

# QFD 中顾客需求重要度确定的一种方法

杨明顺, 林志航

(西安交通大学 CIM 研究所, 机械制造系统国家重点实验室, 西安 710049)

**摘要:**在质量功能配置 (quality function deployment, QFD) 的产品规划阶段, 顾客需求最终重要度的确定对于技术特征值的确定乃至整个质量屋的优化决策以及下一阶段的配置决策有着重要的作用. 文章分析了传统处理方法的不足, 讨论了在质量功能配置中引入模糊集理论, 在顾客需求的综合上考虑了语言值表达的多粒度多语义的情况; 对于顾客需求重要度确定中卖点的确定引入熵的概念, 一定程度上使得 QFD 中顾客需求重要度的确定更加客观、合理.

**关键词:**质量功能配置; 顾客需求重要度; 熵; 多粒度多语义

**中图分类号:** TP391

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-9807(2003)05-0065-07

## 0 引言

QFD 作为一种面向顾客需求的产品开发设计方法, 是一种将顾客需求信息合理而有效地转换为产品开发各阶段的技术目标和作业控制规程的方法. 通常 QFD 过程包括四个阶段: 产品规划、零部件规划、工艺规划和质量控制<sup>[1~3]</sup>.

产品规划质量屋的构建是整个瀑布式分解的源头. 在此过程中, 获得最终的顾客需求重要度是一个关键的步骤, 它对于技术特征重要度的确定、质量屋的优化以及后续阶段的配置决策有着重要的作用. 以重要性排序为基础, 厂家可以有目的地设计和开发产品以达到顾客满意从而获得有利的竞争优势<sup>[4,5]</sup>.

在顾客需求重要度的确定上, 主要有专家确定和顾客确定两种途径<sup>[6]</sup>. 专家确定较多运用的是德尔菲法, 即专家评价法. 一个企业内的专家可能由于企业文化的影响形成一种一致的, 但却不是客观的顾客要求重要性的观念, 因此, 主观上的判断容易造成偏差. 而顾客需求的重要性系数是反映顾客需求重要性程度的指标, 从用户那里得到的信息才是最重要的<sup>[6,7]</sup>.

有许多方法用于对顾客需求重要度的排序. 基于 AHP 的两两比较、联合分析需要从顾客那里获得较为精确的信息, 以至于可能会导致使用过程中厌烦和判断上的不一致<sup>[5,8,9]</sup>; 另外的方法如数字刻度 (1-3-5、1-3-7 或 1-3-9) 或更精确的标定等过于简单和主观, 不能够获取顾客意见中的模糊性, 难以充分地反映顾客需求的重要性结构<sup>[2,4~6]</sup>.

模糊语言值用于顾客意见的表达越来越多地显示出其优势, 然而应用模糊术语表达顾客意见时, 由于没有考虑语言术语的多粒度/多语义情况<sup>[7,10,11]</sup>, 也极大地限制了顾客更加充分地表达其意见.

在对市场竞争性评估信息的利用上, 现有的方法要么不考虑市场竞争性评估信息对于顾客需求重要度的修正, 要么考虑时采用很主观的方法, 对信息的利用不尽合理<sup>[4,5,7~9]</sup>.

基于此, 本文讨论了顾客需求重要性确定的一般方法, 指出了其中的不足之处, 通过模糊和熵的方法, 即引入模糊集理论以便让顾客更好地表达意见, 同时考虑顾客在用语言术语表达其判断过程中的不同粒度和/或不同语义; 在根据市场竞

收稿日期: 2002-03-18; 修订日期: 2003-07-03.

基金项目: 国家 863 计划资助项目 (2002AA413520); 教育部科技重点资助项目 (99109).

作者简介: 杨明顺 (1974-), 男, 河南西峡人, 博士生.

竞争性评估进行竞争优势分析中引入熵的概念,对市场竞争性评估信息进行处理,只需从顾客那里获得较少的和直接的信息,充分利用顾客的输入信息,揭示顾客需求的相对重要性,使其更趋于客观和易于实现。

## 1 QFD 中顾客需求重要度的确定

如前所述,本文中讨论的顾客需求重要度的确定基于顾客所提供的信息进行。通常情况下,在构建产品规划质量屋的过程中,顾客需求重要性应该按如下步骤进行确定<sup>[7,8]</sup>:

1) 确定  $m$  项顾客需求  $w_1, \dots, w_m$ 。

2) 对  $q$  个顾客进行调查,提供  $m$  个需求的相对重要度,进行综合处理,获得  $m$  项顾客需求的相对重要度,  $g = (g_1, \dots, g_m)$ , 有时也称之为基本重要度。

3) 市场竞争性评估:  $k - 1$  个竞争厂家,  $c_2, \dots, c_k$ ,  $m$  个顾客需求,  $w_i, x_i = (x_{1i}, \dots, x_{mi})$ ,  $X = \{x_{ij}; i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, k\}$  为竞争性评估。基于  $X$  信息,可以获得顾客需求的竞争性评估  $e = (e_1, \dots, e_m)$ , 通常以卖点 (sale-point) 的形式出现。考虑竞争性评估对顾客需求重要性的影响,实际上是根据实际情况对基本重要性的一种修正,使所获得的重要性更加能够确切的反映顾客和市场的需求。

4) 对  $g$  和  $e$  进行综合,  $f_j = g_j e_j$  或,  $f_j = w_g g_j + w_e e_j$ ,  $w_g \geq 0, w_e \geq 0, w_g + w_e = 1$ 。

由于要对许多顾客进行调查以获得大量顾客需求的相对重要度和各个竞争厂家在每个顾客需求上的竞争性评估,只能用简单、直接的方法。但对于常规的方法如 AHP 和联合分析,每个顾客要求对每一对需求和每一对厂家进行比较。试图让顾客来提供这样“精确”而又“重复”的信息,既耗时又严肃认真地进行是不现实的<sup>[6,8]</sup>。

在顾客调查过程中,传统的方法多是让顾客采用诸如 1-3-9 或 1-5-7 等这样的数字标度来表示相应的评价值。利用客观的、明确的数字来表示语言值估计,虽然被广泛地采用,却很不合理,其过于简单和主观而不能获取顾客意见中的模糊性,因而不能充分地反映顾客需求的重要性结

构<sup>[9,10]</sup>。而模糊集理论在处理语言化的模糊信息方面显示了强大的生命力,它能够对本质上定性、主观的语言化信息进行定量化的描述和处理<sup>[11]</sup>。所以更合理的方法是模糊语言值来表达评价中的模糊性和不确定性,因而模糊语言值越来越多地被用于 QFD 中来描述评价判断中的主观性和不确定性<sup>[10,11]</sup>。

在利用语言值来表达顾客的意见过程中,通常顾客面对的是统一的语言术语集,如在表达顾客需求重要性过程中,他们要求用“较不重要”、“不重要”、“中等”、“重要”、“较重要”这样的术语来表达其意见。这种统一粒度的方式忽略了不同顾客对不同产品不同顾客需求的熟悉和认知的程度,从而可能造成顾客意见表达中信息的丢失或失真。同样,对于有经验的顾客,在其意见表达中也可能存在不同语义的情况。

对由顾客调查获得的直接需求重要性,仅来自于顾客对需求相对重要性的主观评估,被作为需求基本重要性,应该和来自于其他信息的权重信息融合在一起。我们把顾客需求重要性确定为由直接从顾客调查所获得的基本重要性和根据市场竞争性评估分析获得的竞争优势两部分的合成。而许多文献在确定顾客需求重要性中,有的没有考虑市场竞争性评估对顾客需求重要性的影响<sup>[5,6]</sup>,有的则是引入了“卖点”的概念。在引入卖点概念中,重复地计入了顾客需求基本重要性信息,通常把卖点区分为“强”、“中”、“无”,在处理中分别以数字 1.5、1.2、1.0 来对基本重要性进行修正<sup>[4,5,7,9]</sup>,因而过于简单和主观,不能够客观地反映市场竞争性评估对顾客需求重要性的影响。

基于此,本文将在下面的两个部分中分别讨论顾客意见表达中的多粒度多语义情况,以及市场竞争性评估信息的分析和处理,从而以一种相对合理、客观的方式来确定顾客需求的重要度。

## 2 顾客意见表达中的多粒度多语义

如上所述,在顾客调查过程中,应该考虑顾客意见表的主观性和模糊性,从而允许顾客以语言值表达其评价和判断。通常在进行用户需求重要度以及市场竞争性评估的调查和确定时,设计人员预先设计相应的语言变量度量,预先确定不确

定性的粒度和相应语言术语的语义<sup>[10,11]</sup>. 然而在实际中,由于每个用户所依据的背景知识和所处的观察角度的不同,对某一需求的评估势必会有不同的看法,用预先确定粒度的语言术语集可能会导致用户不能够确切表达个人的观点. 对于一个用户来说,如果对所调查的项目认知不清,那么过细的粒度会让用户难以选择,如果对所调查的项目有比较清晰地认识,那么粗粒度术语则不能够让用户表达其分辨能力,从而出现表达过程中信息的失真. 例如,在进行顾客重要性调查中,顾客会根据自身的实际情况,选择“重要”、“一般”、“不重要”或“较不重要”、“不重要”、“中等”、“重要”、“较重要”乃至更细的粒度来表达其意见. 同时,对于有经验的顾客,对于统一的粒度,预先设定的各术语的统一语义也未必能够让顾客充分表达其意见. 例如,对于某厂家产品某项顾客需求,若以  $[0, 1]$  之间的模糊数来表达顾客评估情况,有的顾客会以“0.2 左右”这样的概念表达“不重要”,有的顾客则希望以“0.3 左右”这样的概念表达“不重要”,这样就存在不同语义的情况. 当我们允许多粒度多语义语言信息存在时,就要对其进行相应的处理.

### 2.1 多粒度多语义语言信息一致化

首先多粒度语言信息必须转换到一个统一的语言术语集,称之为基本语言术语集 (basic linguistic term set, BLTS) 上,即 BLTs,记为  $S_T$ . 在定义转换到 BLTs,  $S_T$  的转换函数之前,应该确定如何选择  $S_T$ . 我们认为  $S_T$  必须是一个语言术语集合,它允许保持不确定度以及表达不同性能值上的差异. 据此,寻求具有最大粒度的 BLTs,考虑两种可能性:

(1) 只有一个术语集具有最大粒度,选定该术语集为  $S_T$ .

(2) 两个或两个以上术语集具有最大粒度,  $S_T$  的选择依赖于这些术语集的语义. 寻求两种可能情形以确立 BLTs,即  $S_T$ : 若所有语言术语集有相同的语义,则任选取其中之一; 有些语言术语集具有不同的语义,  $S_T$  为一个语言术语集,其术语数大于一般情况下所能辨别的术语数(通常 11 或者 13),可以定义一个 15 术语组有以下语义的 BLTs(此处所提及的语义可理解为隶属函数形状参数,如图 1 所示):

- $s_0 : (0, 0, 0.07) ;$
- $s_1 : (0, 0.07, 0.15) ;$
- $s_2 : (0.07, 0.15, 0.22) ;$
- $s_3 : (0.15, 0.22, 0.29) ;$
- $s_4 : (0.22, 0.29, 0.36) ;$
- $s_5 : (0.29, 0.36, 0.43) ;$
- $s_6 : (0.36, 0.43, 0.50) ;$
- $s_7 : (0.43, 0.50, 0.58) ;$
- $s_8 : (0.50, 0.58, 0.65) ;$
- $s_9 : (0.58, 0.65, 0.72) ;$
- $s_{10} : (0.65, 0.72, 0.79) ;$
- $s_{11} : (0.72, 0.79, 0.86) ;$
- $s_{12} : (0.79, 0.86, 0.93) ;$
- $s_{13} : (0.86, 0.93, 1) ;$
- $s_{14} : (0.93, 1, 1) .$

然后定义转换函数,把每一个语言值定义为 BLTS,  $S_T$  上的模糊集. 令  $A = \{l_0, \dots, l_p\}$ ,  $S_T = \{c_0, \dots, c_g\}$ , 为两个语言术语集,且  $g \geq p$ , 则多粒度变换函数  $AS_T$  可定义为

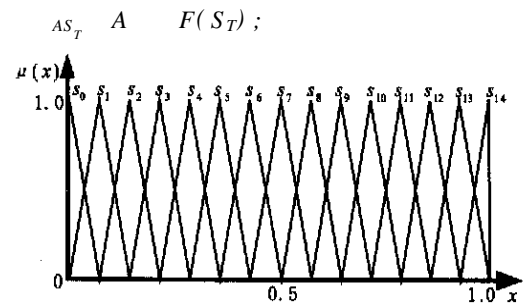


图 1 一个粒度为 15 的基本语言术语集

$AS_T(l_i) = \{(c_k, \frac{i}{k}) / k \mid \{0, \dots, g\}\}, \forall l_i \in A,$   
 $\frac{i}{k} = m \times \min\{\mu_{l_i}(x), \mu_{c_k}(x)\}, F(S_T)$  为定义在  $S_T$  上的模糊集,  $\mu_{l_i}(x)$  和  $\mu_{c_k}(x)$  分别为和术语  $l_i$  和  $c_k$  相关的模糊集隶属函数. 这样,对任意  $A$  中语言值,  $AS_T$  的结果为定义在 BLTs,  $S_T$  上的模糊集.

假定有两个术语集  $A = \{l_0, l_1, l_2, l_3, l_4\}$ ,  $S_T = \{c_0, \dots, c_6\}$ , 术语数分别为 5 和 7(可以认为是粒度不同的术语集). 其语义定义如下(如图 2 所示):

- $l_0(0, 0, 0.25) ,$
- $l_1(0, 0.25, 0.5) ,$
- $l_2(0.25, 0.5, 0.75) ,$
- $l_3(0.5, 0.75, 1) ,$
- $l_4(0.75, 1, 1) ,$
- $c_0(0.0, 0.0, 0.16) ,$
- $c_1(0.0, 0.16, 0.34) ,$
- $c_2(0.16, 0.34, 0.5) ,$
- $c_3(0.34, 0.5, 0.66) ,$
- $c_4(0.5, 0.66, 0.84) ,$
- $c_5(0.64, 0.81, 1) ,$
- $c_6(0.84, 1, 1) .$

则对  $l_0$  和  $l_1$ , 应用  $AS_T$  得到的模糊集为

$$AS_T(l_0) = \{(c_0, 1), (c_1, 0.58), (c_2, 0.18)\}$$

$$AS_T(l_1) = \{(c_0, 0.39), (c_1, 0.85), (c_2, 0.85)\}$$

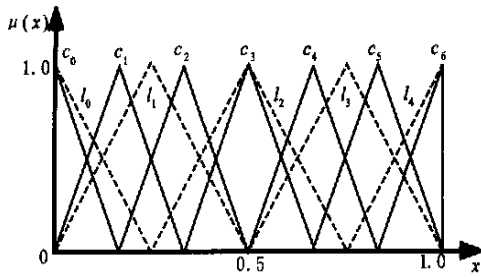


图2 术语集 A 和 S<sub>T</sub> 语义

利用多粒度变换函数  $\{AS_T, \forall j\}$ , 一个转化过程包含了由不同顾客所提供的所有语言值转化到  $S_T: \{p^{1j}, \dots, p^{mj}\}, \forall p_j \in s_j$  上. 这样, 就可以把每一个语言性能值  $p^{ij}$  表示为定义在  $S_T = \{c_0, \dots, c_g\}$  上的模糊集, 由如下表达式识别:  $s_{S_T}(p^{ij}) = \{(c_0, \frac{ij}{g}), \dots, (c_g, \frac{ij}{g})\}$ , 从而,  $p_j$  所提供的语言值可以表示为  $S_T$  上的系列模糊集  $\{s_{S_T}(p^{1j}), s_{S_T}(p^{mj})\}$ , 记  $s_{S_T}(p^{ij})$  为  $r^{ij}$ , 每个模糊集  $r^{ij}$  通过它们各自的隶属度函数表示, 即  $r^{ij} = (\frac{ij}{g}, \dots, \frac{ij}{g})$ , 下面讨论如何获得集结结果.

### 2.2 获取集结结果

在顾客意见调查中, 对于不同顾客意见集结的结果, 通常希望获得最终的集结评价价值. 如前所述, 由顾客  $p_i$  提供的定性评价  $x_i$  的通过信息统一化转换为定义在 BLTs 上的性能模糊集  $\{r^{ij}, \forall i\}$ , 全体顾客意见的评价综合应是所有  $\{r^{ij}, \forall i\}$ , 即  $(\frac{ij}{g}, \dots, \frac{ij}{g})$  集结的结果. 在此借用模糊逻辑推理中兼容度与激励度的概念来获取最终的集结结果<sup>[12~14]</sup>. 把  $\frac{ij}{g}$  认为相当于一种激励强度, 然后把激励强度施加于相应的  $c_k$  以产生一个定性结果  $MF_{ki}$ ; 从而获得总的输出  $MF_i$ , 图3表示了一个简单的集结过程.

对各个相应的  $MF_i$ , 利用面积中心去模糊法获得最终的评价结果:

$$z_i = \frac{\int_s z \mu_i(z) dz}{\int_s \mu_i(z) dz}$$

其中:  $s$  表示  $\mu_i(z)$  的支集. 从而获得相应的定量评价结果. 如果考虑参与决策人的相对重要性, 即权重, 则进行加权集结可获得最终的集结结果

$$z = \sum_i w_i z_i$$

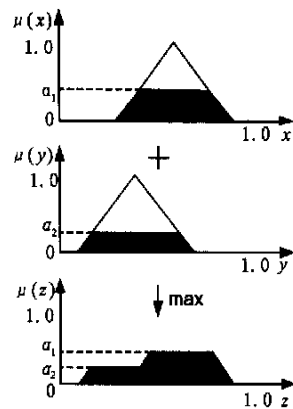


图3 MF 集结过程示意图

### 3 基于模糊和熵方法的顾客需求重要性确定

如前所述, 在顾客需求重要性确定过程中, 顾客需求重要性的最终确定由两部分组成, 即由顾客直接评定的顾客需求基本重要性和根据市场竞争性评估所获得的对基本重要性的修正. 通常修正部分以“卖点”概念出现, 把卖点分为强、中、无三个等级, 分别对应数值 1.5、1.2 和 1.0 或其他的数字标度, 对基本重要性进行修正, 即

$$\text{最终的重要性} = \text{基本重要性} \times \text{卖点}$$

通常一个强的卖点定义为顾客需求  $w_j$  重要, 而且顾客对所有竞争厂家产品反映不好, 而一个中等的卖点则意味顾客需求的相对重要性不是很高或者竞争的优势不非常明显.

上述确定卖点的方法虽常用, 但过于主观, 并非很适用. 同时卖点中也考虑了顾客需求的重要性信息, 从而出现了信息的“重复计入”. 因而, 为了使分析厂家产品性能更加客观和令人信服, 传统卖点的概念应予以修改, 或使用其他方法. 由于传统的卖点不易于修改和确定, 一旦确定不能够避免其主观性和武断性. 本文用熵的方法进行市场竞争性评估.

首先讨论实际中一个企业如何对其确定的顾客需求设定优先序. 若企业  $c_i$  在顾客需求  $w_j$  上比其他公司都好得多, 那么进一步的改进就不十分重要, 从而可以为  $w_j$  设定一个较低的优先级. 如果  $c_i$  在  $w_j$  上比其他多数厂家都差得多, 那么对于该厂家来说, 要确定获得明显的竞争优势就比较

困难,因为这会需要大量的物力财力.在此情形下,也确定该需求的优先级较低.另一方面,若所有厂家在  $w_j$  上的评估与  $c_j$  接近,则在  $w_j$  上的改进就会使  $c_j$  获得明显的竞争优势,因而应赋予较高的优先级.若所有厂家的评估相同,则意味着一个很大的商机和竞争优势,相应顾客需求重要性比较高.也就是说,当顾客对一些产品或者厂家不同顾客需求进行评估时,若各个厂家在此需求上的评估值比较不(比较)分散,那么该需求项应该被予以较多(较少)的重视从而赋予较高(低)的优先级.若所有厂家在某一项需求上的竞争性评估完全一致,则此需求应赋予最大的竞争优先级.从而可以看出这样一种确定的方式与信息熵<sup>[13]</sup>的概念一致.熵用于度量一个离散概率分布中所包含的信息,当我们把竞争厂家评估值归一化处理后可以看作是一个离散分布,从而可以用熵来进行竞争优势分析.

信息熵<sup>[14]</sup> 定义为

$$E(p_1, \dots, p_k) = - \sum_{i=1}^k p_i \ln(p_i)$$

其中:  $\phi_k = \frac{1}{\ln(k)}, 0 < E(p_1, \dots, p_k) < 1$ .

$E(p_1, \dots, p_k)$  越大,包含在  $p_1, p_2, \dots, p_k$  中的信息就越少.

对于  $w_j$ , 有  $x_{j1}, \dots, x_{jk}$ , 令  $x_j = \sum_{i=1}^k x_{ji}$ , 把  $p_{ji} = \frac{x_{ji}}{x_j}$  看作是  $p$  个厂家中  $w_j$  的一种“可能分布”.则有

$$E(w_j) = - \sum_{i=1}^k p_{ji} \ln(p_{ji}) = - \sum_{i=1}^k (x_{ji}/x_j) \ln(x_{ji}/x_j)$$

一个大的  $E(w_j)$  意味着  $w_j$  中有较少信息,或  $p_{ji}(x_{ji})$  的变动比较小,即顾客的竞争性评估比较趋于一致.当  $x_{j1}, \dots, x_{jk}$  相同时,  $E(w_j) = 1$ , 即不发生变动,其最大值为 1, 因此  $E(w_j)$  可用于反映相对竞争优势,从而设定  $w_j$  的优先序.

由上所述,在进行顾客需求基本重要性和市场竞争性评估的调查时,我们引入模糊集理论,使得顾客可以用语言术语表达其判断的主观性和模糊性,并考虑到每个顾客自身的情况允许其在此过程使用不同粒度不同语义的语言术语,从而获得基本重要性和竞争性评估值,利用熵的概念对竞争性评估进行分析从而获得市场竞争优先序,在此基础上对二者进行融合即可得到最终的顾客

需求重要性.下面给出一个例子进行说明.

## 4 实例

在一次市场调查,对 10 项顾客需求:  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_{10}$ , 进行顾客需求重要性评定和市场竞争性评估.在此过程中,引入模糊集理论,以语言值形式进行,并允许多粒度多语义的存在.对于某项需求,假定对由四个信息源表达的顾客需求的重要性进行综合(在此为说明问题和简单起见,只考虑了四个信息源):  $p_1, p_2, p_3, p_4$ .  $p_1$  表达其偏好为 9 粒度术语集合  $A$ ;  $p_2$  表达其偏好为 7 粒度术语集合  $B$ ;  $p_3$  表达其偏好为 5 粒度术语集合  $C$ ;  $p_4$  表达其偏好为 9 粒度术语集合  $D$ .各术语语义如下:

$A: a_0(0,0,0.12), a_1(0,0.12,0.25), a_2(0.12,0.25,0.37), a_3(0.25,0.37,0.5), a_4(0.37,0.5,0.62), a_5(0.5,0.62,0.75), a_6(0.62,0.75,0.87), a_7(0.75,0.87,1), a_8(0.87,1,1);$

$B: b_0(0,0,0.16), b_1(0,0.16,0.33), b_2(0.16,0.33,0.5), b_3(0.33,0.5,0.66), b_4(0.5,0.66,0.83), b_5(0.66,0.83,1), b_6(0.83,1,1);$

$C: c_0(0,0,0.25), c_1(0,0.25,0.5), c_2(0.25,0.5,0.75), c_3(0.5,0.75,1), c_4(0.75,1,1);$

$D: d_0(0,0,0,0), d_1(0,0.01,0.02,0.07), d_2(0.04,0.1,0.18,0.25), d_3(0.17,0.22,0.36,0.42), d_4(0.32,0.41,0.58,0.65), d_5(0.58,0.63,0.80,0.86), d_6(0.72,0.78,0.92,0.97), d_7(0.93,0.98,0.99,1), d_8(1,1,1,1).$

各决策者评价如下:  $x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad x_4$

$p_1$	4	6	3	5
$p_2$	$b_3$	$b_4$	$b_3$	$b_5$
$p_3$	$c_2$	$c_3$	$c_2$	$c_1$
$p_4$	$d_4$	$d_5$	$d_3$	$d_5$

下面讨论这些评价信息综合.首先进行信息

统一化.选择 BLTs:  $S_T \{ 0, \dots, g \}$ , 本例中有两个术语集具有最大粒度和不同的语义, 选择前面所述的具有 15 个粒度的  $S_T$  的特殊术语集合, 所有的估计(评价)结果都转换到  $S_T$  中. 通过多粒度转化函数  $\{ AS_T, BS_T, CS_T, DS_T \}$  获得如下结果:

- $r^{11} : (0, 0, 0, 0, 0.05, 0.45, 0.8, 0.82, 0.48, 0.23, 0, 0, 0, 0, 0)$
- $r^{12} : (0, 0, 0, 0, 0.8, 0.45, 0.65, 0.95, 0.68, 0.39, 0.1, 0, 0, 0, 0)$
- $r^{13} : (0, 0, 0, 0.22, 0.35, 0.59, 0.8, 0.98, 0.75, 0.52, 0.32, 0.1, 0, 0, 0)$
- $r^{14} : (0, 0, 0, 0, 0.3, 0.77, 1, 1, 1, 0.51, 0, 0, 0, 0, 0)$
- $r^{21} : (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.25, 0.99, 0.7, 0.31, 0.01, 0, 0)$
- $r^{22} : (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.35, 0.63, 0.94, 0.76, 0.46, 0.2, 0, 0)$
- $r^{23} : (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.01, 0.25, 0.5, 0.7, 0.9, 0.9, 0.65, 0.45, 0.2)$
- $r^{24} : (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0.55, 0, 0)$
- $r^{31} : (0, 0, 0, 0.18, 0.55, 0.95, 0.7, 0.35, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$
- $r^{32} : (0, 0, 0, 0, 0.1, 0.45, 0.65, 0.95, 0.68, 0.39, 0.1, 0, 0, 0, 0)$
- $r^{33} : (0, 0, 0, 0.22, 0.35, 0.59, 0.8, 0.98, 0.75, 0.52, 0.32, 0.1, 0, 0, 0)$
- $r^{34} : (0, 0, 0.41, 1, 1, 0.99, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$
- $r^{41} : (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.36, 0.71, 0.91, 0.56, 0.22, 0, 0, 0)$
- $r^{42} : (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.23, 0.54, 0.84, 0.86, 0.58, 0.3)$
- $r^{43} : (0.25, 0.4, 0.7, 0.9, 0.87, 0.65, 0.4, 0.2, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$
- $r^{44} : (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0.55, 0, 0, 0, 0)$

根据本文第 3 部分所讨论的集结过程, 可计算集结后的重要性值为 0.52、0.74、0.47 和 0.61.

利用上述方法对多粒度多语义语言术语评价(基本重要性和竞争性评估)进行处理获得以下结果(详细过程省略):

基本重要性评定:

$$g_c = (g_{c1}, g_{c2}, \dots, g_{c10}) = (0.8, 0.64, 0.6, 0.54, 0.4, 0.74, 0.58,$$

$$0.62, 0.2, 0.34, 0.26)$$

竞争性评估矩阵:

$$X = [x_{ml}]_{10 \times 5} = \begin{bmatrix} 0.22 & 0.18 & 0.20 & 0.275 & 0.40 \\ 0.48 & 0.52 & 0.55 & 0.50 & 0.575 \\ 0.80 & 0.82 & 0.80 & 0.775 & 0.825 \\ 0.720 & 0.320 & 0.375 & 0.425 & 0.225 \\ 0.240 & 0.820 & 0.775 & 0.700 & 0.550 \\ 0.480 & 0.740 & 0.700 & 0.775 & 0.600 \\ 0.80 & 0.58 & 0.325 & 0.50 & 0.75 \\ 0.46 & 0.62 & 0.35 & 0.50 & 0.55 \\ 0.52 & 0.320 & 0.425 & 0.275 & 0.30 \\ 0.30 & 0.520 & 0.515 & 0.485 & 0.625 \end{bmatrix}$$

利用熵的概念对市场竞争性评估进行分析, 则有

$$x_1 = x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} = 0.22 + 0.18 + 0.20 + 0.275 + 0.40 = 1.275,$$

$$p_{12} = x_{12} / x_1 = 0.18 / 1.275 = 0.1412,$$

$$p_{13} = x_{13} / x_1 = 0.20 / 1.275 = 0.1569,$$

$$p_{14} = x_{14} / x_1 = 0.275 / 1.275 = 0.1412,$$

$$p_{15} = x_{15} / x_1 = 0.40 / 1.275 = 0.3137,$$

例如,  $W_1$  的熵为

$$E(W_1) = - \sum_{i=1}^5 p_{1i} \ln(p_{1i}) = - [0.1725 \ln(0.1725) + 0.1412 \ln(0.1412) + 0.1569 \ln(0.1569) + 0.2157 \ln(0.2157) + 0.3137 \ln(0.3137) / \ln(5)] = 0.9722$$

从而可以得到

$$(E(W_1), E(W_2), E(W_3), E(W_4), E(W_5)) = (0.9722, 0.9983, 0.9998, 0.9525, 0.9580, 0.9915, 0.9712, 0.9893, 0.9815, 0.9823)$$

$$e = (e_1, e_2, \dots, e_{10}) = (0.092, 0.1019, 0.1021, 0.0972, 0.0978, 0.1012, 0.0991, 0.1010, 0.1002, 0.1003)$$

例如:

$$e_1 = E(W_1) / \sum_{m=1}^{10} E(W_m) = 0.9722 / (0.9722 + 0.9983 + \dots + 0.9823) = 0.9722 / 9.7966 = 0.0992$$

由  $f_j = g_j \times e_j, j = 1, \dots, m$

得最终重要性向量:



$$f_c = (f_{c1}, f_{c2}, \dots, f_{c10}) = (0.0992, 0.0815, \\ 0.0765, 0.0656, 0.0489, 0.0936, 0.0719, \\ 0.0783, 0.0426, 0.0326)$$

其中

$$f_{c2} = g_{c2} \times e_2 = 0.8000 \times 0.1019 = 0.0815$$

## 5 结论

顾客需求重要度的确定是 QFD 应用中的一

个基本问题. 本文在传统的确定顾客需求重要度方法的基础上, 在进行顾客需求的调查中引入模糊集理论, 从而有效反映顾客意见的模糊性以及主观性和不确定性. 考虑到顾客个体认知和表达的不同, 允许其在意见表达过程中采用不同粒度不同语义的语言术语, 并对该情况进行了处理; 在确定卖点的过程引入了信息熵的概念, 充分利用所获得的顾客调查信息, 从而使得顾客需求重要度的确定易于实现, 趋于客观、合理.

## 参考文献:

- [1]林志航. 计算机辅助质量系统[M]. 北京:机械工业出版社, 1997
- [2]Sullivan L P. Quality function[J]. Quality Progress, 1986, 19(6): 39—50
- [3]巩敦卫, 许世范, 史有群. QFD 在企业过程优化中的应用[J]. 管理科学学报, 1999, 2(4): 8—15
- [4]Guinta L R, Prizler N C. The QFD Book: The Team Approach to Solving Problems and Satisfying Customers through Quality Function Deployment[M]. New York: Amacom, 1993
- [5]Lai K Chan, Ming L. Wu. Prioritizing the technical measures in quality function deployment[J]. Quality Engineering, 1998, 10(3): 467—469
- [6]Wasserman G. On how to prioritize design requirements during QFD process[J]. IIE Transactions, 1993, 25(3): 59—65
- [7]Wang J. Fuzzy outranking approach to prioritize design requirements in quality function deployment[J]. International Journal of Production Research, 1999, 37(4): 899—916
- [8]Armocost R L, Compton P J, Mullens M A. AHP framework for prioritizing customer requirements in QFD: An industrialized housing application[J]. IIE Transaction, 1994, 26(4): 72—79
- [9]Fiorenzo Franceschini, Sergio Rossetto. Design for quality: Selecting a product's technical features[J]. Quality Engineering, 1997, 9(4): 681—688
- [10]车阿大, 林志航. 改进的质量功能配置——模糊质量功能配置[J]. 系统工程理论与实践, 1998, (4): 131—135
- [11]Temponi Cecelaia, Yen John, Tiao W Amos. House of quality: A fuzzy logic-based requirements analysis[J]. European Journal of Operational Research, 1999, 117(8): 340—354
- [12]何新贵. 模糊知识处理的理论与技术[M]. 北京:国防工业出版社, 1994
- [13]李洪兴, 汪培庄. 模糊数学[M]. 北京:国防工业出版社, 1994
- [14]李人厚. 智能控制理论和方法[M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 1999

## Method to determine importance of customers' requirements in QFD

YANG Ming-shun, LIN Zhi-hang

CIM Institute, the State Key Laboratory for Manufacturing System, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China

**Abstract:** During the product planning phase in QFD (quality function deployment), the customers' requirements are very important for determining the importance of technical characteristics and even for optimizing the whole HoQ (House of Quality). In this paper, the shortcomings of the traditional methods are analyzed, then fuzzy quality function deployment is discussed. The situation of multi-granularity and multi-semantic in linguistic statement in analyzing and integrating the customers' requirements is considered; the concept of entropy is introduced to determine the sale point in the process, thus the importance of customers' requirements is determined with more objectivity and reasonability.

**Key words:** QFD; importance of customers' requirements; entropy; multi-granularity and/or multi-semantic