道和实体渠道需求均存在,需满足  $\theta(P_2 + dt) < P_1 < P_2 + dt + \theta - 1$ . 构造拉格朗日函数  $L = \pi(P_1, P_2) + \lambda_1(P_1 - P_2\theta - dt\theta) + \lambda_2(P_2 + dt + \theta - 1 - P_1)$ ,根据库恩塔克条件,得

$$\begin{aligned} P_1^* &= \frac{dt}{2} + \theta - \frac{1}{2}, P_2^* = \frac{1 - dt}{2}, \\ D_1^* &= \frac{1}{2}, D_2^* = \frac{1 - dt}{2}, \pi^* = \frac{(1 - dt)^2}{4}. \quad \square \end{aligned}$$

## 2 公平视角下分配策略的选择

当服务商的服务能力无法同时满足两个渠道的总需求,即  $K \leq D_1 + D_2$  时,服务商选择较为公平的分配机制(线性 and 加权平均分配机制)对服务能力进行分配.

### 2.1 线性分配机制下的服务商定价策略

在线性分配机制<sup>[7]</sup>下,将超出服务商服务能力的需求流失平均分配到两个渠道中,分配的服务能力  $g_i(D) = D_i - [(D_1 + D_2) - K]/2, i = (1, 2)$ ,根据式(1)得到服务商线性分配机制下的利润函数

$$\pi^L(P_1, P_2) = \begin{cases} P_1 \left( v_{so} - v_o - \frac{1 - v_o - K}{2} \right) + \\ P_2 \left( 1 - v_{so} - \frac{1 - v_o - K}{2} \right), & 0 < \theta < 1; \\ P_1 \left( 1 - v_{so} - \frac{1 - v_s - K}{2} \right) + \\ P_2 \left( v_{so} - v_s - \frac{1 - v_s - K}{2} \right), & 1 < \theta < 2. \end{cases} \quad (3)$$

命题2 当  $K \leq D_1 + D_2$  时,在线性分配机制下,若  $0 < \theta < 1$ ,则

$$\begin{aligned} P_1^{L*} &= \frac{\theta(2dt - 7K\theta - K + \theta - 1)}{1 - \theta}, \\ P_2^{L*} &= \frac{\theta(2dt - 5K\theta - 3K + \theta - 1)}{1 - \theta}, \\ D_1^{L*} &= \frac{\theta(1 - 5K) + dt - K - 1}{\theta - 1}, \\ D_2^{L*} &= \frac{(1 - 2K)\theta + dt - 1}{\theta - 1}, \\ \pi^{L*} &= \theta K(3K - 1) - \frac{2K(2K - dt)\theta}{1 - \theta}; \end{aligned}$$

若  $1 < \theta < 2$ ,则

$$\begin{aligned} P_1^{L*} &= \frac{1 + \theta - dt}{2} - K, P_2^{L*} = 1 + K - dt, \\ D_1^{L*} &= \frac{\theta + dt - 1}{2\theta - 2}, D_2^{L*} = \frac{2K - 1}{2} + \frac{dt}{2(1 - \theta)}, \\ \pi^{L*} &= \frac{(1 - \theta)(dt + 2K - 1)^2 + \theta[(dt)^2 + \theta - 1]}{4(\theta - 1)}. \end{aligned}$$

相对于优先分配机制,线性分配机制从风险共担的角度考虑了公平分配.有限的服务能力不能同时满足O2O和实体渠道的总需求,因此消费者无论通过哪一种渠道购买均有可能无法享受到服务.

## 2.2 加权平均分配机制下的服务商定价策略

考虑消费者渠道偏好和需求两个维度的影响,沿用文献[5]加权分配的理念,用 $\beta$ 表示分配时渠道偏好的权重, $(1-\beta)$ 表示需求的权重,其中 $\beta \in (0, 1)$ . $\beta$ 越接近0,表示分配时越关注需求的影响,反之更关注渠道偏好.服务能力分配到O2O渠道的比例为 $\beta \frac{\theta}{1+\theta} + (1-\beta) \frac{D_1}{D_1+D_2}$ ,实体渠道为 $\beta \frac{1}{1+\theta} + (1-\beta) \frac{D_2}{D_1+D_2}$ .该机制下的利润函数为

$$\pi^W(P_1, P_2) = \begin{cases} P_1 \left[ \beta \frac{\theta}{1+\theta} + (1-\beta) \frac{v_{so}-v_o}{1-v_o} \right] K + \\ P_2 \left[ \beta \frac{1}{1+\theta} + (1-\beta) \frac{1-v_{so}}{1-v_o} \right] K, & 0 < \theta < 1; \\ P_1 \left[ \beta \frac{\theta}{1+\theta} + (1-\beta) \frac{1-v_{so}}{1-v_s} \right] K + \\ P_2 \left[ \beta \frac{1}{1+\theta} + (1-\beta) \frac{v_{so}-v_s}{1-v_s} \right] K, & 1 < \theta < 2. \end{cases} \quad (4)$$

**命题3** 当 $K \leq D_1 + D_2$ 时,在加权平均分配机制下:

1) 若 $0 < \theta < 1$ ,则

$$P_1^{W*} = \theta(1-K), P_2^{W*} = \frac{m+l}{2(1+\theta)(\beta-1)},$$

$$D_1^{W*} = \frac{[\beta(2K-1) - 2K + 1]\theta^2 + [dt - \beta(K+dt)]\theta}{2(1+\theta)(1-\beta)(1-\theta)} + \frac{\beta(1-dt-K) + 2K + dt - 1}{2(1+\theta)(1-\beta)(1-\theta)},$$

$$D_2^{W*} = \frac{(\beta-1)\theta^2 + [(dt+K)\beta - dt]\theta}{2(1+\theta)(1-\beta)(1-\theta)} + \frac{(dt-K-1)\beta - dt + 1}{2(1+\theta)(1-\beta)(1-\theta)},$$

$$\pi^{W*} = \frac{a+b+c+e}{4(1+\theta)^2(1-\beta)(1-\theta)};$$

2) 若 $1 < \theta < 2$ ,则

$$P_1^{W*} = \frac{n-o}{2(1+\theta)(\beta-1)} - K, P_2^{W*} = 1 - K - dt,$$

$$D_1^{W*} = \frac{[(1+K)\beta - 1]\theta^2 + [(dt-K)\beta - dt]\theta}{2(1+\theta)(\beta-1)(\theta-1)} + \frac{(\beta-1)(dt-1)}{2(1+\theta)(\beta-1)(\theta-1)},$$

$$D_2^{W*} = \frac{[1-2K + (K-1)\beta]\theta^2 + [(K-dt)\beta + dt]\theta}{2(1+\theta)(\beta-1)(\theta-1)} +$$

$$\frac{(1-\beta)(dt+2K-1)}{2(1+\theta)(\beta-1)(\theta-1)},$$

$$\pi^{W*} = \frac{f+g+h}{4(\theta+1)^2(\beta-1)(1-\theta)}.$$

其中

$$a = [-\beta + (2K-1)^2](1-\beta)\theta^4 + 2[(dt-K)\beta - dt - 2K^2 + 2K](\beta-1)\theta^6,$$

$$b = [K^2 + (2-2dt)K + d^2t^2 - 2]\beta^2 + [4K^2 + (2dt-6)K - 2d^2t^2 - 4dt + 4]\beta + d^2t^2 + 2dt - 4K^2 + 4K - 2,$$

$$c = [(2d^2t^2 - 2dt - 2K^2 + 2K)\beta^2 + (-4d^2t^2 + 4dt + 4K^2 - 6K)\beta + 2d^2t^2 - 2dt - 4K^2 + 4K],$$

$$e = [(dt+K-1)\beta - dt + 1]^2,$$

$$f = [(K-1)\beta + 1]^2\theta^4 + [-2(K-1)(dt+K)]\beta^2 + (6dtK - 4dt + 4K^2 - 6K)\beta - 4dtK + 2dt - 4K^2 + 4K]\theta^3,$$

$$g = (d^2t^2 + 2dt + K^2 + 2K - 2)\beta^2 + [4K^2 + (4dt-6)K - 2d^2t^2 - 4dt + 4]\beta - 4K^2 + (-4dt+4)K + d^2t^2 + 2dt - 2\theta^2,$$

$$h = 2[(dt-1)(dt+K)\beta - 2K^2 + 2(1-dt)K - d^2t^2 + dt](\beta-1)\theta + [(dt-1)^2\beta - (dt+2K-1)^2](\beta-1),$$

$$l = [(1-2K)\beta + 2K - 1]\theta^2 + [(-dt-K+2)\beta + dt + 2K - 2]\theta,$$

$$m = (-dt-K+1)\beta + dt - 1,$$

$$n = [-1 + (-K+1)\beta]\theta^2 + [(-dt-K+2)\beta + dt + 2K - 2]\theta,$$

$$o = (\beta-1)(dt+2K-1).$$

与线性分配机制相比,在加权平均分配机制下,服务商从两个维度关注分配的公平性.令 $d = 0.2, t = 0.1$ ,在 $\theta = 0.2, \theta = 1.5$ 时,服务商利润变化如图1所示.

**推论1** 在加权平均分配机制下:1)若 $K$ 较小,则随 $\beta$ 的增大,服务商的利润先减小后增大;若 $K$ 较大,则随 $\beta$ 的增大,服务商的利润增大;2)若 $0 < \theta < 1$ ,则服务能力的提升会增加服务商利润,若 $1 < \theta < 2$ ,则服务能力的提升并不一定会增加服务商的利润.

推论1表明:在加权平均分配机制下,不同消费者偏好市场服务商利润受到权重 $\beta$ 及服务能力 $K$ 的影响.当消费者偏好实体渠道( $0 < \theta < 1$ )时,较大的

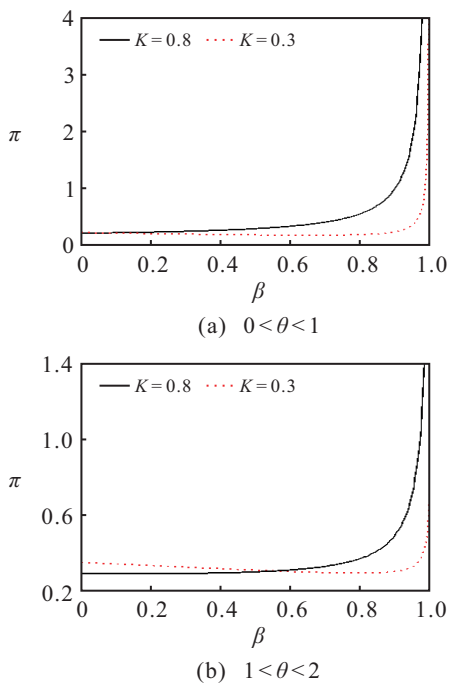


图1 加权平均分配机制下服务商利润的变化

服务能力可以提高服务商的利润,如图1(a)所示.当消费者偏好O2O渠道(1 < theta < 2)时,服务能力的增加并不一定提高服务商的利润,当服务商在服务能力分配时对消费者渠道偏好的权重较小时,较低的服务能力反而能够创造更高的利润,如图1(b)所示.因为当消费者偏好O2O渠道时,服务商在能力分配时未能重视渠道偏好的影响,导致最终利润的减少.

2.3 服务商公平分配策略的选择

服务能力分配机制的不同导致服务定价策略的差异.通过服务商不同分配机制间以及同种分配机制下不同渠道的定价策略对比,探讨定价及等待时间对渠道需求的影响.

**推论2** 当0 < theta < 1时,有P1^L\* > P2^L\*,若beta >= beta1,则P1^W\* >= P2^W\*,否则P1^W\* < P2^W\*;当1 < theta < 2时,有P1^L\* > P2^L\*,若beta <= beta2,则P1^W\* >= P2^W\*,否则P1^W\* < P2^W\*.其中

$$\beta_1 = \frac{(\theta + 1)(1 - dt - \theta)}{-\theta^2 + (K - dt)\theta - dt - K + 1},$$

$$\beta_2 = \frac{(\theta + 1)(dt + \theta - 1)}{(1 - K)\theta^2 + (dt + K)\theta + dt - 1}.$$

**证明** 当0 < theta < 1时,有P1^L\* - P2^L\* = 2Ktheta > 0,故P1^L\* > P2^L\*,由

$$P_1^{W*} - P_2^{W*} = \frac{[\theta^2 + (dt - K)\theta + dt + K - 1]\beta}{2(\theta + 1)(\beta - 1)} - \frac{-(\theta + 1)(dt + \theta - 1)}{2(\theta + 1)(\beta - 1)},$$

可得beta >= beta1时,P1^W\* >= P2^W\*;反之,P1^W\* < P2^W\*.

当1 < theta < 2时,有P1^L\* - P2^L\* = (theta + dt - 1)/2 > 0,故P1^L\* > P2^L\*,由

$$P_1^{W*} - P_2^{W*} = \frac{[-1 + (1 - K)\beta]\theta^2 + [(dt + K)\beta - dt]\theta}{2(\theta + 1)(\beta - 1)} + \frac{+(\beta - 1)(dt - 1)}{2(\theta + 1)(\beta - 1)},$$

可得beta <= beta2时,P1^W\* >= P2^W\*,反之,P1^W\* < P2^W\*. □

**推论2**表明:1)在线性分配机制下,O2O渠道定价应始终高于实体渠道;2)若消费者偏好实体渠道(0 < theta < 1)且服务商在服务能力分配时对需求的关注较高(beta > beta1),则在加权平均分配机制下O2O渠道定价应高于实体渠道;若消费者偏好O2O渠道(1 < theta < 2)且服务商在服务能力分配时对需求的关注较低(beta < beta2),则加权平均分配机制下O2O渠道定价应高于实体渠道.

**推论3** 当0 < theta < 1时,有P1^L\* > P1^W\*,P2^L\* > P2^W\*;当1 < theta < 2时,有P1^L\* < P1^W\*,P2^L\* = P2^W\*.

**证明** 当0 < theta < 1时,有

$$P_1^{L*} - P_1^{W*} = \frac{2\theta(dt - 4K\theta + \theta - 1)}{\theta - 1},$$

由2dt - 7Ktheta - K + theta - 1 > 0,可得dt - 4Ktheta + theta - 1 > K - dt + 3Ktheta,故

$$\frac{2\theta(dt - 4K\theta + \theta - 1)}{\theta - 1} < 0, P_1^{L*} > P_1^{W*};$$

同理P2^L\* - P2^W\* = -2K < 0,故P2^L\* > P2^W\*.

当1 < theta < 2时,有

$$P_1^{L*} - P_1^{W*} = \frac{\beta\theta K(\theta - 1)}{2(\theta + 1)(\beta - 1)} < 0,$$

故P1^L\* < P1^W\*,且P2^L\* = P2^W\*. □

**推论3**表明:若消费者偏好实体渠道(0 < theta < 1),则无论是在O2O渠道还是实体渠道,线性分配机制下的价格总是高于加权平均分配机制下的价格;若消费者偏好O2O渠道(1 < theta < 2),则加权平均分配机制下O2O渠道的定价高于线性分配机制,而实体渠道的定价在不同分配机制下无差异.

**推论4** 当0 < theta < 1时,有D1^L\* > D2^L\*,若dt > (1 - K)(1 - theta),则D1^W\* > D2^W\*;若dt < (1 - K)(1 - theta),且beta <= beta3,则D1^W\* <= D2^W\*,否则D1^W\* > D2^W\*.当1 < theta < 2时,有D1^L\* > D2^L\*,若dt < (1 - K)(1 - theta),则D1^W\* < D2^W\*;若dt > (1 - K)(1 - theta),且beta <= beta4,则D1^W\* >= D2^W\*,否则D1^W\* < D2^W\*.其中

$$\beta_3 = \frac{(\theta + 1)[(1 - K)\theta + dt + K - 1]}{(1 - K)\theta^2 + (dt + K)\theta + dt - 1},$$

$$\beta_4 = \frac{[(1 - K)\theta + dt + K - 1](1 + \theta)}{\theta^2 + (dt - K)\theta + dt + K - 1}.$$

**证明** 当0 < theta < 1时,有

$$D_1^{L*} - D_2^{L*} = -\frac{K(3\theta + 1)}{\theta - 1} > 0,$$

故  $D_1^{L*} > D_2^{L*}$ ; 同理有

$$D_1^{W*} - D_2^{W*} = \frac{f(\beta)}{(\theta + 1)(\beta - 1)(\theta - 1)},$$

$$f(\beta) = (\beta - 1)(K - 1)\theta^2 + [(-dt - K)\beta + dt]\theta - \beta dt + dt + K + \beta - 1,$$

$$f(0) = (\theta + 1)[(1 - K)\theta + dt + K - 1],$$

$$f(1) = K - K\theta > 0.$$

当  $f(0) > 0$ , 即  $dt > (1 - K)(1 - \theta)$  时, 由  $f(1) > 0$  可得  $f(\beta)$  在区间  $(0, 1)$  恒大于 0, 故  $D_1^{W*} > D_2^{W*}$ . 当  $f(0) < 0$  时,  $f(\beta)$  在连续区间  $(0, 1)$  上先负后正, 当  $\beta \leq \beta_3$  时,  $D_1^{W*} \leq D_2^{W*}$ ; 当  $\beta > \beta_3$  时,  $D_1^{W*} > D_2^{W*}$ .

当  $1 < \theta < 2$  时, 有

$$D_1^{L*} - D_2^{L*} = \frac{dt - K\theta + K + \theta - 1}{\theta - 1} > 0,$$

故  $D_1^{L*} > D_2^{L*}$ ; 同理有

$$D_1^{W*} - D_2^{W*} = \frac{f(\beta)}{(\theta + 1)(1 - \beta)(\theta - 1)},$$

$$f(0) = [(1 - K)\theta + dt + K - 1](\theta + 1), f(1) < 0,$$

证明方法与上述一致, 临界值为  $\beta_4$ .  $\square$

不同分配机制下的市场需求不仅受到定价策略的影响, 还受到实体渠道等待时间的影响. 当消费者偏好实体渠道 (即  $0 < \theta < 1$ ) 时, 由推论 2 可知, 在线性分配机制下, 服务商实体渠道的定价低于 O2O 渠道, 虽然较低的价格对实体渠道需求具有积极影响, 然而实体渠道因等待时间为消费者带来消极影响, 不愿等待的消费者会放弃购买或转到 O2O 渠道购买, 从而使 O2O 渠道的需求大于实体渠道. 同样的, 在加权平均分配机制下等待的消极影响较大时, 也会使得 O2O 渠道的需求大于实体渠道. 而当消费者偏好 O2O 渠道 ( $1 < \theta < 2$ ) 时, 由推论 2 可知, 服务商在实体渠道采取高价策略, 使 O2O 渠道的需求始终大于实体渠道. 在加权平均分配机制下, 服务商考虑分配时赋予渠道偏好的权重较小时, O2O 渠道价格更高, 若等待的消极影响较小, 则实体渠道的需求大于 O2O 渠道, 否则小于 O2O 渠道.

服务商在追求利润最大化过程中, 考虑到消费者的渠道偏好以及服务能力的大小, 服务商最优的分配机制会有所不同.

**命题 4** 当  $0 < \theta < 1$  时, 若  $K > (1 + \theta)(dt + \theta - 1)/(2\theta^2 + 3\theta - 1)$ , 则  $\pi^{W*} > \pi^{L*}$ . 当  $1 < \theta < 2$  时, 若  $\beta < \beta_5$ , 则  $\pi^{L*} > \pi^{W*}$ ; 若  $\beta \geq \beta_5$ , 则存在  $K_1$ , 使  $K \in (0, K_1]$  时,  $\pi^{L*} \geq \pi^{W*}$ , 而  $K \in (K_1, 1)$  时,  $\pi^{W*} > \pi^{L*}$ , 其中

$$\beta_5 = \frac{[-\theta^2 + (dt + 2)\theta + dt - 1](\theta + 1)(dt + \theta - 1)}{[(dt + 1)\theta + dt - 1]^2}.$$

**证明** 当  $0 < \theta < 1$  时, 有

$$\pi^{W*} - \pi^{L*} = \frac{j(\beta)}{4(1 + \theta)^2(\beta - 1)(\theta - 1)},$$

$$\frac{\partial^2 j(\beta)}{\beta^2} = 2[\theta^2 + (dt - K)\theta + dt + K - 1]^2 > 0.$$

将  $\partial j(\beta)/\beta = 0$  所得极值点代入  $j(\beta)$ , 由  $D_2^{L*} > 0$  得  $-[(1 - 2K)\theta + dt - 1] > 0$ , 当  $K > (1 + \theta)(dt + \theta - 1)/(2\theta^2 + 3\theta - 1)$  时, 有  $(1 - 2K)\theta^2 + (dt - 3K)\theta + dt + K - 1 > 0$ , 故在可行域内存在极小值大于 0, 因此  $\pi^{W*} > \pi^{L*}$ .

当  $1 < \theta < 2$  时, 有

$$\pi^{L*} - \pi^{W*} = \frac{-\beta f(K)}{4(1 + \theta)^2(\beta - 1)(\theta - 1)},$$

其中

$$f(K) =$$

$$- [(K - 1)^2\beta + 2K - 1]\theta^4 -$$

$$[-2(K - 1)(dt + K)\beta + 2t(K - 1)d - 2K]\theta^3 -$$

$$[(d^2t^2 + 2dt + K^2 + 2K - 2)\beta - d^2t^2 - 2dt - 2K +$$

$$2]\theta^2 - 2(\beta - 1)(dt - 1)(dt + K)\theta - (dt - 1)^2(\beta - 1),$$

利用函数的单调性可证明  $\partial^2 f(K)/\partial K^2 < 0$ . 令  $\partial f(K)/\partial K = 0$ , 有

$$K = \frac{(1 + \theta)(\beta - 1)(dt + \theta - 1)}{\theta\beta(\theta - 1)},$$

代入  $f(K)$ , 得  $f(K)$  的极大值  $(1 - \beta)(1 + \theta)^2(dt + \theta - 1)^2/\beta > 0$ . 当  $f(0) > 0, \beta < \beta_5$  时 (将  $f(1)$  看作  $\beta$  的函数, 易证  $f(1)$  是  $\beta$  的减函数, 故当  $\beta < \beta_5$  时,  $f(1) > 0$ ), 有  $\pi_2^L > \pi_2^W$ ; 若  $\beta \geq \beta_5$ , 则存在  $K_1$ , 当  $K \in (0, K_1]$  时,  $\pi^{L*} \geq \pi^{W*}$ ; 当  $K \in (K_1, 1)$  时,  $\pi^{W*} > \pi^{L*}$ . 令  $f(K) = 0$ , 有

$$K_1 = \frac{(1 + \theta)(dt + \theta - 1)(\beta - 1 + \sqrt{1 - \beta})}{\beta(\theta - 1)}. \quad \square$$

命题 4 表明, 当消费者偏好实体渠道 ( $0 < \theta < 1$ ) 且服务能力较高, 即  $K > (1 + \theta)(dt + \theta - 1)/(2\theta^2 + 3\theta - 1)$  时, 加权平均分配机制下的利润总是大于线性分配机制, 故在服务能力较大时服务商应选择加权平均分配机制. 而且, 服务商对渠道偏好的权重并不影响其分配策略的选择. 当消费者偏好 O2O 渠道 ( $1 < \theta < 2$ ) 时, 服务商服务能力的分配策略同时受到偏好权重和服务能力大小的影响. 已有考虑供应链产能分配的结果表明, 线性机制并不是最优的分配机制, 而结果显示当服务商对渠道偏好的权重较小 ( $\beta < \beta_5$ ) 时, 线性机制是最优的分配机制; 当对渠道偏好的权重较大 ( $\beta \geq \beta_5$ ), 且服务能力较高, 即  $K$

$\in (K_1, 1)$ 时,加权平均分配机制是服务商的最优选择.

### 3 结 论

本文从有限服务能力公平分配的视角,探讨服务商定价以及分配策略优化的问题.加权平均分配的策略在日常生活中较为常见,如平均分配和按需分配,而线性分配则是从风险共担的角度衡量公平.

考虑消费者的渠道偏好,服务商有限产能的分配策略将有所不同,因此,服务商产能分配策略的制定应在充分了解市场中消费者渠道偏好的基础上进行.与此同时,服务商应从长远利润的角度对有限的产能进行合理化配置,制定出当前机制下的产品价格.结果显示:虽然自身的产能有限,然而盲目地扩大产能有可能会得不偿失.因为受市场因素(如渠道偏好,实体渠道的等待时间)的限制,部分对等待时间较为敏感或对服务估值较低的消费者仍然会选择放弃购买.

本文考虑了日常生活中常见的有限产能的分配机制,但产品在渠道间的价格仍然采用差异化定价,未考虑价格公平对消费者渠道选择的影响,这是后续公平关切研究领域值得深入的主题.此外,本文仅考虑了实体渠道的平均等待时间,后续可以采用排队论刻画消费者随机到达市场的情况.

### 参考文献(References)

- [1] Rigby D. The future of shopping[J]. Harvard Business Review, 2011, 89(12): 64-75.
- [2] Yi Z L, Wang Y L, Liu Y, et al. The impact of consumer fairness seeking on distribution channel selection: Direct selling vs. agent selling[J]. Production and Operations Management, 2018, 27(6): 1148-1167.
- [3] 李波, 李宜楠, 侯丽婷, 等. 具有公平关切的零售商对双渠道供应链决策影响分析[J]. 控制与决策, 2015, 30(5): 955-960.  
(Li B, Li Y N, Hou L T, et al. Impact of fair-minded retailer on decision of supply chain in dualchannel[J]. Control and Decision, 2015, 30(5): 955-960.)
- [4] Barrera J, Garcia A. Auction design for the efficient allocation of service capacity under congestion[J]. Operations Research, 2015, 63(1): 151-165.
- [5] Janakiraman G, Nagarajan M, Veeraraghavan S. Simple policies for managing flexible capacity[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2018, 20(2): 333-346.
- [6] Bish E K, Muriel A, Biller S. Managing flexible capacity in a make-to-order environment[J]. Management Science, 2005, 51(2): 167-180.
- [7] Cachon G P, Lariviere M A. Capacity allocation using past sales: When to turn-and-earn[J]. Management Science, 1999, 45(5): 685-703.
- [8] 梁喜, 蒋琼. 考虑线上线下零售商竞争的制造商双渠道定价策略[J]. 控制与决策, 2019, 34(7): 1501-1513.  
(Liang X, Jiang Q. Pricing strategy of manufacturer in dual-channel considering competition between online retailers and offline retailers[J]. Control and Decision, 2019, 34(7): 1501-1513.)
- [9] Wang H Y, Olsen T L, Liu G Q. Service capacity competition with peak arrivals and delay sensitive customers[J]. Omega, 2018, 77: 80-95.
- [10] Hua G W, Wang S Y, Cheng T C E. Price and lead time decisions in dual-channel supply chains[J]. European Journal of Operational Research, 2010, 205(1): 113-126.
- [11] Feng L P, Li Y J, Xu F C, et al. Optimal pricing and trade-in policies in a dual-channel supply chain when considering market segmentation[J]. International Journal of Production Research, 2019, 57(9): 2828-2846.
- [12] Xu H, Liu Z Z, Zhang S H. A strategic analysis of dual-channel supply chain design with price and delivery lead time considerations[J]. International Journal of Production Economics, 2012, 139(2): 654-663.
- [13] 颜波, 刘巳. 考虑消费者时间偏好和不便成本的手机企业渠道动态选择研究[J]. 管理工程学报, 2019, 33(4): 113-121.  
(Yan B, Liu S. Dynamic channel selection of mobile phone companies considering time preference of consumers and inconvenience cost[J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2019, 33(4): 113-121.)

### 作者简介

周雄伟(1975—),男,教授,博士生导师,从事运营与供应链管理、电子商务等研究, E-mail: daweycs@126.com;

韦蝶(1992—),女,硕士生,从事物流与供应链管理的研究, E-mail: 1763438717@qq.com;

蔡丹(1989—),男,讲师,博士生,从事电子商务、运营调度的研究, E-mail: caidancsu@126.com.

(责任编辑:孙艺红)