

文章编号:1671-1637(2020)01-0192-12

## 面向多级别顾客的差异化服务水平优化

韩 珣<sup>1,2</sup>, 张 锦<sup>1,3</sup>

(1. 西南交通大学 交通运输与物流学院, 四川 成都 610031; 2. 四川警察学院 道路交通管理系, 四川 泸州 646000;  
3. 西南交通大学 综合交通运输智能化国家地方联合工程实验室, 四川 成都 610031)

**摘要:**基于顾客满意度受到当前供给各要素和以往服务体验共同影响的前提,建立了参考效应下考虑距离、服务水平和价格等多因素影响的顾客效用函数;对比顾客在不同企业获得的效用,引入概率模型刻画顾客选择行为,提出了服务水平与单位服务成本的关联函数,构建利润最大化的服务水平优化模型并求解;以具体商圈中自提服务水平为例,对比分析了服务水平敏感性系数和竞争企业策略对优化结果的影响。研究结果表明:敏感性系数从0.2变化为1.0时,目标企业提供高服务水平带来需求覆盖率增长7.2%,总利润提高10.4%;当竞争企业采取0.2的服务水平策略和1.2的价格策略时,目标企业提供高于竞争企业0.39的服务水平吸引顾客,并通过高价提高单位收益;当竞争企业采取0.8的服务水平策略和1.8的价格策略时,目标企业服务水平从0.59上调至0.63以应对竞争,同时维持低价以保留部分价格敏感的客源;当竞争企业采取0.2的服务水平策略和1.8的价格策略时,目标企业通过提供高于竞争者0.47的服务水平提高市场覆盖率,通过相近的价格保证利润空间;当竞争企业采取0.8的服务水平策略和1.2的价格策略时,目标企业提供低服务水平和价格以控制成本,维持市场份额。

**关键词:**物流工程;末端配送;自提服务;概率模型;差异化策略;顾客选择;参考效应;服务水平  
**中图分类号:**U491.12 **文献标志码:**A **DOI:**10.19818/j.cnki.1671-1637.2020.01.016

### Optimization of differentiated service level for multi-level customers

HAN Xun<sup>1,2</sup>, ZHANG Jin<sup>1,3</sup>

(1. School of Transportation and Logistics, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, Sichuan, China;  
2. Department of Road Traffic Management, Sichuan Police College, Luzhou 646000, Sichuan, China;  
3. National United Engineering Laboratory of Integrated and Intelligent Transportation,  
Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, Sichuan, China)

**Abstract:** Based on the premise that satisfaction degrees of customers were affected by the current supply factors and the past service experience, a customer utility function was set up considering the effects of multiple factors such as distance, service level and price under the reference effect. Comparing the utility of customers in different companies, a probability model was introduced to characterize customers' selection behaviors. The correlation function between service level and unit service cost was proposed, and the service level optimization model of maximizing profit was constructed and solved. Taking the pickup service level in a specific business circle as an example, the impacts of sensitivity coefficient for service level and the competing company strategy on the optimization results were compared and analyzed. Research result shows that

收稿日期:2019-06-05

基金项目:国家自然科学基金项目(71603219);国家社会科学基金项目(16GGL018);中央高校基本科研业务费科技创新项目(2682016CX054)

作者简介:韩珣(1991-),女,四川成都人,四川警察学院讲师,工学博士,从事城市物流网络规划和末端配送研究。

通讯作者:张锦(1963-),男,四川成都人,西南交通大学教授,工学博士。

when the sensitivity coefficient changes from 0.2 to 1.0, a high service level provided by the target company leads to a 7.2% increase in demand coverage and a 10.4% increase in total profit. When the competing company adopts a service level strategy of 0.2 and a price strategy of 1.2, the target company provides a service level of 0.39 higher than the competing company to attract customers, and increases unit revenue through high prices. When the competitor company adopts a service level strategy of 0.8 and a price strategy of 1.8, the target company rises the service level from 0.59 to 0.63 to cope with competition, and maintains low price to retain some price-sensitive customers. When the competitor company adopts a service level strategy of 0.2 and a price strategy of 1.8, the target company improves market coverage by providing a service level of 0.47 higher than that of the competitor, and guarantees profit margin by a quite similar price. When the competitor company adopts a service level strategy of 0.8 and a price strategy of 1.2, the target company provides relatively low service level and price to control cost and maintain market share. 4 tabs, 6 figs, 30 refs.

**Key words:** logistics engineering; terminal distribution; pickup service; probability model; differentiated strategy; customer selection; reference effect; service level

**Author resumes:** HAN Xun(1991-), female, lecturer, PhD, hldwxhx@163.com; ZHANG Jin(1963-), male, professor, PhD, zhjswjtu@swjtu.edu.cn.

## 0 引言

随着电子商务的不断发展,作为商品交付最后环节的末端配送,对顾客全程购物体验的影响力也越发显著。长江证券研究所通过分析历年各大快递公司服务水平和业务量增速,发现两者之间存在较为显著的正相关关系,表明快递行业正进行着“消费升级”,服务水平成为末端顾客选择快递企业的重要因素。艾瑞咨询发布的《中国网购用户行为及偏好》显示,除了商品的质量和价格,网购用户对商品送达表现出了较高的关注度和较低的满意度,需要引起电商企业和末端配送企业足够的重视。同时,政府和企业纷纷拓宽线上和线下投诉渠道,投诉信息更加透明和公开。这些因素刺激了快递企业更加重视顾客的服务体验,通过提升服务供给质量,获取更多的个人零散业务和电商企业大宗订单。

作为服务行业,快递企业竞争力衡量终将回归于服务质量。国内外众多学者已经通过研究证明了物流服务水平对顾客满意度的重要影响,是企业提高顾客忠诚、扩大市场份额、增强竞争力的有效手段<sup>[1]</sup>。Van der Veeken 等提出对于顾客存在较大差异的企业,应该根据订购行为对顾客进行分组,为不同类别顾客提供差异化物流服务<sup>[2]</sup>;Lin 等进行在线问卷调查,发现电子商务服务质量和物流服务质量都与顾客满意度和忠诚度密切相关<sup>[3]</sup>。

在许多服务系统中,服务同时提供给共享相同

物理环境的众多客户。差异化的实现基于提供给顾客的产品或服务的各个方面,并最终对他们的偏好产生有利影响。企业一直试图通过差异化策略来影响顾客感知,主要表现在为不同顾客提供差异化的价格<sup>[4]</sup>或服务<sup>[5]</sup>。卢超等考虑到不同顾客对于快递时效性要求的差异较大,建立针对多消费群体的快递服务差异化定价模型<sup>[6]</sup>;刘畅等发现顾客和网络零售商的决策会受到顾客对自提渠道的接受程度、门对门渠道的配送费用和自提渠道的出行成本等因素的影响,实施异价策略比同价策略更能帮助网络零售商吸引顾客选择自提渠道<sup>[7]</sup>。

随着研究的逐渐深入,学者们将心理学和行为学引入顾客选择的研究中,参考效应是其中一个重要切入点。越来越多的研究表明,顾客效用也受到参照点的影响<sup>[8-9]</sup>。顾客在做出购买决策前,会将历史价格或服务、他人获得的价格或服务作为参考点进行比较,产生“相对效用”。Winer 指出顾客同时受到产品自身销售价格和参考价格的影响,做出是否购买决策<sup>[10]</sup>;Kopalle 等分析了顾客对价格和质量都存在参照效应的情形<sup>[11]</sup>;Wu 等研究了双寡头情景下,考虑参考价格和竞争价格共同影响的定价模型<sup>[12]</sup>;Chen 等建立了一个有限时间动态定价模型,其中每个时期的需求不仅依赖于当前价格,还依赖于过去的参考价格<sup>[13]</sup>;吴胜等在考虑时间偏好、价格依赖、参考依赖的基础上建立了期望利润最大化的定价模型<sup>[14]</sup>;林志炳将制造商建议零售价格作

为消费者的参照价格引入到供应链系统中<sup>[15]</sup>。部分学者将参考点作为服务水平的决策依据,而关于参照服务水平的研究可以借鉴参考价格的研究方法。刘光乾在考虑了当期和上一期价格和售后服务水平的基础上,构建了竞争性的动态定价策略<sup>[16]</sup>;Lu等考虑消费者的购买决定容易受到参考价格的影响,研究了垄断企业的联合定价和广告努力水平问题<sup>[17]</sup>;Chenavaz参照参考价格的动态定价方法,研究了消费者在决策中使用参考点的动态质量优化策略<sup>[18]</sup>;段永瑞等考虑了参照价格效应以及自有品牌和全国品牌的参照质量差异,构建了自有品牌动态定价模型<sup>[19]</sup>。

综上,已有成果存在以下问题:多假设顾客为无差别个体,忽略了顾客需求多样性特点对优化结果的影响;在考虑参照点对顾客选择的影响时,多将历史情况作为参考点,忽略了顾客对其他顾客接受服务的参照依赖行为;在差异化服务研究中,多针对单一产品和顾客,未探讨多类型产品与多类型顾客情景下的服务水平优化问题。

本文在顾客细分的基础上,考虑不同级别顾客需求的异质性特点,通过引入多影响因素的参照效用函数和概率模型,共同刻画顾客的选择行为;同时,企业通过为不同顾客群体提供差异化服务水平,建立服务水平与成本的关联函数,构建竞争环境下企业利润最大化模型,有利于指导企业在经营各周期内,为各类顾客设计不同的运营策略,从而在竞争中取得优势。

## 1 模型建立

### 1.1 问题描述

多类型自提点作为末端自提点多样化形式为各级别顾客提供不同需求层次和功能定位的服务<sup>[20]</sup>。这种嵌套型自提网点体系包含自提服务中心、自提服务点和自提服务站 3 个层次结构,对应服务高级顾客、中级顾客和初级顾客,其中低等级顾客可以前往对应或更高级别自提点接受服务,网点体系如图 1 所示。随着末端配送发展的逐渐成熟,自提点布局已趋于稳定,在竞争企业各周期竞争策略已知的前提下,企业如何对产品进行分类决策,每个周期为各级别顾客的每一类产品需求提供怎样的服务水平和与之相适应的价格,共同提升顾客总体满意度,从而实现企业总利润的最大化,是本文研究的问题。

### 1.2 模型假设

为了简化问题,做出以下合理假设。

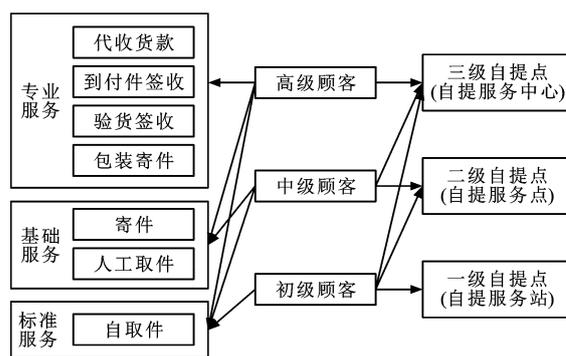


图 1 面向多级别顾客的自提网点结构

Fig. 1 Structure of pickup network for multi-level customers

(1)客户关系在一段时间内较为稳定,顾客在各周期对产品的需求量不变。

(2)目标企业为各级别顾客提供分类服务水平和价格策略,而竞争企业的同类产品采取相同的服务水平和价格策略。

(3)顾客只能前往对应级别或更高级别的自提点接受服务。

### 1.3 顾客效用函数

快递作为服务行业,对企业竞争力的衡量最终回归于服务质量。包裹收寄逐渐成为了人们日常活动的一部分,顾客对包裹自提的便利性、服务态度和性价比等方面提出了更多的要求。顾客自提的便利性通常指顾客能够以更短的旅行距离到达自提点,当最近的自提点处理能力不足时,到达其他自提点的距离也相对较短。便利性往往取决于自提点的位置和密度,具有长期稳定的特征。随着物质生活消费的不断提高,顾客对服务水平的高低也愈发重视。工作人员服务态度、品牌宣传方式和软硬件设施情况都会给顾客留下或好或差的印象,同样也会影响顾客对企业服务优劣的评价。顾客自提的经济性通常指顾客接受自提服务时需要付出的金钱代价,产品价格一般由自提服务企业决定,企业可以根据服务成本、顾客反馈和竞争环境调整价格,具有灵活性和波动性的特征。本文将网点距离、服务水平和产品价格作为影响顾客对服务满意度评判的主要因素,如图 2 所示。

#### 1.3.1 距离效用

应用分段函数刻画顾客对提供服务的单个自提点的距离满意度<sup>[21]</sup>。通过顾客到自提点的直线距离描述自提点的可达性,以自提点类型和顾客级别的匹配度表达自提点的吸引力,顾客  $i$  对目标企业  $E$  中自提点  $k$  和竞争企业  $F$  中自提点  $h$  的距离效用  $f_{i,k}(l_{i,k})$ 、 $f_{i,h}(l_{i,h})$  分别为

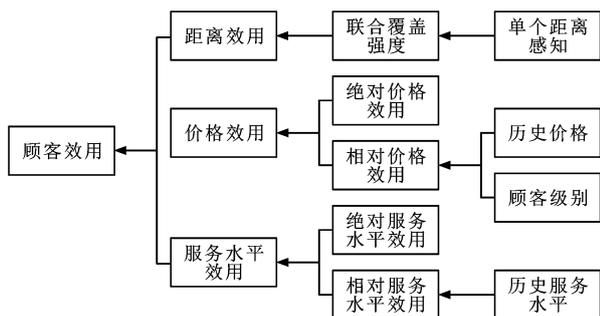


图 2 顾客效用影响因素

Fig. 2 Impact factors of customer utility

$$f_{i,k}(l_{i,k}) = \begin{cases} V_{s_i,q_k} & l_{i,k} \leq L_{2,s_i} \\ \frac{(L_{1,s_i} - l_{i,k})V_{s_i,q_k}}{L_{1,s_i} - L_{2,s_i}} & L_{2,s_i} < l_{i,k} \leq L_{1,s_i} \\ 0 & l_{i,k} > L_{1,s_i} \end{cases} \quad (1)$$

$$f_{i,h}(l_{i,h}) = \begin{cases} V_{s_i,q_h} & l_{i,h} \leq L_{2,s_i} \\ \frac{(L_{1,s_i} - l_{i,h})V_{s_i,q_h}}{L_{1,s_i} - L_{2,s_i}} & L_{2,s_i} < l_{i,h} \leq L_{1,s_i} \\ 0 & l_{i,h} > L_{1,s_i} \end{cases} \quad (2)$$

式中： $l_{i,k}$ 、 $l_{i,h}$  分别为顾客  $i$  到目标企业自提点  $k$ 、竞争企业自提点  $h$  的距离； $s_i$  为顾客  $i$  对应的级别； $q_k$ 、 $q_h$  分别为自提点  $k$ 、 $h$  的级别； $V_{s_i,q_k}$ 、 $V_{s_i,q_h}$  分别为  $q_k$ 、 $q_h$  级自提点对  $s_i$  级顾客的吸引力函数； $L_{1,s_i}$ 、 $L_{2,s_i}$  分别为  $s_i$  级顾客的最大、最小临界距离。

$s_i$  的取值为 1~3，分别表示初级顾客、中级顾客、高级顾客； $q_k$  和  $q_h$  取值为 1~3，分别表示一、二、三级自提点。

联合覆盖模型刻画了顾客受到服务半径内所有设施点影响这一现象<sup>[21]</sup>。借鉴联合覆盖的思想<sup>[22-23]</sup>，并将其延伸到末端配送问题中<sup>[24]</sup>，可以假设顾客行为受到服务半径内、同属某一自提服务企业的所有自提点的影响。设施点共同表达的能力越强，意味着顾客需求覆盖强度越高。在自提服务设施网络中，企业充分利用品牌忠诚和信息共享形成的联合覆盖优势，加强网点之间的联系。当距离最近的自提点资源被占用时，顾客可接受备选的自提点更多，服务的可靠性更大，获得的效用也随之提高。顾客  $i$  从服务半径内属于目标企业  $E$ 、竞争企业  $F$  的所有自提点接收到的联合覆盖强度  $v_{E,i}$ 、 $v_{F,i}$  分别为

$$v_{E,i} = 1 - \prod_k [1 - f_{i,k}(l_{i,k})] \quad k \in K \quad (3)$$

$$v_{F,i} = 1 - \prod_h [1 - f_{i,h}(l_{i,h})] \quad h \in H \quad (4)$$

式中： $K$ 、 $H$  分别为目标企业、竞争企业自提点集合。

### 1.3.2 服务水平效用

$r_j$  为服务产品  $j$  对应的类型， $j \in J$ ， $J$  为服务产

品集合， $r_j \in R$ ， $R$  为服务产品类型集合， $r_j$  取值为 1~3，分别表示标准服务、基础服务、专业服务。周期  $t$  中，竞争企业  $F$  提供  $r_j$  类产品服务水平策略为  $\gamma_{F,t,r_j}$ ，目标企业  $E$  为  $s_i$  级顾客提供  $r_j$  类产品服务水平策略  $\gamma_{E,t,s_i,r_j}$  为

$$\gamma_{E,t,s_i,r_j} = \sum_{\gamma_a} x_{t,s_i,r_j,\gamma_a} \gamma_a \quad \gamma_a \in A \quad (5)$$

式中： $\gamma_a$  为第  $a$  种服务水平的备选策略； $A$  为服务水平策略集合； $x_{t,s_i,r_j,\gamma_a}$  为 0-1 变量，当周期  $t$  中目标企业为  $s_i$  级顾客提供  $r_j$  类产品服务水平策略为  $\gamma_a$  时， $x_{t,s_i,r_j,\gamma_a} = 1$ ，反之  $x_{t,s_i,r_j,\gamma_a} = 0$ 。

由于上期服务水平对当期顾客效用也有一定程度的影响，若当前服务水平高于上期，且差值越大，顾客相对效用越大，周期  $t$  中  $s_i$  级顾客对目标企业  $E$  提供的  $r_j$  类产品服务水平评判值  $g_1(\gamma_{E,t,s_i,r_j})$  为

$$g_1(\gamma_{E,t,s_i,r_j}) = \omega_1 \gamma_{E,t,s_i,r_j} + \omega_2 (\gamma_{E,t,s_i,r_j} - \gamma_{E,t-1,s_i,r_j}) + \omega_3 \quad (6)$$

式中： $\omega_1$ 、 $\omega_2$ 、 $\omega_3$  分别为各项系数。

当  $t=1$  时， $g(\gamma_{E,t,s_i,r_j}) = \omega_1 \gamma_{E,t,s_i,r_j} + \omega_3$ 。

同理，周期  $t$  中顾客对竞争企业  $F$  提供的  $r_j$  类产品服务水平评判值  $g_2(\gamma_{F,t,r_j})$  为

$$g_2(\gamma_{F,t,r_j}) = \omega_4 \gamma_{F,t,r_j} + \omega_5 (\gamma_{F,t,r_j} - \gamma_{F,t-1,r_j}) + \omega_6 \quad (7)$$

式中： $\omega_4$ 、 $\omega_5$ 、 $\omega_6$  分别为各项的系数。

周期  $t$  中，顾客  $i$  对所有  $r_j$  类产品的需求占该顾客总需求的权重为  $w_{t,i,r_j}$ ，权重越大，表明  $r_j$  类产品的服务水平效用对顾客总服务水平效用影响越大，其计算公式为

$$w_{t,i,r_j} = \frac{\sum_j d_{t,i,j}}{\sum_j d_{t,i,j}} \quad (8)$$

式中： $d_{t,i,j}$  为周期  $t$  中顾客  $i$  对产品  $j$  的需求量。

当产品服务水平处在 0 或 1 附近，顾客效用对产品服务水平的变化并不敏感，服务水平需要发生很大的变化才能引起顾客效用的微弱改变。通过指数函数拟合，构造 Logistic 回归模型刻画因变量与自变量之间的合理变动关系。周期  $t$  中，顾客  $i$  对服务水平为  $\gamma_{E,t,s_i,r_j}$  的目标企业  $E$  和服务水平为  $\gamma_{F,t,r_j}$  的竞争企业  $F$  的总服务水平效用  $f_1(\gamma_{E,t,s_i,r_j})$ 、 $f_2(\gamma_{F,t,r_j})$  分别为

$$f_1(\gamma_{E,t,s_i,r_j}) = \sum_{r_j} w_{t,i,r} \frac{e^{\delta_{s_i} g(\gamma_{E,t,s_i,r_j})}}{1 + e^{\delta_{s_i} g(\gamma_{E,t,s_i,r_j})}} \quad (9)$$

$$f_2(\gamma_{F,t,r_j}) = \sum_{r_j} w_{t,i,r} \frac{e^{\delta_{s_i} g(\gamma_{F,t,r_j})}}{1 + e^{\delta_{s_i} g(\gamma_{F,t,r_j})}} \quad (10)$$

式中： $\delta_{s_i}$  为  $s_i$  级顾客的服务水平敏感系数， $\delta_{s_i}$  越大，

表明顾客对服务水平变化越敏感。

### 1.3.3 价格效用

#### (1) 价格绝对效用

周期  $t$  中,目标企业  $E$  为  $s_i$  级顾客提供  $r_j$  类产品  $j$  的价格  $p_{E,t,s_i,j}$  为

$$p_{E,t,s_i,j} = c_{E,t,s_i,j} \sum_{\sigma_b} y_{t,s_i,r_j,\sigma_b} \sigma_b \quad \sigma \in B \quad (11)$$

式中: $c_{E,t,s_i,j}$  为周期  $t$  中目标企业  $E$  为  $s_i$  级顾客提供产品  $j$  的变动成本; $\sigma_b$  为第  $b$  种价格备选策略; $B$  为价格备选策略集合; $y_{t,s_i,r_j,\sigma_b}$  为 0-1 变量,当目标企业为  $s_i$  级顾客提供  $r_j$  类产品的价格策略为  $\sigma_b$  时, $y_{t,s_i,r_j,\sigma_b} = 1$ ,反之则  $y_{t,s_i,r_j,\sigma_b} = 0$ 。

周期  $t$  中,竞争企业  $F$  提供  $r_j$  类产品的价格策略为  $\sigma_{F,t,r_j}$ ,对应产品  $j$  的价格  $p_{F,t,j}$  为

$$p_{F,t,j} = c_{F,t,j} \sigma_{F,t,r_j} \quad (12)$$

式中: $c_{F,t,j}$  为周期  $t$  中竞争企业提供产品  $j$  的变动成本。

产品本身价格越高,顾客效用越小,惠顾该企业自提点接受服务的可能性越低<sup>[25]</sup>,因此,顾客的价

$$f_5(p_{E,t,s_i,j}) = \begin{cases} \{ [f_3(p_{E,t,s_i,j}) - f_3(p_{E,t-1,s_i,j})] + 1 \} / 2 & f_3(p_{E,t-1,s_i,j}) \leq f_3(p_{E,t,s_i,j}) \\ \{ - [f_3(p_{E,t-1,s_i,j}) - f_3(p_{E,t,s_i,j})] + 1 \} / 2 & f_3(p_{E,t-1,s_i,j}) > f_3(p_{E,t,s_i,j}) \end{cases} \quad (15)$$

$$f_6(p_{F,t,j}) = \begin{cases} \{ [f_4(p_{F,t,j}) - f_4(p_{F,t-1,j})] + 1 \} / 2 & f_4(p_{F,t-1,j}) \leq f_4(p_{F,t,j}) \\ \{ - [f_4(p_{F,t-1,j}) - f_4(p_{F,t,j})] + 1 \} / 2 & f_4(p_{F,t-1,j}) > f_4(p_{F,t,j}) \end{cases} \quad (16)$$

当  $t=1$  时,即第 1 期价格无法与前期比较,因此  $f_5(p_{E,t,s_i,j})=0$ , $f_6(p_{F,t,j})=0$ 。

顾客对产品当期价格的满意度还受到同阶段其他级别顾客价格的影响,通过与同期其他级别顾客

$$f_7(p_{E,t,s_i,j}) = \begin{cases} \left\{ \left[ f_3(p_{E,t,s_i,j}) - f_3 \left( \frac{\sum_{s_i | s_i \geq r_j} p_{E,t,s_i,j} - p_{E,t,s_i,j}}{3-r_j} \right) \right] + 1 \right\} / 2 & f_3 \left( \frac{\sum_{s_i | s_i \geq r_j} p_{E,t,s_i,j} - p_{E,t,s_i,j}}{3-r_j} \right) \leq f_3(p_{E,t,s_i,j}) \\ \left\{ - \left[ f_3 \left( \frac{\sum_{s_i \in S | s_i \geq r_j} p_{E,t,s_i,j} - p_{E,t,s_i,j}}{3-r_j} \right) - f_3(p_{E,t,s_i,j}) \right] + 1 \right\} / 2 & f_3 \left( \frac{\sum_{s_i | s_i \geq r_j} p_{E,t,s_i,j} - p_{E,t,s_i,j}}{3-r_j} \right) > f_3(p_{E,t,s_i,j}) \end{cases} \quad (17)$$

当  $r_j=3$  时,表示只有高级顾客对该服务有需求,无需与其他顾客价格对比,因此  $f_7(p_{E,t,s_i,j})=1$ 。由于竞争企业对不同顾客采取统一的价格策略,顾客无需和其他级别顾客比较,因而没有基于顾客级别的价格相对效用。

周期  $t$  中,顾客  $i$  对产品  $j$  的需求占该顾客总需求的权重为  $w_{t,i,j}$ ,该权重越大,表明产品  $j$  的价格效用对顾客总价格效用影响越大,其计算公式为

$$w_{t,i,j} = d_{t,i,j} / \sum_j d_{t,i,j} \quad (18)$$

结合式(13)~(18),在周期  $t$  中,顾客  $i$  对价格为  $p_{E,t,s_i,j}$  的目标企业  $E$  和价格为  $p_{F,t,j}$  的竞争企业

格绝对效用为价格的线性递减函数。周期  $t$  中, $s_i$  级顾客对目标企业  $E$  提供产品  $j$  的价格  $p_{E,t,s_i,j}$  的绝对效用  $f_3(p_{E,t,s_i,j})$  为

$$f_3(p_{E,t,s_i,j}) = \begin{cases} \frac{P_{s_i,j} - p_{E,t,s_i,j}}{P_{s_i,j}} & p_{E,t,s_i,j} \leq P_{s_i,j} \\ 0 & p_{E,t,s_i,j} > P_{s_i,j} \end{cases} \quad (13)$$

式中: $P_{s_i,j}$  为  $s_i$  级顾客为获取产品  $j$  的价格上限。

同理,周期  $t$  中, $s_i$  级顾客对竞争企业  $F$  提供产品  $j$  的价格  $p_{F,t,j}$  的绝对效用  $f_4(p_{F,t,j})$  为

$$f_4(p_{F,t,j}) = \begin{cases} \frac{P_{s_i,j} - p_{F,t,j}}{P_{s_i,j}} & p_{F,t,j} \leq P_{s_i,j} \\ 0 & p_{F,t,j} > P_{s_i,j} \end{cases} \quad (14)$$

#### (2) 价格相对效用

顾客对产品当期价格的满意度还受到上期价格的影响。借鉴 Kahneman 等的研究<sup>[26-27]</sup>,归一化处理,周期  $t$  中  $s_i$  级顾客对目标企业  $E$ 、竞争企业  $F$  提供产品  $j$  的价格  $p_{E,t,s_i,j}$ 、 $p_{F,t,j}$  的相对效用(历史价格)  $f_5(p_{E,t,s_i,j})$ 、 $f_6(p_{F,t,j})$  分别为

接受同产品的平均价格对比,对当期价格效用产生或正或负的作用。归一化后,周期  $t$  中  $s_i$  级顾客对目标企业  $E$  提供产品  $j$  的价格  $p_{E,t,s_i,j}$  的相对效用(顾客级别)  $f_7(p_{E,t,s_i,j})$  为

$F$  的总价格效用  $f_8(p_{E,t,s_i,j})$ 、 $f_9(p_{F,t,j})$  分别为

$$f_8(p_{E,t,s_i,j}) = \sum_{j \in J} w_{t,i,j} [\alpha_1 f_3(p_{E,t,s_i,j}) + \alpha_2 f_5(p_{E,t,s_i,j}) + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) f_7(p_{E,t,s_i,j})] \quad (19)$$

$$f_9(p_{F,t,j}) = \sum_{j \in J} w_{t,i,j} [\alpha_1 f_4(p_{F,t,j}) + (1 - \alpha_1) f_6(p_{F,t,j})] \quad (20)$$

式中: $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$  分别为绝对效用、相对效用(历史价格)的权重。

1.3.4 顾客总效用

在周期  $t$  中,受到距离、服务水平和产品价格的

共同影响,顾客  $i$  从目标企业  $E$ 、竞争企业  $F$  获得的总效用  $u_{E,t,i}$ 、 $u_{F,t,i}$  分别为

$$u_{E,t,i} = \beta_1 v_{E,i} + \beta_2 f_1(\gamma_{E,t,s_i,r_j}) + (1 - \beta_1 - \beta_2) f_8(p_{E,t,s_i,r_j}) \quad (21)$$

$$u_{F,t,i} = \beta_1 v_{F,i} + \beta_2 f_2(\gamma_{F,t,r_j}) + (1 - \beta_1 - \beta_2) f_9(p_{F,t,r_j}) \quad (22)$$

式中: $\beta_1$ 、 $\beta_2$  分别为距离效用、服务水平效用在顾客总效用中所占的权重。

### 1.4 概率函数

顾客在做出决策之前,对比在目标企业和竞争企业获得的效用,以较大概率选择效用更大的企业接受服务。在周期  $t$  中,顾客  $i$  选择前往目标企业  $E$  接受服务的概率  $\varphi_{E,t,i}$  为

$$\varphi_{E,t,i} = \frac{u_{E,t,i}}{u_{E,t,i} + u_{F,t,i}} \quad (23)$$

### 1.5 企业单位服务成本函数

在各周期中,企业对服务水平侧重不同,对应所需要的设施维护、工作人员培训、广告宣传等成本投入也有差异。一般而言,单位服务成本随着服务水平的提升而增加,但非线性递增关系<sup>[28-29]</sup>。当服务水平处于较低阶段,较少的成本增加会带来服务水平的大幅提高;而随着服务水平逐渐升高,服务水平对成本的敏感程度降低,同样的成本投入带来服务水平的提升将大大减小。在周期  $t$  中,目标企业  $E$  为  $s_i$  级顾客提供的服务水平为  $\gamma_{E,t,s_i,r_j}$  时,产品  $j$  的变动成本  $c_{E,t,s_i,r_j}$  为

$$c_{E,t,s_i,r_j} = e^{1/(1-z_j \gamma_{E,t,s_i,r_j} / G_{r_j})} - e + c_j \quad (24)$$

式中: $z_j$  为单位产品  $j$  的成本系数; $G_{r_j}$  为企业提供服务水平  $r_j$  类产品的服务水平上限; $c_j$  为产品  $j$  的基础单位服务成本。

### 1.6 自提产品定价与服务水平优化模型

本节考虑了距离、服务水平和价格对顾客效用的共同影响,引入概率函数描述顾客的选择行为,通过企业收益、固定成本、可变成本,计算企业利润,从而建立以企业利润最大为目标的服务水平优化模型  $Z$ 。具体模型为

$$\max Z = \sum_t \sum_i \sum_j p_{E,t,s_i,r_j} - \sum_t \sum_i \sum_j c_{E,t,s_i,r_j} \cdot d_{t,i,j} \varphi_{E,t,i} - \sum_k C_{q_k} \quad (25)$$

约束条件为

$$q_k, q_h \geq s_i \quad (26)$$

$$\gamma_a, \gamma_{F,t,r_j} \in A \quad (27)$$

$$\sigma_b, \sigma_{F,t,r_j} \in B \quad (28)$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 \leq 1 \quad (29)$$

$$\beta_1 + \beta_2 \leq 1 \quad (30)$$

$$\delta_{s_i}, \omega_{t,i,r}, \omega_{t,i,j} \in [0,1] \quad (31)$$

$$z_j \in (0,1] \quad (32)$$

$$i \in I, j \in J, k \in K, h \in H, s_i \in S, q_k, q_h \in Q, r_j \in R, t \in T \quad (33)$$

$$0 \leq \gamma_{E,t,s_i,r_j}, \gamma_{F,t,r_j} \leq G_{r_j} \quad (34)$$

$$\sum_{\gamma_a} x_{t,s_i,r_j,\gamma_a} = 1, x_{t,s_i,r_j,\gamma_a} = 0 \text{ 或 } 1 \quad (35)$$

$$\sum_{\sigma_b} y_{t,s_i,r_j,\sigma_b} = 1, y_{t,s_i,r_j,\sigma_b} = 0 \text{ 或 } 1 \quad (36)$$

式中: $I$  为顾客集合; $T$  为运营周期集合; $C_{q_k}$  为建立  $q_k$  级自提点的固定成本。

式(25)表示目标企业在多个周期内总利润最大化,其中第 1 项为企业收益,第 2 项为企业提供服务产品的固定成本,第 3 项为企业每提供单位服务的可变成本;式(26)为自提点只能为同级别或更低级别的顾客服务;式(27)、(28)为服务水平和价格的备选策略与策略约束;式(29)、(30)为效用因子权重约束;式(31)~(34)为参数的取值范围;式(35)、(36)为变量的取值范围。

## 2 模型求解

上述模型中,变量为多产品在各周期的服务水平决策  $x_{t,s_i,r_j,\gamma_a}$  和价格决策  $y_{t,s_i,r_j,\sigma_b}$ ,由于变量个数较多,设计遗传算法进行求解。遗传算法因全局搜索能力强、鲁棒性好,被广泛应用在网络优化问题中<sup>[30]</sup>。

### 2.1 算法步骤

步骤 1:编码并产生初始种群

将一个染色体分为 2 段,按照排列顺序对  $x_{t,s_i,r_j,\gamma_a}$ 、 $y_{t,s_i,r_j,\sigma_b}$  采用 0-1 编码,图 3 为周期 1 的编码方式。若  $n$  为运营周期数, $r_0$  为服务产品类数, $q_0$  为顾客级数, $a_0$  为服务水平备选策略数, $b_0$  为价格备选策略数,则  $x_{t,s_i,r_j,\gamma_a}$  的排列顺序为  $x_{1,1,1,1}, \dots, x_{1,1,1,a_0}, \dots, x_{1,1,r_0,1}, \dots, x_{1,1,r_0,a_0}, \dots, x_{1,q_0,r_0,a_0}, \dots, x_{n,q_0,r_0,a_0}$ 。 $y_{t,s_i,r_j,\sigma_b}$  的排列顺序与前者相同。前段的基因个数为  $nr_0q_0a_0$ ,后段的基因个数为  $nr_0q_0b_0$ 。

步骤 2:产生初始种群

设置种群规模为  $P$ ,种群最大进化次数为  $M$ 。按照  $x_{t,s_i,r_j,\gamma_a}$ 、 $y_{t,s_i,r_j,\sigma_b}$  的顺序,分段随机生成初始个体。若  $x_{t,s_i,r_j,\gamma_a}$  对应的基因不满足约束条件式(35),或  $y_{t,s_i,r_j,\sigma_b}$  对应的基因不满足约束条件式(36),则认为该个体为不可行个体。另行随机生成新个体替代原个体,直到种群中的个体都为可行个体。

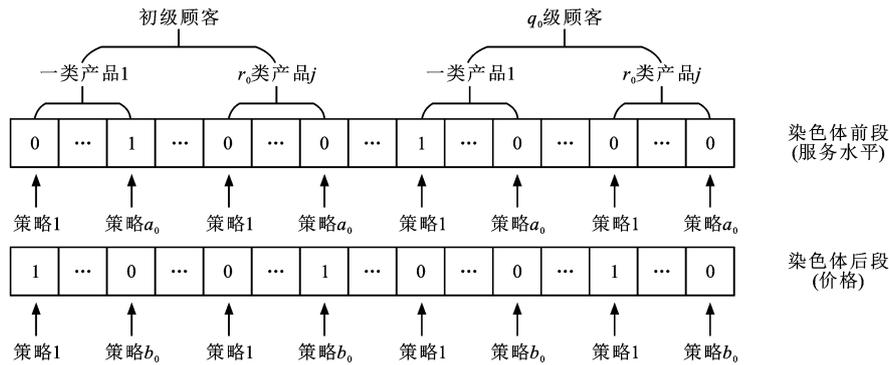


图3 编码方式  
Fig. 3 Encoding method

步骤3:计算顾客分配概率

(1) 服务水平与单位服务成本密切相关,与价格策略共同影响产品价格。将染色体前段基因带入

式(25),对应得到企业为不同类型顾客提供差异化服务水平时的单位服务成本。通过单位服务成本和染色体后段基因共同求解产品价格,如图4所示。

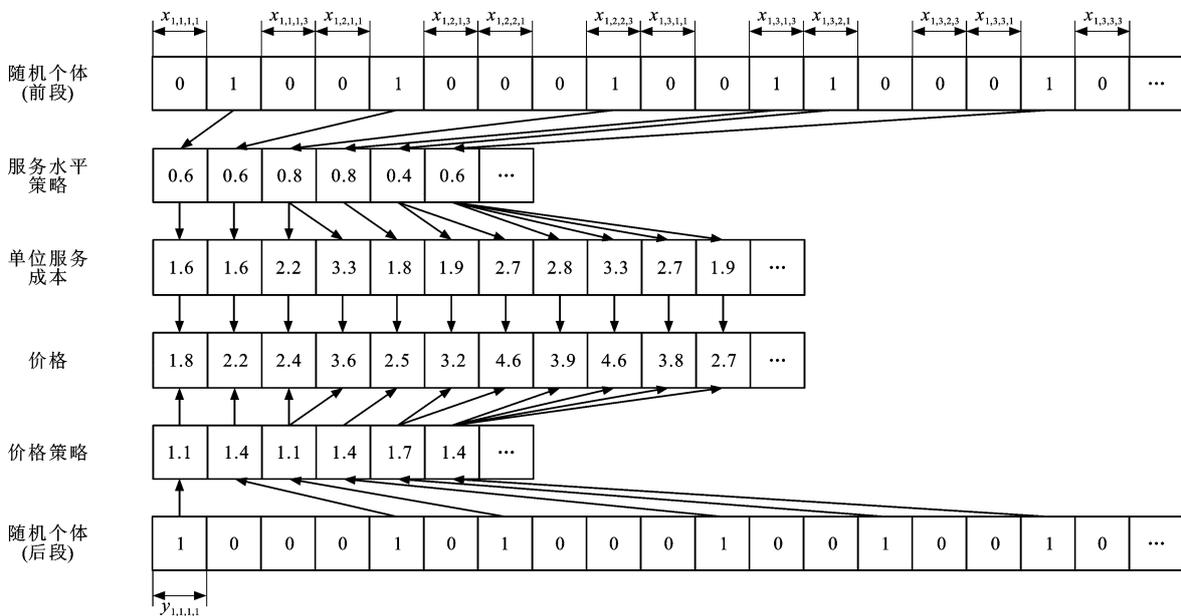


图4 价格计算过程  
Fig. 4 Calculation process of price

(2) 根据式(1)~(20)计算顾客的距离、服务水平和价格效用,通过式(21)~(23)计算顾客选择目标企业接受服务的概率。

步骤4:计算适应度

根据步骤2中的可行个体和步骤3中的需求点分配结果,代入式(25)中求解目标函数适应度。

步骤5:选择操作

每个个体都有一定概率进入下一代,被选择概率与个体的适应度有关。结合模型可以看出:个体的适应度越大,则该个体越优,对应进入下一代的概率也就越大。个体N的选择概率 $P_N$ 为

$$P_N = \frac{Z_N - \min Z}{\max Z - \min Z} \quad (37)$$

式中: $Z_N$ 为个体N的目标函数值。

步骤6:交叉操作

由于步骤1中将染色体分为2段,因此,随机选择父代个体进行分段处理。对个体前段采用两点交叉法,在前 $nr_0q_0a_0$ 个基因中随机设置2个交叉点,交换2个交叉点之间的部分基因生成新的个体前段。同时,找到2个交叉点在个体后段的相应位置,同样交换2个交叉点之间的部分基因生成新的个体后段。若新生成的个体不符合约束条件式(35)、(36),则令目标函数值为极小值。

步骤7:变异操作

根据变异概率,采用离散变异法进行变异操作。若变异后的个体不满足约束条件式(35)、(36),则令

目标函数值为极小值。

步骤 8:终止判断

令进化次数  $\theta = \theta + 1$ , 如果  $\theta > M$ , 则算法终止; 否则, 跳转回步骤 2。

### 2.2 算法比较

为了验证遗传算法在求解模型的有效性, 本文设计 6 组不同规模的随机算例, 将每组算例运行 5 次后的最优值和运行时间的平均值, 与粒子群算法进行对比, 结果如表 1 所示。随机生成顾客数  $\chi_1 = \{20, 40, 60\}$ , 和目标企业自提点数  $\chi_2 = \{10, 20, 30\}$ , 以及相同个数的竞争企业自提点。顾客和自提点位置随机分布在  $[0, 1\ 500] \times [0, 1\ 000]$  的平面网络中。初级、中级和高级顾客需求量分别服从参数  $\lambda_1 = 20, \lambda_2 = 60, \lambda_3 = 120$  的泊松分布, 最大临界距离分别为 1 200、1 000、800 m, 最小临界距离均为 200 m。目标企业一、二和三级备选自提点建设成本分别服从均匀分布  $U_1(10, 40), U_2(50, 80), U_3(90, 120)$ 。

表 1 不同算法比较结果

Tab. 1 Comparison result of different algorithms

组别	$\chi^1$	$\chi^2$	最优平均值		平均运算时间/s	
			遗传算法	粒子群算法	遗传算法	粒子群算法
1	20	10	4 313	4 210	623	529
2	40	10	8 011	7 989	1 121	1 015
3	40	20	8 769	8 510	1 636	1 630
4	60	10	8 935	8 931	1 735	1 669
5	60	20	11 290	11 122	1 922	1 898
6	60	30	13 360	13 003	2 120	2 062

由表 1 可以看出: 组别 1、2 计算规模小, 遗传算法求解出的平均最优值仅高于粒子群算法不到 2.3%, 其运算时间比粒子群算法节省约 100 s; 随着计算规模增大, 遗传算法和粒子群算法的运算时间相差在 70 s 内, 而前者求解的平均最优值依然高于后者, 后者由于容易陷入局部最优而不能较好地搜索到最佳解。

## 3 算例设计与结果分析

### 3.1 算例设计

将某商圈内的人口聚类成 10 个需求点, 需求点 1~2 为高级顾客, 需求点 3~5 为中级顾客, 其余为初级顾客。依据市场细分结果和调研情况, 取各级别顾客的最大临界距离分别为 1 200、1 000、800 m; 最小临界距离均为 200 m。各级需求点受到各类型自提点吸引力  $V_{s_i, q_k} = \{V_{1,1}, V_{1,2}, V_{1,3}, V_{2,1}, V_{2,2}, V_{2,3}, V_{3,1}, V_{3,2}, V_{3,3}\} = \{1.0, 0.8, 0.6, 0.1, 0.8,$

$0, 0, 1.0\}$

目标企业在该商圈布局有 2 个三级自提点, 1 个二级自提点, 2 个一级自提点; 该商圈内已有竞争企业 1 个三级自提点, 2 个二级自提点, 2 个一级自提点。顾客和自提点位置随机分布在  $[0, 12] \times [0, 12]$  的平面网络中。考虑场地大小、人力资源等因素, 参照《全国社会化电商物流从业人员研究报告》和《2017 年成都商铺市场简报》, 各类型自提点的固定成本分别为 5 250、2 750、480 元; 根据国内主要快递企业收费标准, 取基础单位服务成本  $c_j = \{1.6, 1.4, 1.4, 3.7, 3.0, 3.0, 2.0\}$ 。

此外, 服务水平备选策略集合  $A = \{0.2, 0.5, 0.8\}$ , 价格备选策略集合  $B = \{1.2, 1.5, 1.8\}$ 。取  $G_{r_j} = 0.85, \omega_1 = 9, \omega_2 = 1, \omega_3 = -5$ 。根据顾客消费行为的一般规律, 取绝对价格效用和历史价格效用的权重分别为  $\alpha_1 = 0.5, \alpha_2 = 0.3$ 。为了减少权重因素对后文敏感性分析的影响, 假设距离、服务水平和价格效用的权重基本相等,  $\beta_1 = \beta_2 = 0.33$ 。竞争企业每周期为各类产品设计的竞争策略如表 2 所示。

表 2 竞争企业每周期竞争策略

Tab. 2 Competition strategy for each stage of competing company

周 期	服务水平			价格		
	标准服务	基础服务	专业服务	基础服务	专业服务	专业服务
1	0.2	0.5	0.8	1.2	1.5	1.5
2	0.5	0.8	0.5	1.5	1.8	1.5
3	0.2	0.5	0.2	1.8	1.2	1.8
4	0.8	0.8	0.5	1.2	1.5	1.8
5	0.2	0.2	0.5	1.5	1.8	1.5

### 3.2 结果分析

经过计算, 5 个周期后, 目标企业的总利润为 190 185 元, 高于竞争企业的总利润 89 115 元。目标企业每周期为各类顾客提供的分类服务水平和价格策略如图 5 所示, 目标企业和竞争企业的一般服务水平和价格策略如图 6 所示。

由图 5、6 可以看出: 目标企业提供给初级顾客的产品价格高于竞争企业, 但高服务水平的优势更加明显, 该级别顾客选择目标企业接受服务的平均概率达到了 61.6%; 对于接受标准服务和基础服务的中级顾客而言, 目标企业提供标准服务的服务水平更高, 价格策略差值较小, 且顾客在目标企业付出的产品价格低于初级和高级顾客, 由此提升了中级顾客以其他顾客为参照点时的相对效用; 由于竞争企业提供基础服务的服务水平整体偏高, 而服务水

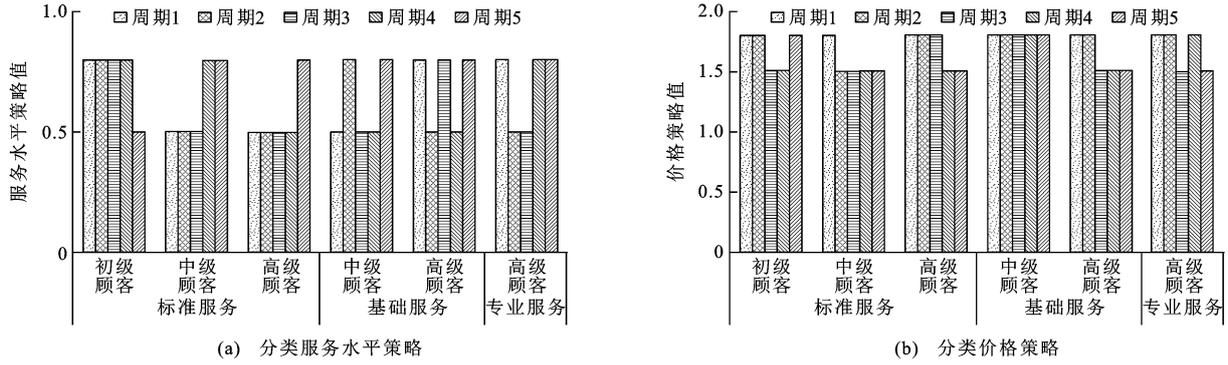


图5 目标企业分类服务水平和价格策略

Fig. 5 Classified service levels and price strategies of target company

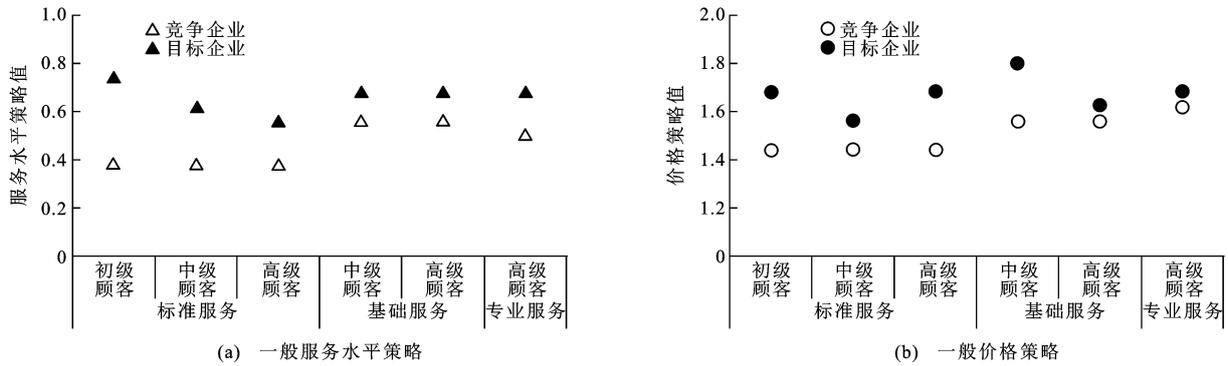


图6 目标企业和竞争企业一般服务水平和价格策略

Fig. 6 Average service levels and price strategies of target company and competing company

平越高,带来成本的上涨越快和顾客效用的提升越缓慢,因此,目标企业提供略高于竞争者的服务水平,通过较高价格策略弥补高成本带来的利润流失,最终目标企业对中级顾客的需求覆盖率达到56.9%;高级顾客需求基数更大,标准服务在顾客对服务满意度评价中的重要性较小,因此,目标企业提供相对高的价格策略和相对低的服务水平;而采用高于竞争者的服务水平和近似的价格策略,在保证单位利润的同时,也维持了对高级顾客57.8%的

需求覆盖率。

### 3.3 顾客服务水平敏感程度对结果的影响

服务水平敏感系数是衡量顾客效用对服务水平调整的反应程度,顾客对服务水平越敏感,略微服务水平变化会引起顾客效用较大改变。为进一步检验顾客服务水平敏感程度对目标企业优化结果的影响,令敏感系数 $\delta$ 分别取0.2、0.4、0.6、0.8、1.0,对应的服务水平优化结果、需求覆盖率和总利润等指标如表3所示,结论如下。

表3 不同服务水平敏感系数下的优化结果

Tab. 3 Optimization results under different service levels' sensitivity coefficients

指标	标准服务的水平策略			基础服务的水平策略		专业服务的水平策略	服务水平策略均值	顾客效用	需求覆盖率/%	总利润/元
	初级顾客	中级顾客	高级顾客	中级顾客	高级顾客	高级顾客				
敏感系数	0.2	0.56	0.68	0.56	0.62	0.62	0.56	0.60	58.64	158 888
	0.4	0.68	0.62	0.56	0.62	0.56	0.80	0.64	62.46	176 477
	0.6	0.74	0.56	0.68	0.62	0.56	0.74	0.65	64.41	184 415
	0.8	0.80	0.56	0.62	0.62	0.74	0.62	0.66	66.11	187 400
	1.0	0.74	0.62	0.56	0.68	0.68	0.68	0.66	67.05	190 185
均值	0.70	0.61	0.60	0.63	0.63	0.68	0.64	63.73	55.4	175 360
竞争企业	0.38	0.38	0.38	0.56	0.56	0.50	0.46	51.31	44.6	98 317

(1)敏感系数越大,目标企业提供高服务水平会带来需求覆盖率和总利润的增加。当敏感性系数从 0.2 增大为 1.0,目标企业提供高服务水平带来需求覆盖率增大 7.2%,总利润提高 10.4%。顾客对服务水平越敏感,服务水平较小的提升就会带来顾客效用较大的提升,当敏感系数从 0.2 增大到 0.4,服务水平策略均值提升了 0.04,带来了顾客效用 6.5%的提升;而敏感系数从 0.8 增大到 1.0,服务水平策略均值不变,顾客效用增大了 1.4%。目标企业能够根据竞争企业策略调整自身策略,倾向于为顾客提供更优质的服务态度、服务环境和广告宣传,通过提供远高于对手的服务水平,提高顾客前往目标企业自提点接受服务获得的效用,吸引更多的顾客资源,从而在市场占有率方面占据优势。可见,自提服务企业应充分了解不同区域顾客对服务水平的关注度,针对服务水平高敏感的顾客投入更多人力和财力资源以改善服务体验,避免无差别地盲目改进服务水平带来的无效成本。

(2)当某一级别顾客对某一类型服务的需求量最大时,目标企业倾向于为该级别顾客提供更高的服务水平。人口基数更大的初级顾客对标准服务的总需求量最高,目标企业为该类顾客设计了 0.7 的服务水平策略,高于其他类型顾客接受同类产品的服务

水平 17.7%。相比标准服务,基础服务的需求量在中级顾客总需求中的比例最高,提供高于对手 0.07 的平均服务水平策略有利于吸引更多的中级顾客惠顾。目标企业为高级顾客提供的专业服务的服务水平策略总体偏高,达到 0.68,这是由于专业服务的基础单位服务成本较高,在同样的价格策略下,单位收益的绝对值也较高,且高级顾客总需求量最大,具有显著优势的服务水平对高级顾客的吸引作用更加明显。可见,自提服务企业应该找准各级别顾客最关注的产品,聚焦其核心需求,提供区别于竞争企业的优质服务,能够更加精准并成本有效地提高顾客满意度。

### 3.4 竞争企业策略对结果的影响

顾客通过对比在目标企业和竞争企业获得的效用,以较大概率前往效用更高的企业接受服务,因此,竞争企业策略对目标企业策略设计有重要影响。为进一步检验竞争企业策略对目标企业优化结果的影响,分别设计低服务水平低价格、高服务水平高价格、低服务水平高价格、高服务水平低价格等 4 种竞争企业策略,即服务水平和价格策略  $\{\gamma_{F,t,r_j}, \sigma_{F,t,r_j}\}$  分别为  $\{0.2, 1.2\}$ 、 $\{0.8, 1.8\}$ 、 $\{0.2, 1.8\}$ 、 $\{0.8, 1.2\}$ 。通过目标企业一般服务水平和价格策略、总利润、需求覆盖率等指标,对比 4 种情景下的优化结果如表 4 所示。

表 4 不同竞争企业策略下的优化结果

Tab. 4 Optimization results under different strategies of competing company

情景	目标企业					竞争企业				
	价格		服务水平策略	总利润/元	需求覆盖率/%	价格		服务水平策略	总利润/元	需求覆盖率/%
	策略	实际价格				策略	实际价格			
1	1.67	偏高	0.59	187 356	58.3	1.2	最低	0.2	4 590	41.7
2	1.65	偏低	0.63	140 982	50.1	1.8	最高	0.8	200 855	49.9
3	1.68	最高	0.67	208 165	61.4	1.8	偏高	0.2	122 959	38.6
4	1.61	最低	0.62	118 616	47.0	1.2	偏低	0.8	24 816	53.0

情景 1 中,当竞争企业提供低服务水平和低价格的策略时( $\gamma_{F,t,r_j} = 0.2, \sigma_{F,t,r_j} = 1.2$ ),由于顾客对服务水平的敏感度较高,低服务水平会大大降低顾客效用,此时目标企业采取高于竞争企业 0.39 的服务水平( $\gamma_{F,t,r_j} = 0.59$ )能够吸引到更多的顾客。顾客的可接受价格上限普遍较高,为目标企业采取偏高的价格( $\sigma_{F,t,r_j} = 1.67$ )提供了空间,在提高单位收益的同时,带来的消极影响相对较小。此时,目标企业通过高市场覆盖和较高的单位利润获得的远高于竞争企业的总利润。

情景 2 中,当竞争企业提供高服务水平和高价格的策略时( $\gamma_{F,t,r_j} = 0.8, \sigma_{F,t,r_j} = 1.8$ ),目标企业在

情景 2 的基础上略微上调了服务水平( $\gamma_{F,t,r_j} = 0.63$ )以应对竞争,但考虑到控制成本的原因,仍低于竞争企业,对顾客选择有一定负面影响;同时,维持偏低的价格策略( $\sigma_{F,t,r_j} = 1.65$ ),低于竞争者的服务水平带来的变动成本也较低,共同降低了产品价格,通过价格优势保留了部分价格敏感的客源。由于覆盖率和单位收益均不高,此时总利润也处于偏低水平。

情景 3 中,竞争企业同样采取高价格但服务水平较低( $\gamma_{F,t,r_j} = 0.2, \sigma_{F,t,r_j} = 1.8$ ),在顾客对服务满意度评价中处于更加不利的位置,因此,目标企业通过提供高于竞争企业 0.47 的服务水平( $\gamma_{F,t,r_j} = 0.67$ )

以吸引更多的顾客惠顾,而选择相对最高的价格策略( $\sigma_{F,t,r_j} = 1.68$ ),以提高产品的单位收益,此时目标企业产品价格与竞争企业相近。此时,目标企业获得了4种情景中的最高利润。

情景4中,竞争企业采取高服务水平和低价格策略( $\gamma_{F,t,r_j} = 0.8, \sigma_{F,t,r_j} = 1.2$ ),目标企业在两者均不占优的情况下,只能保持相对较低的服务水平策略( $\gamma_{F,t,r_j} = 0.62$ )和最低的价格策略( $\sigma_{F,t,r_j} = 1.61$ )。虽然此时目标企业的覆盖率相对其他情景更小,但由于竞争企业的单位收益较低,目标企业的总利润仍比对竞争企业高。

从表4可以看出:低价格和高服务水平可以有效地提高市场占有率,但由于利润空间较小,甚至出现亏本让利的情况,造成总利润低下,为资金周转带来较大困难,于企业发展不利。随着人民生活水平的提高,顾客对价格的可接受程度增长,价格不再是顾客选择的唯一决定因素,而相应地对服务品质要求的提升。传统的“低质低价”的营销方式并不始终适用,较高的服务水平和合理的价格更得顾客青睐,同时也符合企业长期发展利益。由于利润是企业追逐的最终目标,受到产品价格、单位成本和市场覆盖率的共同影响,企业需要协调好三者之间的关系。

## 4 结 语

(1)引入了网点距离、服务水平和产品价格及其参照效应对顾客效用的影响,建立了目标企业利润最大化的多周期服务水平优化模型,研究了不同服务水平敏感程度和多种竞争企业策略下的服务水平及相适应的价格。

(2)以具体商圈中自提服务水平设计为算例,结果表明:当顾客服务水平敏感系数较大时,目标企业应提供高服务水平;目标企业各供给要素的设计需要根据竞争对手的策略不断变化,决策者可以根据先期的市场调查和历史数据预判竞争者的服务策略,有针对性地提高服务质量。

(3)采用了遗传算法对模型进行求解,根据模型特点设计了价格计算方法,并通过算法比较验证了遗传算法在解决本文问题中的优越性。

(4)本文有利于指导企业不断改进服务,在网点布局及其服务功能既定的前提下,通过调整服务水平优化顾客效用,把握服务水平带来的单位成本与产品价格之间的关系,合理配置有限的资源,有重点地提高顾客满意度,在激烈的市场竞争中保

持长期优势。

(5)行为经济学的发展促使研究对象逐渐向非理性人转变,因此,后续应考虑理性程度对顾客行为的影响,将禀赋效应和心理账户纳入效用函数构建中。

## 参 考 文 献 :

### References :

- [1] GEFEN D, STRAUB D W. Consumer trust in B2C e-Commerce and the importance of social presence: experiments in e-Products and e-Services[J]. *Omega*, 2004, 32(6): 407-424.
- [2] VAN DER VEEKEN DJ M, RUTTEN W G M M. Logistics service management: opportunities for differentiation [J]. *International Journal of Logistics Management*, 1998, 9(2): 91-98.
- [3] LIN Yong, LUO Jing, ZHOU Li, et al. The impacts of service quality and customer satisfaction in the e-commerce context[C]//IEEE. 11th International Conference on Service Systems and Service Management. New York: IEEE, 2014: 1-6.
- [4] KOSTAMI V, KOSTAMIS D, ZIYA S. Pricing and capacity allocation for shared services[J]. *Manufacturing and Service Operations Management*, 2017, 19(2): 230-245.
- [5] 南国芳,吕 坤.基于双寡头竞争的分层服务模型及最优定价策略[J]. *天津大学学报(社会科学版)*, 2016, 18(3): 193-199. NAN Guo-fang, LYU Kun. Tiered service model and optimal pricing strategies for duopoly competition [J]. *Journal of Tianjin University (Social Science)*, 2016, 18(3): 193-199. (in Chinese)
- [6] 卢 超,张康康,陶 杰.考虑配送期限的快递物流服务定价策略研究[J]. *工业工程与管理*, 2017, 22(5): 59-64, 73. LU Chao, ZHANG Kang-kang, TAO Jie. A delivery time based service pricing study for express logistics enterprises[J]. *Industrial Engineering and Management*, 2017, 22(5): 59-64, 73. (in Chinese)
- [7] 刘 畅,安 实,谢秉磊.考虑顾客自提的网络零售商决策研究[J]. *软科学*, 2018, 32(3): 114-117. LIU Chang, AN Shi, XIE Bing-lei. E-tailer's decision strategies considering customer's self-pickup behavior [J]. *Soft Science*, 2018, 32(3): 114-117. (in Chinese)
- [8] TVERSKY A, KAHNEMAN D. Loss aversion in riskless choice: a reference-dependent model [J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 1991, 106(4): 1039-1061.
- [9] FRANK R H. The frame of reference as a public good[J]. *The Economic Journal*, 1997, 107: 1832-1847.
- [10] WINER R S. A reference price model of brand choice for frequently purchased products [J]. *Journal of Consumer Research*, 1986, 13(2): 250-256.
- [11] KOPALLE P K, RAO A G, ASSUNÇÃO J L. Asymmetric reference price effects and dynamic pricing policies [J]. *Marketing Science*, 1996, 15(1): 60-85.
- [12] WU Lin-liang, WU De-sheng. Dynamic pricing and risk

- analytics under competition and stochastic reference price effects[J]. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2016, 12(3): 1282-1293.
- [13] CHEN Xin, HU Peng, HU Zhen-yu. Efficient algorithms for the dynamic pricing problem with reference price effect[J]. *Management Science*, 2017; 63(12): 4389-4408.
- [14] 吴 胜, 雒兴刚, 陈振颂, 等. 需求依赖于产品价格和消费者时间偏好的定价与订货决策[J]. *控制与决策*, 2016, 31(9): 1594-1602.
- WU Sheng, LUO Xing-gang, CHEN Zhen-song, et al. Pricing and ordering decisions with price and consumer time preference dependent demand[J]. *Control and Decision*, 2016, 31(9): 1594-1602. (in Chinese)
- [15] 林志炳. 基于制造商建议零售价的供应链定价策略[J]. *中国管理科学*, 2016, 24(11): 153-161.
- LIN Zhi-bing. Pricing strategy of supply chain based on manufacturer's suggested retail price[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2016, 24(11): 153-161. (in Chinese)
- [16] 刘光乾. 基于售后服务水平的产品动态定价策略[J]. *企业经济*, 2014(10): 48-51.
- LIU Guang-qian. Dynamic product pricing strategy based on after-sales service level[J]. *Enterprise Economy*, 2014(10): 48-51. (in Chinese)
- [17] LU Li-hao, GOU Qing-long, TANG Wan-sheng, et al. Joint pricing and advertising strategy with reference price effect[J]. *International Journal of Production Research*, 2016, 54(17): 5250-5270.
- [18] CHENAVAZ R. Dynamic quality policies with reference quality effects[J]. *Applied Economics*, 2017, 49(32): 3156-3162.
- [19] 段永瑞, 徐 建, 霍佳震. 考虑参照效应的自有品牌动态定价策略[J]. *工业工程与管理*, 2017, 22(1): 14-21.
- DUAN Yong-rui, XU Jian, HUO Jia-zhen. Dynamic pricing of private label with reference effect[J]. *Industrial Engineering and Management*, 2017, 22(1): 14-21. (in Chinese)
- [20] 韩 珣, 张 锦, 陈义友. 基于顾客需求异质性的多级自提点选址研究[J]. *工业工程与管理*, 2017, 22(4): 23-29, 39.
- HAN Xun, ZHANG Jin, CHEN Yi-you. Multi-level pickup point location based on customer demand heterogeneity[J]. *Industrial Engineering and Management*, 2017, 22(4): 23-29, 39. (in Chinese)
- [21] BERMAN O, DREZNER Z, KRASS D. Generalized coverage: new developments in covering location models[J]. *Computers and Operations Research*, 2010, 37(10): 1675-1687.
- [22] LI Xue-ping, RAMSHANI M, HUANG Yu. Cooperative maximal covering models for humanitarian relief chain management[J]. *Computers and Industrial Engineering*, 2018, 119: 301-308.
- [23] 刘 慧, 杨 超, 张宗祥. 基于选址效益的联合覆盖模型研究[J]. *运筹与管理*, 2017, 26(5): 95-101.
- LIU Hui, YANG Chao, ZHANG Zong-xiang. The research on cooperative coverage modeling based on the effectiveness of the location[J]. *Operations Research and Management Science*, 2017, 26(5): 95-101. (in Chinese)
- [24] 韩 珣, 张 锦, 陈义友. 基于联合覆盖的自提点服务组合优化问题[J]. *管理学报*, 2018, 15(6): 927-935.
- HAN Xun, ZHANG Jin, CHEN Yi-you. Service composition of pickup point under cooperative coverage[J]. *Chinese Journal of Management*, 2018, 15(6): 927-935. (in Chinese)
- [25] 陈义友, 韩 珣, 曾 倩. 考虑送货上门影响的自提点多目标选址问题[J]. *计算机集成制造系统*, 2016, 22(11): 2679-2690.
- CHEN Yi-you, HAN Xun, ZENG Qian. Multi-objective pickup point location problem considering the impact of home delivery[J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2016, 22(11): 2679-2690. (in Chinese)
- [26] KAHNEMAN D, TVERSKY A. Prospect theory: an analysis of decision under risk[J]. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1979, 47(2): 263-292.
- [27] SCHÜLLER D, PEKÁREK J, CHLEBOVSKÝ V, et al. Novel method of price determination based on reference price[J]. *Engineering Economics*, 2018, 29(1): 13-23.
- [28] 韩 霜, 张 邻, 谭智华, 等. 动态竞争环境下的物流配送中心双层规划模型[J]. *控制与决策*, 2014, 29(11): 2055-2060.
- HAN Shuang, ZHANG Lin, TAN Zhi-hua, et al. Bi-level programming of logistics distribution center in dynamic competitive environment[J]. *Control and Decision*, 2014, 29(11): 2055-2060. (in Chinese)
- [29] 王玖河, 赵贵文. OTO模式下企业最优物流服务水平的测度[J]. *统计与决策*, 2014(22): 170-173.
- WANG Jiu-he, ZHAO Gui-wen. Measurement of the optimal logistics service level of enterprises under OTO mode[J]. *Statistics and Decision*, 2014(22): 170-173. (in Chinese)
- [30] 朱 莉, 丁家兰, 计梦婷. 考虑区域异质性的应急物资选址-分配优化[J]. *系统管理学报*, 2018, 27(6): 1142-1149.
- ZHU Li, DING Jia-lan, JI Meng-ting. Location-allocation optimization of emergency relief materials considering regional heterogeneity[J]. *Journal of Systems and Management*, 2018, 27(6): 1142-1149. (in Chinese)