

附加服务下异质顾客行为与服务商信息策略研究

李继红,王傲壮

(山西大学 经济与管理学院;管理与决策研究所,太原 030006)

摘要:等待焦虑是影响顾客排队行为的一大因素.通过引入附加服务来转移顾客的“等待焦虑”,基于 M/M/1 排队系统,考虑了两类顾客:传统型和技术型,建立了信息披露和信息隐藏时的顾客收益模型及策略选择与企业定价策略,给出了消费者群体规模对信息隐藏或披露的选择影响.研究表明:在信息披露情形下,策略服务费用过高或过低都会造成没有消费者愿意购买附加服务;在信息隐藏情形下,当策略服务费用较低时,随着消费者群体规模增大,技术型顾客会选择购买策略服务,定价随着消费者群体规模增大而提高,但消费者群体规模增大到一定值时,提高定价只会带来负面效应.

关键词:排队;传统型顾客;信息披露;服务策略;企业定价

中图分类号:O226

文献标志码:A

文章编号:1000-2367(2025)05-0105-08

随着经济的不断发展,很多企业不仅将重点放在产品的研发和生产上,还会通过提供额外的附加服务来降低顾客的等待厌恶用来吸引和留住顾客,且往往把购买附加服务的渠道放在线上,顾客可以自由选择线上线下渠道.但现实中存在一部分顾客是无法享受附加线上服务的,例如在 2024 年宣布的美年健康和华为云合作的智慧医疗中,侧重智能服务、熟练使用这种智慧医疗服务的青壮年技术型顾客可以选择线上或者线下问诊,即只有技术型顾客可以通过线上花费额外的费用购买到此类服务,而不会使用智慧医疗的传统型老年顾客无法享受此项服务.因此,对于全渠道运营企业提供附加服务时,需要考虑无法选择线上操作的传统型顾客的影响.

因此,本文聚焦于两类顾客:一类为只能选择线下渠道的传统型(如不擅长使用智能手机的人群);另一类为能自由选择线上线下渠道的技术型(如擅长使用智能手机的人群),关注两类顾客的策略选择,同时渠道选择受到信息策略的影响,对选择线下渠道的顾客,需要前往店铺,能够获取实时队长信息;对于线上下单的顾客,商家有两种处理方式:一种是会在线上渠道披露队长信息,即顾客在线上下单时,能够根据下单时自己的序列号以及现在正在被服务的顾客的序列号来得知实时队长信息,商家也会实时更新正在被服务的顾客的序列号;而另一种方式是只对线下顾客披露队长信息而不对线上顾客披露.

全渠道运营作为一种跨渠道的零售模式,受到了广泛的关注和研究.NESLIN^[1]发现,渠道整合可以促进零售商的销售增长,尤其是线上与线下渠道的整合.LIN 等^[2]指出,引入“线上购买,线下取货”模式对线上零售商有利,但对同时具有线上和线下渠道的零售商影响不一定有利.PLEKHANOV 等^[3]表明数字化转型对零售业的影响巨大,全渠道运营是数字化转型的重要组成部分.GEREA 等^[4]发现优化全渠道客户体验是提升企业竞争力的关键.李飞^[5]就全渠道的演变进行了梳理,并指出全渠道的含义不仅局限于买卖的框架之下.王芳^[6]指出全渠道要重视客户体验,有机结合线下体验与线上购物,才能更好地发展全渠道模式.

收稿日期:2024-05-23;**修回日期:**2024-06-18.

基金项目:国家社会科学基金(22BTQ060).

作者简介(通信作者):李继红(1982—),女,山西晋中人,山西大学副教授,博士,研究方向为排队与运作管理,E-mail:lijih1982@sxu.edu.cn.

引用本文:李继红,王傲壮.附加服务下异质顾客行为与服务商信息策略研究[J].河南师范大学学报(自然科学版),2025,53(5):105-112.(Li Jihong, Wang Aozhuang. Research on heterogeneous customer behavior and service provider information strategy under additional services[J]. Journal of Henan Normal University(Natural Science Edition), 2025, 53(5): 105-112. DOI: 10.16366/j.cnki.1000-2367.2024.05.23.0001.)

排队中信息披露程度指的是顾客在到达系统时能够获取的系统信息的程度.在完全可见情形下,NAOR^[7]研究了 M/M/1 系统下顾客进队策略,当顾客观测到队长小于阈值时会进队.HASSIN^[8]研究了 LCFS-PR 模型且关注在社会福利上.TILT 等^[9]在 GI/M/s 模型基础上研究了顾客进队策略,徐秀丽等^[10]研究在可见情形下带启动时间的两类顾客均衡策略,孙珂等^[11]同样考虑了带附加服务的信息披露对顾客策略选择和定价影响,更注重线上和线下顾客类型划分及其行为.

已有的研究成果关注到全渠道运营与排队中的信息披露问题,但忽略了传统型顾客的特质,因此本研究结合附加服务与信息披露策略,考虑了更符合实际的异质顾客类型:传统型与技术型,探究全渠道运营下附加服务对顾客策略选择以及效用造成的影响,以及顾客策略选择如何影响企业最优定价,以期为服务商提供一定的运营建议.

1 问题描述及假设

考虑一个 M/M/1 系统,潜在顾客以参数 λ 的泊松过程到达系统,服务时间服从参数为 μ 的指数分布.企业有两种渠道:线下实体店渠道以及线上小程序渠道,参与服务的顾客有两类:一类为传统型顾客,因为不擅长或不习惯使用手机而只能参与线下实体店渠道;另一类为技术型顾客,可以自由选择线上小程序渠道以及线下实体店渠道.参与线下渠道的顾客因为进入了实体店,总是能够观测到实时队长信息,而参与线上渠道的顾客是否能够了解到实时队长信息,这取决于服务供应商的信息披露策略.

假设附加服务只可在线上购买到,只有技术型顾客可以购买服务,而传统型顾客因不会线上操作或因年纪大(不感兴趣)而不购买这样的服务.设顾客可以支付额外的费用 P 来购买服务.因此顾客被分为两大部分,一部分是未购买服务的顾客,包括不会购买服务的传统型顾客以及不愿意购买策略服务的技术型顾客,另一部分是愿意购买策略服务的技术型顾客.引入 B 和 N 下来区分购买策略服务和未购买策略服务的顾客,以 W 来代表传统型顾客.顾客对服务的感知价值为 R ,线上渠道的等待成本分为购买策略服务顾客的等待成本 C_b 和未购买策略服务的普通顾客 C_n ,线下渠道的等待成本为 C_w .由于线上下单具有灵活性,线上下单的顾客可以在任意地方等待,故线上渠道的等待成本要低于线下渠道的等待成本 C_w ,且线下等待的顾客需要付出相应的旅行成本 F ,旅行成本 F 低于购买策略服务成本 P ,旅行成本的一部分在线下渠道的等待成本 C_w 中体现.

2 线上渠道披露队长信息

本节所探讨商家采取在线上渠道披露队长信息的策略.在信息披露时由于线上的等待成本低于线下,所有技术型顾客都会选择线上渠道,即线上顾客和线下顾客的到来是独立的.

2.1 顾客进队策略

设顾客到达系统时观察到顾客数为 n ,其线上两类顾客和线下一类顾客收益函数分别为:

$$U_B(N) = R - P - \frac{nC_b}{\mu}, U_N(N) = R - \frac{nC_n}{\mu}, U_W(N) = R - F - \frac{nC_w}{\mu}.$$

顾客收益函数是关于队长 n 的递减函数,只有顾客的效用大于等于 0 时才会选择加入当前的系统等待服务,为便于计算,记 $\lceil x \rceil$ 为大于 x 的最小整数,则顾客的进队阈值分别为:

$$n_B = \lceil \frac{\mu(R - P)}{C_b} \rceil, n_N = \lceil \frac{\mu R}{C_n} \rceil, n_W = \lceil \frac{\mu(R - F)}{C_w} \rceil.$$

这三类顾客在分别低于相应阈值时进入系统,反之离开系统.在披露队长信息时,线下排队的顾客和线上排队的顾客相互独立到达,定义 $\Delta(n)$ 为线上顾客中购买策略服务和未购买策略服务收益函数差值:

$$\Delta(n) = U_B(N) - U_N(N) = \frac{n(C_n - C_b)}{\mu} - P. \quad (1)$$

可以观察到,式(1)存在唯一阈值 n^* ,使得 $\Delta(n^* - 1) < 0$ 且 $\Delta(n^*) > 0$,其中

$$n^* = \frac{\mu P}{C_n - C_b} + 1. \quad (2)$$

即 $n < n^*$ 时, $U_B(N) < U_N(N)$, $n > n^*$ 时, $U_B(N) > U_N(N)$.

引理 1 在一个 M/M/1 的披露信息排队系统中,

(1) 传统型顾客观察到队长 $n < n^w$ 时, 进入系统, 在 $n > n^w$ 时离开排队系统, 且传统型顾客不发生购买策略服务的行为, 其中

$$n^w = \frac{\mu(R - F)}{C_w} + 1; \tag{3}$$

(2) 当购买成本 $P \leq (1 - \frac{C_n}{C_b})(R - F)$, 技术型顾客在观测到队长 $n < n^*$ 时不购买策略服务, 在队长 $n^* < n < n_b$ 时购买策略服务, 且 $n \geq n_b$ 时离开排队系统;

(3) 当购买成本 $P > (1 - \frac{C_n}{C_b})(R - F)$, 技术型顾客在观察到队长 $n < n_N$ 时进队且不购买策略服务, 在 $n \geq n_N$ 离开排队系统, 系统最大队长为 n_N .

证明 顾客选择购买和不购买服务的收益关于队长 n 递减, 且 $U_B(0) = R - P < R = U_N(0)$. 且一定存在唯一一阈值 n^* 使得 $U_B(n^* - 1) < U_N(n^* - 1)$, 有以下两种情形:

情形 1 阈值关系为 $n_b \geq n_N \geq n^*$, 可以得出 $P \leq \frac{R(C_n - C_b)}{C_n}$. 当顾客观察到队长在 $0 \leq n < n^*$ 时, 由于 $U_B(N) < U_N(N)$, 顾客进入但不购买策略服务; 当顾客观察到 $n^* \leq n < n_b$ 时, $U_B(N) > U_N(N)$ 且 $U_B(N) > 0$, 顾客进入且购买策略服务; 当顾客观察到 $n > n_b$, 其收益小于 0, 不进入排队, 见图 1(a).

情形 2 阈值关系为 $n_b < n_N < n^*$, 可以得出 $P > \frac{R(C_n - C_b)}{C_n}$. 当顾客观察到 $0 \leq n < n_N$ 时, $U_B(N) < U_N(N)$ 且 $U_N(N) > 0$, 顾客进入且不购买策略服务; 当顾客观察到 $n \geq n_N$ 时, 两种线上情形的顾客收益均小于 0, 顾客不加入系统为最优策略, 见图 1(b).

引理 1 表明, 因为能够观测到队长, 线上的等待成本低于线下, 所有技术型顾客都会选择线上渠道, 线下传统顾客的进队与出队遵循阈值规律而不受技术型顾客选择的影响. 对于拥有选择权的技术型顾客, 当策略服务费用过高时(情形 2), 没有顾客愿意购买此项服务, 这是因为能够观测到队长的积极影响且策略服务费用大于能够弥补的等待焦虑; 而当策略服务费用较低时, 随着消费者群体规模的增大, 技术型顾客的购买策略服务行为会先不发生而后发生(情形 1), 这是由于当策略服务价格较低且系统规模较小时, 顾客不购买策略服务节约的等待时间成本较低, 随着群体规模的增加, 观测到队列越来越拥挤时, 购买策略服务的降低等待焦虑的收益会高于不购买策略服务.

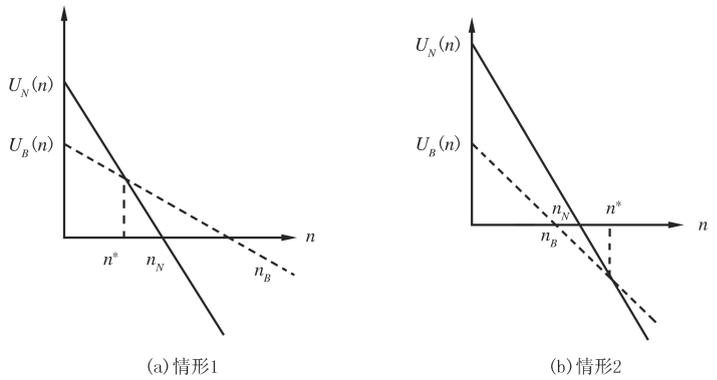


图1 两种情形下收益函数关系

Fig.1 The revenue function relationship in the two cases

2.2 企业最优定价

根据引理 1 有以下两种情形:

情形 1 当 $n_b \geq n_n \geq n^*$ 时, 服务商收益为 $\Psi_S^o = \Delta \sum_{n=0}^{n^*-1} \pi_n^1 J + \Delta \sum_{n=n^*}^{n_b-1} \pi_n^1 P + \Delta \sum_{n=0}^{n^w-1} \pi_n^1 K$;

情形 2 当 $n_b < n_n < n^*$ 时, 服务商收益为 $\Psi_S^o = \Delta \sum_{n=0}^{n_N-1} \pi_n^2 J + \Delta \sum_{n=0}^{n^w-1} \pi_n^2 K$.

其中, π_n 为可见排队系统稳态概率:

$$\pi_n^B = \frac{\rho^n(1-\rho)}{1-\rho^{n_B+1}}, \pi_n^N = \frac{\rho^n(1-\rho)}{1-\rho^{n_{N+1}}}, \rho = \frac{\Lambda}{\mu}. \quad (4)$$

定理 1 在 M/M/1 披露信息排队系统中, 顾客观察到队长 $n < n^*$ 时进队且不购买策略服务, 而在队长 $n_b \geq n_n \geq n^*$ 时购买策略服务, 且存在唯一最优策略服务定价为:

$$P^o = \Lambda \frac{1-\rho^{n_B}}{1-\rho^{n_B+1}} J + \Lambda \frac{\rho^{n^*} - \rho^{n_B}}{1-\rho^{n_B+1}} P + \Lambda \frac{1-\rho^{n_B}}{1-\rho^{n_B+1}} k. \quad (5)$$

证明 根据引理 1, 当 $P > \frac{R(C_n - C_b)}{C_n}$, 顾客遵循进队阈值而不购买策略服务, 系统吞吐量与

M/M/1/ n_N 相同, 系统收益未达到最优, 因此服务商最优定价应满足 $P < \frac{R(C_n - C_b)}{C_n}$, 此时阈值关系为

$n_b \geq n_n \geq n^*$, 根据公式阈值 n_b 关于 P 非增, 阈值 n^* 关于 P 非减.

由定理 1, 服务提供商的收益不仅来自顾客购买服务的基本价格, 还包括顾客购买策略服务所支付的附加费用, 如果策略服务的定价过高, 将导致没有顾客愿意购买, 对收益的增加没有积极影响. 因此, 策略服务的定价应该有一个上限, 为了最大化自身的收益, 随着系统规模的扩大, 系统变得越来越拥挤, 顾客更容易观察到系统规模变得更大, 使得购买策略服务的动机增强. 因此, 可以考虑制定更高的策略服务价格, 以提高获取顾客的剩余价值.

3 线上渠道隐藏队长信息

本节重点探讨只对线下顾客披露队长信息而不对线上顾客披露时的情形.

3.1 线上渠道隐藏队长信息时顾客进队策略

假设系统不披露已购买策略服务顾客人数, 线下顾客仍然可以观测到实时队长信息, 但技术型顾客会面临渠道选择问题, 若选择成为线下顾客, 能够在店内获取队长信息; 但若选择线上渠道, 虽然单位时间成本相比较低, 但无法获取实时队长信息, 有加入过长系统规模风险. 设技术型顾客以一定概率选择线上下单并支付, 其他选择线下渠道, 技术型顾客的这种选择影响了其选择购买策略服务的顾客数, 即信息隐藏情况下, 可能购买服务的顾客基数不再是全体技术型顾客, 而是一部分技术型顾客, 这样的运营策略, 影响了线上线下的顾客到来的独立性.

假设顾客进队策略为混合策略 $q \in [0, 1]$, 即顾客以概率 q 选择进入系统, 以 $1-q$ 的概率选择离开, 则系统有 i 位顾客的概率为 $\pi_i = (\rho q)^i (1 - \rho q)$, 此时线上系统有效到达率为 $\lambda = \Lambda q$, 顾客期望等待时间为 $W_q = \Lambda q / [\mu(\mu - \Lambda q)]$, 三类顾客收益是关于进队概率 q 的函数, 分别为:

$$\bar{U}_B(N) = R - P - W_q C_b, \bar{U}_N(N) = R - W_q C_n, \bar{U}_W(N) = R - F - W_q C_w.$$

引入 $\Delta(q)$ 为线上顾客选择购买策略服务与不购买策略服务的收益函数差值, 则

$$\Delta(q) = \frac{\Lambda q(C_n - C_b)}{\mu(\mu - \Lambda q)} - P. \quad (6)$$

显然, 此函数关于进队概率 q 递增.

引理 2 在一个 M/M/1 的信息隐藏排队系统中,

1) 当 $\Lambda_B \leq \Lambda_N \leq \Lambda^*$, 等价于 $P \geq \frac{R(C_n - C_b)}{C_n}$, 顾客的选择策略为:

$$(q^e, q_N^e, q_B^e, q_W^e) \begin{cases} q^e = 1, q_N^e = 1, q_B^e = 0, q_W^e = 0, \Lambda < \Lambda_N, \\ q^e = \frac{\Lambda_N}{\Lambda}, q_N^e = 1, q_B^e = 0, q_W^e = 0, \Lambda_N < \Lambda < \Lambda_2^*, \\ q^e = \frac{\Lambda_W}{\Lambda}, q_N^e = 0, q_B^e = 0, q_W^e = 1, \Lambda_2^* < \Lambda. \end{cases} \quad (7)$$

2) 当 $\Lambda_B > \Lambda_N > \Lambda^*$, 即 $P < \frac{R(C_n - C_b)}{C_n}$, 顾客的选择策略为:

$$(q^e, q_N^e, q_B^e, q_W^e) \begin{cases} q^e = 1, q_N^e = 1, q_B^e = 0, q_W^e = 0, \Lambda < \Lambda_2^*, \\ q^e = 1, q_N^e = 0, q_B^e = 0, q_W^e = 1, \Lambda_2^* < \Lambda < \Lambda_3^*, \\ q^e = 1, q_N^e = 0, q_B^e = 1, q_W^e = 0, \Lambda_3^* < \Lambda < \Lambda_B, \\ q^e = \frac{\Lambda_B}{\Lambda}, q_N^e = 0, q_B^e = 1, q_W^e = 1, \Lambda_B < \Lambda. \end{cases} \quad (8)$$

其中 q^e 为进队概率, q_B^e 为进队顾客中线上顾客购买策略服务的顾客比例, q_N^e 为进队顾客中线上顾客不购买策略服务的顾客比例, q_W^e 为进队顾客中参与线下排队顾客的概率。

证明 $\bar{U}_B(N)$ 与 $\bar{U}_N(N)$ 均是关于 Λ 的递减函数, 存在唯一的点 $\Lambda^* = \frac{\mu^2 P}{C_n - C_b + P\mu}$ 使得 $\Delta(q) = 0$, 即 $\bar{U}_B(N) |_{\lambda=\Lambda^*} = \bar{U}_N(N) |_{\lambda=\Lambda^*}$. 假设 $q = 1$, 即顾客全部加入系统, 根据线上顾客不购买策略服务和线下顾客收益可以分别求得 Λ_N 和 Λ_W 使得 $\bar{U}_N(1) |_{\lambda=\Lambda_N} = 0$ 和 $\bar{U}_W(1) |_{\lambda=\Lambda_W} = 0$, 其中 $\Lambda_N = \frac{\mu^2 R}{\mu R + C_n}, \Lambda_W = \frac{\mu^2 (R - F)}{\mu (R - F) + C_w}$.

下面根据 $\Lambda_B, \Lambda_N, \Lambda^*$ 的大小分为两种情况讨论。

情形 1 $\Lambda_B \leq \Lambda_N \leq \Lambda^*$, 等价于 $P \geq \frac{R(C_n - C_b)}{C_n}$. 观察到 $\Delta |_{\Lambda=\Lambda_B} < \Delta |_{\Lambda=\Lambda_N} < \Delta |_{\Lambda=\Lambda^*}$, 因此不购买策略服务策略总是占优于购买策略服务策略, 即 $q_B^e = 0$, 代表不管消费者规模如何, 以及线上线下的顾客进入是否独立, 他们均不会选择购买策略服务。

进而关注线下顾客的加入, 易证明存在 $\Lambda_1^* < 0$ 使得 $\bar{U}_B(N) - (\bar{U}_W(N)) = 0$, 不存在讨论的意义; 且存在唯一点 $\Lambda_2^* = \frac{\mu^2 F}{C_n - C_w + F\mu} > 0$ 使得 $\bar{U}_N(N) |_{\Lambda=\Lambda_2^*} = \bar{U}_W(N) |_{\Lambda=\Lambda_2^*}$, 且 $\bar{U}_B(0) = R > \bar{U}_W(0) = R - F$, 因为 $\Lambda_2^* > \Lambda_N > \Lambda_W$, 可以得出以下进队策略:

- 1) 当 $\Lambda < \Lambda_N$ 时, $\bar{U}_N(N) > \bar{U}_W(N)$, 所有顾客均选择进入系统, 且均选择成为线上顾客但不购买策略服务, 即 $q^e = 1, q_N^e = 1$;
- 2) 当 $\Lambda_N < \Lambda < \Lambda_2^*$ 时, 部分顾客以 Λ_N/Λ 的概率进入系统, 并选择成为线上顾客但不购买策略服务, 即 $q^e = \Lambda_N/\Lambda, q_N^e = 1$;
- 3) 当 $\Lambda_2^* < \Lambda$ 时, 部分顾客以 Λ_W/Λ 的概率进入系统并选择成为线下顾客, 即 $q^e = \Lambda_W/\Lambda, q_W^e = 1$.

情形 2 $\Lambda_B > \Lambda_N > \Lambda^*$, 即 $P < \frac{R(C_n - C_b)}{C_n}$. 可证明存在唯一点 $\Lambda_3^* = \frac{\mu^2 (F - P)}{C_b - C_w + F\mu - P\mu}$ 使得 $\bar{U}_W(N) |_{\Lambda=\Lambda_3^*} = \bar{U}_B(N) |_{\Lambda=\Lambda_3^*}$. 故顾客的选择策略有:

- 1) 当 $\Lambda < \Lambda_2^*$, $\bar{U}_N(N) > \bar{U}_W(N)$, 顾客全部进入系统且选择成为线上顾客但不购买策略服务, 即 $q^e = 1, q_N^e = 1$;
- 2) 当 $\Lambda_2^* < \Lambda < \Lambda_3^*$ 时, $\bar{U}_B(N) < \bar{U}_W(N)$ 且 $\bar{U}_N(N) < \bar{U}_W(N)$, 且此时 $\bar{U}_W(N) |_{\Lambda=\Lambda_w} = \bar{U}_B(N) |_{\Lambda=\Lambda_3^*}$, 故此时顾客全部进入系统且选择成为线下顾客, 即 $q^e = 1, q_W^e = 1$;
- 3) 当 $\Lambda_3^* < \Lambda < \Lambda_B$ 时, $\bar{U}_B(N) > \bar{U}_W(N)$ 且 $\bar{U}_B(N) > \bar{U}_N(N)$, 顾客全部进入系统且选择成为线上购买策略服务顾客, 此时 $q^e = 1, q_B^e = 1$;
- 4) 当 $\Lambda_B < \Lambda$ 时, 顾客部分进入系统且选择线上购买策略服务, 即 $q^e = \Lambda_B/\Lambda, q_B^e = 1$.

引理 2 表明, 由于服务商选择信息隐藏策略, 拥有选择权的技术型顾客因为无法观测到队长可以选择成

为线上或者线下顾客,因而和线下顾客的到来不是相互独立的;当策略服务费用较高时(情形 1,图 2(a)),随着消费者群体规模增大,具有选择权的技术型顾客更倾向于选择成为线下顾客,因为线上渠道隐藏了系统规模信息,顾客需要在线下实时了解系统规模状况;当策略服务费用较低时(情形 2,图 2(b)),技术型顾客实现了倾向于成为线上顾客、倾向于线下顾客而后再倾向于购买策略服务的转变,这是由于最初购买服务所需成本超过了其能够节省的等待成本,技术型顾客全部进入线上顾客队列;随着消费者群体规模增大,技术型顾客全部进入线下队列与传统型顾客参与一条队列,导致排队系统过于拥挤,而他们有选择的余地,购买策略服务的花费低于迫切需要减少的等待焦虑,会选择购买策略服务。

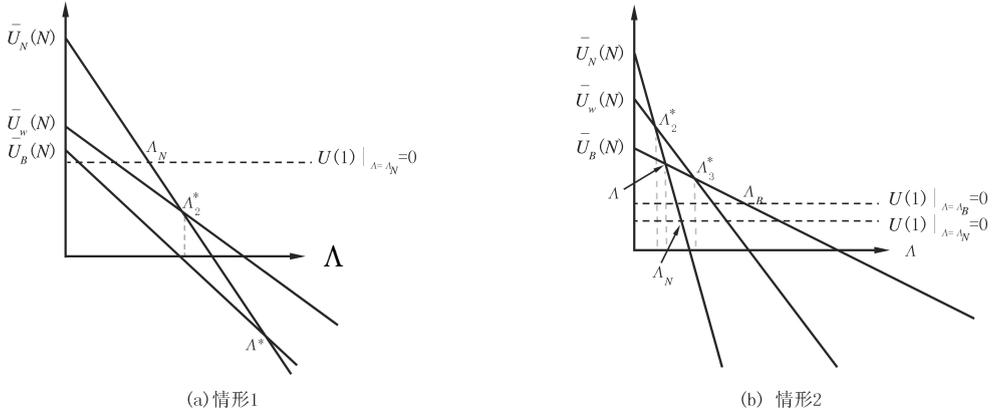


图2 信息隐藏下顾客收益关系

Fig.2 Customer revenue relationship under information hiding

3.2 企业最优定价

定理 2 在不可见的 M/M/1 排队服务系统中,

- (1) 当消费者群体规模 $\Lambda \leq \frac{\mu^2 R}{\mu R + C_n}$, 最优策略服务价格为 $F^u = \frac{\Lambda_q (C_b - C_w)}{\mu (\mu - \Lambda_q)} - F$;
- (2) 当消费者群体规模 $\Lambda > \frac{\mu^2 R}{\mu R + C_n}$, 最优策略服务价格为 $F^u = \frac{R(C_n - C_b)}{C_n}$.

且服务商最优价格随着消费者群体规模递增而递增,当 $\Lambda > \frac{\mu^2 R}{\mu R + C_n}$ 时保持不变。

证明 根据引理 2, 当价格 $P > \frac{R(C_n - C_b)}{C_n}$, 没有顾客选择购买策略服务, 系统退化为 M/M/1 的不可见排队系统, 服务商收益和策略服务 P 无关, 其收益为:

$$\Psi_S^U = \begin{cases} \Lambda J, \Lambda < \Lambda_N, \\ \Lambda_N J, \Lambda_N < \Lambda < \Lambda_2^*, \\ \Lambda_w K, \Lambda_2^* < \Lambda. \end{cases} \tag{9}$$

而当 $P \leq \frac{R(C_n - C_b)}{C_n}$ 时, 根据引理 2, 服务商的收益函数为:

$$\Psi_S^U = \begin{cases} \Lambda J, \Lambda < \Lambda_2^*, \\ \Lambda K, \Lambda_2^* < \Lambda < \Lambda_3^*, \\ \Lambda P, \Lambda_3^* < \Lambda < \Lambda_B, \\ \Lambda_B P, \Lambda_B < \Lambda. \end{cases} \tag{10}$$

当 $\Lambda < \Lambda_3^*$ 时, 顾客选择购买策略服务的概率为 0, 即 $q_B^e = 0$, 此时服务商收益只与物品价格有关而与策略服务定价无关, 因此服务商收益未达到最优, 仅讨论后两种情况. 当服务商收益为 ΛP 时, 最优策略服务定价应该取上界 $P^n = B(\Lambda)$. 随着消费者群体规模 Λ 递增, 最优定价被 $P \leq \frac{R(C_n - C_b)}{C_n}$ 所限制, 当 $\Lambda = \Lambda_N$ 时, 最

优服务定价 $B(\Lambda) |_{\Lambda=\Lambda_N} = A$ 达价格上限, 此时服务商收益为:

$$\Psi_S^U = \begin{cases} \Delta B(\Lambda), \Lambda_3^* < \Lambda < \Lambda_B, \\ \Lambda_B A, \Lambda_B < \Lambda. \end{cases} \quad (11)$$

由定理 2, 在规模较小的系统中, 系统的拥挤度和顾客等待时间相对较低, 意味着顾客在这样的环境下能够享受更高的剩余价值. 通过引入策略服务定价, 可以更加灵活地实现对顾客剩余价值的获取. 随着群体规模的扩大, 策略服务带来的收益逐步增加, 可以考虑适度提高策略服务的定价, 以进一步优化顾客剩余价值的获取. 然而, 当消费者群体规模达到一定阶段时, 进一步提高策略服务的定价可能无法带来额外的顾客剩余价值, 反而这样的举措可能会产生负面效应, 导致系统整体吞吐量的降低, 进而降低服务商收益.

4 数值算例分析

假设服务的感知价值为 $R = 10$, 服务率 $\mu = 1$, 顾客等待成本分别为 $C_b = 1, C_n = 2, C_w = 3$.

由图 3, 在信息披露情形下, 随着消费者规模的增加, 服务商的最优定价会持续上升, 并且存在有最高定价(图 3(a)). 随着消费者群体规模的增加, 顾客会感觉到“拥挤”, 购买策略服务会让顾客感受到更多的“时间节省”, 更多地缓解了顾客的“等待焦虑”, 服务商对策略服务的定价整体呈现递增趋势, 可以更多地获取顾客的剩余价值; 但随着队列越来越“拥挤”, 提升策略服务定价会使得顾客进队意愿降低, 影响顾客的策略选择(图 3(b)), 降低服务商的收益.

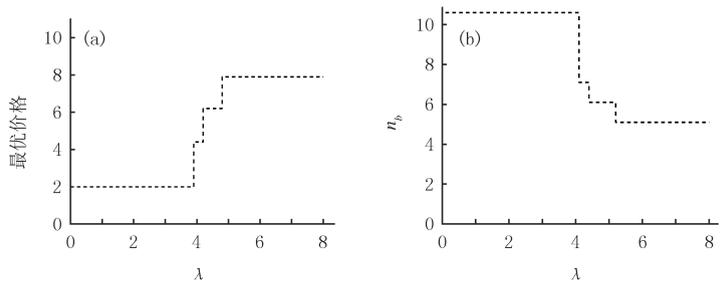


图3 信息披露下顾客均衡与企业定价

Fig.3 Customer equilibrium and firm pricing under information disclosure

在信息隐藏情形下, 图 4 说明顾客的进队策略选择呈下降趋势(图 4(a)), 而最优定价呈上升趋势且存在最高定价(图 4(b)), 但由于信息隐藏策略的影响, 各类顾客的到达是不独立的, 两种函数效用曲线呈现比例函数的平滑的趋势.

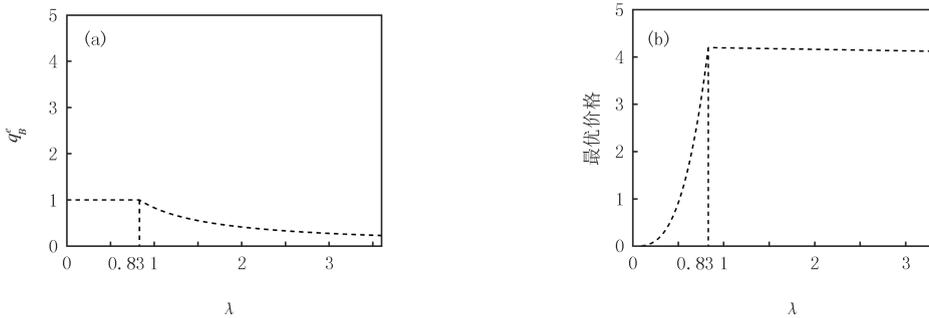


图4 信息隐藏下顾客均衡与企业定价

Fig.4 Customer equilibrium and firm pricing under information hiding

5 结 论

本文主要探讨在具有技术型顾客和传统型顾客的排队服务系统中, 基于信息披露情况构建了顾客进队策略模型, 并通过顾客进队行为给出了最优定价. 研究发现: 1) 信息披露时, 策略服务费用过高或策略服务价格较低, 系统规模较低时, 没有顾客愿意购买此项服务, 随着系统规模的增加, 所有技术型顾客都会选择线上渠道; 2) 信息隐藏时, 策略服务费用较高, 系统规模过多时, 人们更愿意选择成为线下顾客, 这是因为线上隐藏了系统规模信息, 顾客需要在线下实时了解顾客信息; 当费用较低时且系统规模较小时, 顾客更愿意选择成为线上顾客且不购买该项服务, 因为此时购买服务所花费的成本大于它所能消减的等待成本. 但随着系统规模增多, 顾客会先全部进入线下实时观测队长, 而又因为策略服务费用较低, 人数再次增多时, 顾客愿意返

回线上购买这样的服务。

本文为运营商选择不同策略以及信息策略提供了理论支撑,但存在一定的不足之处,如技术型顾客与传统顾客对服务的感知价值应该是不同的,且随着国家对移动技术的普及,越来越多的传统型顾客将转化为技术型顾客,这也是进一步研究的方向。

参 考 文 献

- [1] NESLIN S A. The omnichannel continuum: Integrating online and offline channels along the customer journey[J]. *Journal of Retailing*, 2022, 98(1): 111-132.
- [2] LIN X G, ZHOU Y W, HOU R. Impact of a "buy-online-and-pickup-in-store" channel on price and quality decisions in a supply chain[J]. *European Journal of Operational Research*, 2021, 294(3): 922-935.
- [3] PLEKHANOV D, FRANKE H, NETLAND T H. Digital transformation: a review and research agenda[J]. *European Management Journal*, 2023, 41(6): 821-844.
- [4] GERE A C, GONZALEZ-LOPEZ F, HERSKOVIC V. Omnichannel customer experience and management: an integrative review and research agenda[J]. *Sustainability*, 2021, 13(5): 2824.
- [5] 李飞. 全渠道零售的含义、成因及对策: 再论迎接中国多渠道零售革命风暴[J]. *北京工商大学学报(社会科学版)*, 2013, 28(2): 1-11.
LI F. Connation, cause and countermeasures of omni channel retailing: further discussion on how to meet China multi channel retailing revolution storm[J]. *Journal of Beijing Technology and Business University(Social Science)*, 2013, 28(2): 1-11.
- [6] 王芳. 基于顾客体验维度的全渠道零售影响因素研究[J]. *商业经济*, 2021(3): 93-94.
WANG F. Research on influencing factors of omni-channel retail based on customer experience dimension[J]. *Business & Economy*, 2021(3): 93-94.
- [7] NAOR P. The regulation of queue size by levying tolls[J]. *Econometrica*, 1969, 37(1): 15.
- [8] HASSIN R. Consumer information in markets with random product quality: the case of queues and balking[J]. *Econometrica*, 1986, 54(5): 1185.
- [9] TILT B, BALACHANDRAN K R. Stable and superstable customer policies in queues with balking and priority options[J]. *European Journal of Operational Research*, 1979, 3(6): 485-498.
- [10] 徐秀丽, 王蕊. 完全可见下具有两类顾客和故障启动排队系统的均衡分析[J]. *河南师范大学学报(自然科学版)*, 2021, 49(2): 7-14.
XU X L, WANG R. Equilibrium strategies of queueing system with two types of parallel customers, breakdowns and setup times in fully visible case[J]. *Journal of Henan Normal University(Natural Science Edition)*, 2021, 49(2): 7-14.
- [11] 孙珂, 王金亭, 王钟彬. 基于“排队等待区域娱乐”的经济效益分析[J/OL]. *运筹学学报*, 1-15. [2025-04-11]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1732.O1.20230522.1854.036.html>.
SUN K, WANG J T, WANG Z B. Economic benefit analysis based on "queuing for regional entertainment"[J/OL]. *Operations Research Transactions*, 1-15. [2025-04-11]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1732.O1.20230522.1854.036.html>.

Research on heterogeneous customer behavior and service provider information strategy under additional services

Li Jihong, Wang Aozhuang

(Institute of Management and Decision; College of Economics and Management, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

Abstract: This paper introduces a strategy for offering additional services to divert customers' "waiting anxiety." Based on the M/M/1 queuing system, two types of customers are considered: conventional one and technical one, further establish customer utility models and strategy choices models under both information disclosure and information hiding scenarios. The pricing strategies for business are also analysed to examine the impact of consumer group size on the choice of information hiding or disclosure. The results show that in the case of information disclosure, too high or too low cost of strategic service will result in no customers willing to buy additional; In the case of information hiding, when the cost of strategic services is low, with the increase of the size of the consumer group, technical customers will choose to buy strategic services, and the pricing will increase, but when the size of the consumer group increases to a certain value, the increase of pricing will only bring negative effects.

Keywords: queuing; traditional customers; information disclosure; service strategy; enterprise pricing

[责任编辑 陈留院 杨浦]