

不确定性顾客需求的产品优选方法研究

王 展¹,朱 斌¹,杨海成¹,李 虹²

WANG Zhan¹,ZHU Bin¹,YANG Hai-cheng¹,LI Hong²

1.西北工业大学 现代设计与集成制造技术教育部重点实验室,西安 710072

2.西安理工大学 高等技术学院,西安 710082

1.The Key Laboratory of Contemporary Design and Integrated Manufacturing Technology,Ministry of Education,Northwestern Polytechnical University,Xi'an 710072,China

2.The Faculty of High Vocational Education,Xi'an University of Technology,Xi'an 710082,China

WANG Zhan,ZHU Bin,YANG Hai-cheng,et al.Study on method for optimum choosing product based on uncertain customer requirements.Computer Engineering and Applications,2007,43(20):117-119.

Abstract: This paper presents an optimum seeking method based on uncertain customer requirements,in which uncertain requirements are represented as the form of triangular fuzzy numbers,the matrix of decision making can be constructed through similarity measure.And then the Simple Additive Weighting (SAW) method is taken as the utility function to calculate utility value of each product.Finally,the digital camera is taken as an example to further verify the validity and the feasibility of this method.

Key words: product configuration;customer demand;fuzzy;similarity degree

摘 要:提出了一种基于顾客不确定需求的产品优选方法。该方法首先将模糊的顾客需求表示为三角模糊数形式,通过相似度计算构造决策矩阵,计算待选产品的综合效用值,并给出排序,为顾客选择产品提供理论参考依据。最后,以数码相机为例验证该方法的有效性和可行性。

关键词:配置;顾客需求;模糊数;相似度

文章编号:1002-8331(2007)20-0117-03 文献标识码:A 中图分类号:TP391

随着市场竞争的日益激烈,顾客对商品的选择空间越来越大,对产品的要求也变得越来越苛刻。为赢得更多的市场份额,企业不得不提供更多的产品供顾客选择,以满足其个性化的需求。然而,在琳琅满目、品目繁多的商品面前,挑选出适合自己、且性能价格比最高的商品也绝非易事,尤其是当今流行的网上购物更是如此。为此,很多 PDM 软件或是网上购物系统都提供了产品配置功能,以便能快速、准确地对顾客需求做出在线响应^[1,2]。

目前,对客户化产品配置方法的研究与应用,多数商业购物网站或 PDM 的配置系统一般采用的是基于规则的配置方法^[3-5]即通过规则匹配来筛选产品。大家知道,规则的获取与规则库的建立是十分困难的,而且规则推理过程中的规则匹配、冲突消解也影响了配置的效率。另外,由于顾客需求的不确定性,其提出的产品需求往往是模糊的。例如:对重量的要求可能是 10 kg 左右,对价格的要求可能是 50 元~100 元之间等,这样的需求因人而异,因此建立这样的规则库是很困难的。

针对此类问题,本文提出了一种基于顾客不确定性需求的产品优选方法,并以数码相机为例进行说明。

1 问题描述

从本质上说,顾客对产品的选择,是对同类、可比产品的各个属性或是性能指标的选择^[6,7],并加以综合评判的过程。例如顾客在购买汽车的时候,往往会从汽车的排气量、耗油量和价格等指标进行考虑,并提出针对各项指标的需求。经过对各项指标的权衡,最终挑选出性能价格比最为满意的产品。上述过程可描述为^[6]:

设 $P=\{p_1,p_2,\dots,p_m\}$ 为可供配置的 m 个产品集合, $A=\{u_1,u_2,\dots,u_n\}$ 为反映产品不同性能指标的 n 个属性集合。由于产品集合 P 中的产品是真实、已知的产品,因此其各属性指标值是确定的、非模糊的。

针对产品的各项属性,设顾客提出的需求产品向量为 $\tilde{R}=(\tilde{r}_1,\tilde{r}_2,\dots,\tilde{r}_n)$,该向量可视为顾客需要的理想产品,其中 \tilde{r}_i 为顾客对第 i 项产品属性提出的需求,该需求值可能是确定的、精确的,也可能是不确定的、模糊的。并且对各属性的偏好程度也各不相同,即属性权重是不一样的,如某些顾客可能认为排气量更重要,而有些顾客认为价格是第一位的等等。

上述问题可以归结为如何根据顾客提出的模糊需求,以及

对产品各属性的偏好信息,从产品集合 P 中配置出与顾客需求最为接近的产品,并给出排序,以供顾客选择。

2 方法概述

2.1 预备知识^[8]

定义 1 若 $a=(a^L, a^M, a^U)$, 其中 $0 \leq a^L \leq a^M \leq a^U$, 称 a 为一个三角形模糊数, 其隶属函数可表示为:

$$\mu_a(x) = \begin{cases} \frac{x-a^L}{a^M-a^L} & a^L \leq x \leq a^M \\ \frac{x-a^U}{a^M-a^U} & a^M \leq x \leq a^U \\ 0 & \text{其它} \end{cases} \quad (1)$$

若 $a^L=a^M=a^U$, 则 a 表示一个实数。

定义 2 设三角形模糊数 $a=(a^L, a^M, a^U)$, $b=(b^L, b^M, b^U)$, 称

$$s(a, b) = \frac{a^L b^L + a^M b^M + a^U b^U}{\max((a^L)^2 + (a^M)^2, (b^L)^2 + (b^M)^2) + (b^U)^2} \quad (2)$$

为 a, b 的相似度。显然, $s(a, b)$ 越大, 则三角模糊数 a, b 的相似程度越大。特别地, 当 $s(a, b)=1$, 有 $a=b$, 即三角模糊数 a, b 相等。

2.2 优选方法

设 $P=\{p_1, p_2, \dots, p_m, p_c\}$ 为 m 个可供顾客选择的待选产品和顾客提出的需求产品 p_c , 设 $A=\{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 为描述产品不同性能指标的 n 个属性集合。其中对任意产品 $p_j \in P(j=1, 2, \dots, m; j \neq c)$, 其对应于属性集 A 构成产品向量为:

$$p_j = (d_{j1}, d_{j2}, \dots, d_{jn}) \quad (3)$$

由于 P 中的产品是已有产品, 其属性值均是确定的指标值, 与顾客提出的模糊需求不能直接进行比较, 因此, 可按定义 1 将其指标值转换为三角形模糊数的形式, 即:

$$\tilde{d}_{ji} = (d_{ji}^L, d_{ji}^M, d_{ji}^U) \quad (4)$$

其中, $d_{ji}^L = d_{ji}^M = d_{ji}^U$ 。

针对产品属性 A , 顾客提出的模糊需求构成的理想产品可表示为向量:

$$p_c = (\tilde{c}_1, \tilde{c}_2, \dots, \tilde{c}_n) \quad (5)$$

其中, \tilde{c}_i 表示顾客对产品第 i 项属性进行测度得到的指标值, 该值可以是确定的, 也可以是模糊的, 不失一般性, 可将其表述为三角形模糊数:

$$\tilde{c}_i = (c_i^L, c_i^M, c_i^U) \quad (6)$$

因此, 已有产品和顾客需求的理想产品构成的产品矩阵为:

$$A = (x_{ij}), i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, m \quad (7)$$

其中, x_{ij} 为产品 i 的第 j 个属性的指标值。

通常, 产品属性类型可分为效益型属性和成本型属性, 其中, 效益型属性是指属性值越大越好的属性; 成本型属性是指属性值越小越好的属性; 因为属性指标的量纲是不相同的, 如果不对其进行归一化处理, 各属性之间便没有可比性, 因此, 需要对各属性指标值进行归一化处理。常用的效益型属性和成本型属性的归一化公式分别为^[9]:

(1) 效益类型属性的归一化

$$\left\{ \begin{aligned} r_{ij}^L &= \frac{a_{ij}^L}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (a_{ij}^L)^2}} \\ r_{ij}^M &= \frac{a_{ij}^M}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (a_{ij}^M)^2}} \\ r_{ij}^U &= \frac{a_{ij}^U}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (a_{ij}^U)^2}} \wedge 1 \end{aligned} \right. \quad (8)$$

(2) 成本类型属性的归一化

$$\left\{ \begin{aligned} r_{ij}^L &= \frac{\frac{1}{U}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{a_{ij}^L}\right)^2}} \\ r_{ij}^M &= \frac{\frac{1}{M}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{a_{ij}^M}\right)^2}} \\ r_{ij}^U &= \frac{\frac{1}{L}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{a_{ij}^U}\right)^2}} \wedge 1 \end{aligned} \right. \quad (9)$$

归一化处理后, 以顾客需求的产品 p_c 为理想产品, 利用定义 2 求出各产品属性指标与理想产品 p_c 的相似度, 并构造决策矩阵 D 。

$$D = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & \dots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & s_{ij} & & \vdots \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

设 $\omega=(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$ 为顾客对产品属性 A 的权重向量, 且有, $\omega_i > 0, \sum_{i=1}^n \omega_i = 1$ 。在此, 可采用简单加权平均方法作为效用函数, 并进行产品 p_i 与理想产品 p_c 之间的综合相似程度度量, 则各产品的效用值为:

$$U_i = \sum_{j=1}^n s_{ij} \omega_j \quad i=1, 2, \dots, m \quad (11)$$

与顾客需求最接近的产品效用值为:

$$U_{\max} = \max_i \sum_{j=1}^n s_{ij} \omega_j \quad i=1, 2, \dots, m \quad (12)$$

2.3 固定型属性

前面讨论的效益型属性和成本型属性都是数值型属性。在实际选购中经常会出现固定型属性, 如颜色、图案、品牌或是类型等, 这些属性是非数值型、不可比较的属性。对于这类属性的相似度测量可采用如公式(13):

$$s(a', b') = \begin{cases} 1, & a' = b' \\ 0, & a' \neq b' \end{cases} \quad (13)$$

式中, a', b' 为固定型属性的指标值,即如果顾客要求的指标值与产品的相同,则相似度为 1,否则为 0。

3 应用实例

本章以数码相机为例,对上述方法进一步说明,并进行验证。表 1 为可供顾客选择的产品系列,产品属性分别为:有效像素(单位:万像素) $\sim u_1$;光学变焦(单位:倍) $\sim u_2$;手动变焦 $\sim u_3$, LCD 显示屏(单位:in) $\sim u_4$;可否充电: $\sim u_5$;重量(单位:g) $\sim u_6$;价格(单位:元) $\sim u_7$ 。其中, u_1, u_2, u_4 为效益型属性; u_6, u_7 为成本型属性; u_3, u_5 为固定型属性。

表 1 待选产品

No.	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7
P_1	5.3	3	无	1.5	有	185	2 800
P_2	3.3	2	无	1.5	无	165	1 700
P_3	8.3	7	有	2.0	无	545	6 500
P_4	5.3	3	无	1.8	无	147	2 950
P_5	5.25	4	有	1.5	有	255	3 500
P_6	3.2	3	无	1.6	无	140	1 430
P_7	4.2	3	无	1.5	无	140	1 650
P_8	4.2	8.3	有	1.8	无	255	5 550
P_9	3.2	3	无	1.5	无	145	1 300
P_{10}	6.2	3	有	1.8	有	170	3 350

某顾客对产品提出的模糊需求及相应的权重见表 2。

表 2 顾客需求及权重

属性	理想值	下限值	上限值	权重
u_1	4.0	2.0	8.0	0.3
u_2	5.0	3.0	8.0	0.2
u_3		有		0.1
u_4	1.5	1.2	1.8	0.1
u_5		无要求		0.1
u_6	250	200	350	0.1
u_7	3 000	2 000	5 000	0.2

按式(5),用三角形模糊数可表示为:

$$p_c = [(2.0, 4.0, 8.0), (3, 5, 8), (1, 1, 1), (1.2, 1.5, 1.8), (0, 0, 0), (200, 250, 350), (2\ 000, 3\ 000, 5\ 000)]$$

各属性的权重向量为:

$$\omega = (0.3, 0.2, 0.1, 0.1, 0, 0.1, 0.2)$$

分别利用公式(8)和(9)进行归一化,并构造决策矩阵,如表 3 所示。按式(11)计算得到的各产品效用值如表 4 所示。

由表 4 知,产品的优选顺序为:

$$p_5 > p_{10} > p_8 > p_3 > p_1 > p_4 > p_7 > p_6 > p_2 > p_9$$

由此,可以为顾客购买商品提供直观的选择依据。

4 结论

快速、有效地为顾客配置出其所需的产品是赢得市场、满足顾客个性化需求及扩大市场份额的保证。顾客在选择产品初期,其对产品的认识往往是不确定的、模糊的,因此提出的需求

表 3 决策矩阵

	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7
p_1	0.847 82	0.477 16	0	0.970 37	1	0.734 40	0.702 78
p_2	0.527 89	0.318 11	0	0.970 37	0	0.655 00	0.426 69
p_3	0.660 72	0.789 63	1	0.753 01	0	0.440 81	0.571 03
p_4	0.847 82	0.477 16	0	0.836 68	0	0.583 55	0.740 42
p_5	0.839 82	0.636 22	1	0.970 37	1	0.942 13	0.878 47
p_6	0.511 89	0.477 16	0	0.941 26	0	0.555 76	0.358 92
p_7	0.671 85	0.477 16	0	0.970 37	0	0.555 76	0.414 14
p_8	0.671 85	0.665 95	1	0.836 68	0	0.942 13	0.668 78
p_9	0.511 89	0.477 16	0	0.970 37	0	0.575 61	0.326 29
p_{10}	0.884 52	0.477 16	1	0.836 68	1	0.674 85	0.840 82

表 4 产品效用值

p_1	p_2	p_3	p_4	p_5
0.660 811	0.469 864	0.689 730	0.639 885	0.846 134
p_6	p_7	p_8	p_9	p_{10}
0.470 485	0.532 428	0.746 382	0.468 855	0.780 105

也是不确定的。本文提出的基于顾客模糊需求的产品优选方法,通过各属性的相似度比较,求解出各产品的综合效用,并给出排序,为顾客选择提供判断依据,该方法可应用于 PDM 系统的客户端配置,也可应用于各类产品的网上在线交易。

最后,本文以数码相机为例进一步验证了该方法的有效性和可行性。(收稿日期:2006 年 12 月)

参考文献:

- [1] Slater P J P.Pconfig:a Web-based configuration tool for configure-to-order products[J].Knowledge-Based Systems, 1999, 12: 223-230.
- [2] Yang Yu, Zhang Xiao-dong, Liu Fei, et al. An internet-based product customization system for CIM[J]. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2005, 21: 109-118.
- [3] Zhu Bin, Jiang Ping-yu. An approach to configuring product family using rough set theory[J]. International Journal of Product Development, 2005, 2(1/2): 155-169.
- [4] Zeng Fu-sheng, Jin Ye. Research on product configuration based on product model[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2004: 65-70.
- [5] Chao Ping-yi, Chen Tsung-te. Analysis of assembly through product configuration[J]. Computers in Industry, 2001, 44: 189-203.
- [6] Wang J, Daib C-H. A fuzzy constraint satisfaction approach for electronic shopping assistance[J]. Expert Systems with Applications, 2004, 27: 593-607.
- [7] Liu Fu-yu, Geng Hong-li, Zhang Yan-qing. Interactive fuzzy interval reasoning for smart Web shopping[J]. Applied Soft Computing, 2005, 5: 433-439.
- [8] 徐泽水. 对方案有偏好的三角模糊数型多属性决策方法研究[J]. 系统工程与电子技术, 2002, 24(8): 8-12.