

基于信息熵的模糊多属性决策供应商选择方法^①

卢志刚, 陈行娟

(天津财经大学 商学院, 天津 10070)

摘要: 提出了一种针对供应商选择最优决策问题的基于信息熵的模糊多属性决策方法。针对供应商的多属性决策问题, 确定属性集, 利用信息熵求出各属性权重, 运用模糊数排序方法对方案的模糊效用值进行排序, 以确定最优方案。最后以某企业为例做了实例分析, 将此方法应用于对这五个供应商进行评分排序, 并从中选择出最为合适的供应商, 表明此方法行之有效。

关键词: 供应商选择; 模糊多属性决策; 信息熵

A Fuzzy Multi-Attribute Decision Making Method for Vendor Selection Based on Entropy

LU Zhi-Gang, CHEN Xing-Juan

(Business College, Tianjin University of Economic And Finance, Tianjin 10070, China)

Abstract: A fuzzy multi-Attribute decision making method based on entropy is presented to deal with the optimal decision problem of vendor selection in the Supply Chain. For the fuzzy multi-attribute decision making problem, attribute set is identified, weight of each attribute is calculated in the use of information entropy, and the optimal solution is determined by using the fuzzy number sorting method to sort the fuzzy utility values of the programs. An example is applied for the rating sort of 5 vendors to select the most appropriate one. The method is proved to be effective in vendor selection.

Key words: vendor selection; fuzzy multi-attribute decision making; entropy

1 引言

随着全球经济一体化和信息技术的发展,企业面临着更加激烈的市场竞争。供应链管理作为一种新的适应全球制造、顾客需求多样化的管理模式,在企业中得到了广泛的应用。供应商的选择是供应链运行的基础,也是搞好供应链管理的前提。随着业务外包及采购全球化的兴起,供应商选择成为当前企业供应链管理的焦点。良好的供应商是企业正常生产运营的保证,它可以保证供应链的畅通无阻,避免因缺货、次品等问题给企业带来各方面的损失;同时优秀的供应商有助于企业增加销售量,降低库存,降低采购成本。合理的选择合作伙伴将直接影响到企业降低成本,增加柔性,提高竞争力,此外还可以减少供应链中存在

的交易风险。

影响供应商选择的因素很多,层次复杂,既有确定性信息又有不确定性信息,致使选择结果和因素之间的关系较难明确。针对该特点,目前已存在多种决策方法,主要包括有:将 AHP 应用于物流供应商的选择^[1,2];利用模糊综合评价决策在线集采购供应商^[3,4]利用灰色关联分析与 AHP 结合确定供应商^[5,6]。这些方法普遍依赖主观赋权,人为干扰条件多。为了解决主观权重问题,可利用信息熵对传统决策方法进行改进:如将信息熵引入 AHP 方法应用于供应商选择指标权重的研究^[7],信息熵与 TOPSIS 法结合帮助企业决策供应商^[8],信息熵应用于灰色关联分析进而优化供应商的选择^[9]等。由于影响供应商选择的因素很多,有

① 基金项目:国家社科基金(11CG102)

收稿时间:2011-11-15;收到修改稿时间:2011-12-12

作用越大,则表示该特征携带和传输的信息越多,则它的熵值就越小熵权较大。

根据归一化后的特征矩阵 $\bar{R} = [\bar{r}_{ij}]_{m \times n}$, 定义属性 u_j 的熵 e_j 为:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m \bar{r}_{ij} \ln \bar{r}_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

其中 $k = 1/\ln m$ 。这里, k 将是一个常量,表示参与评选的供应商数目,而且 $0 \leq e_j \leq 1$ 。第 j 个指标的评价值数据的分散程度 d_j 可表示为

$$d_j = 1 - e_j \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

d_j 代表了指标的重要程度。第 j 个指标的 $x_{ij} (i = 1, 2, \dots, m)$ 值分布越分散,相应的 d_j 越大,表明该指标的重要程度也越高;如果第 j 个指标的 x_{ij} 值分布相对集中,表明该指标的重要程度越低;如果第 j 个指标的 x_{ij} 值都相等,即指标评价绝对集中,表明该指标在选择供应商时不起任何作用。因此,用熵测度来表示的第 j 个指标的权重因子为:

$$\omega_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^n d_j} = \frac{1 - e_j}{\sum_{i=1}^n (1 - e_j)}$$

2.4 基于信息熵的模糊多属性决策方法

根据以上模型原理,给出基于信息熵的模糊多属性决策方法,具体算法如下:

步骤 1: 设 X 、 U 和 ω 分别为模糊多属性决策问题的方案集、属性集和属性权重向量。对于方案 $x_j \in X$, 按属性 $u_j \in U$ 进行测度,得到属性值 \tilde{a}_{ij} , 并构成模糊决策矩阵 $\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]_{m \times n}$ 。

步骤 2: 将模糊决策矩阵 $\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]_{m \times n}$ 按 (1) 或 (2) 式转化为规范化矩阵 $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$;

步骤 3: 根据规范化矩阵将规范化矩阵 $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$ 按 (3) 和 (4) 式转换为归一化矩阵 $\bar{R} = [\bar{r}_{ij}]_{m \times n}$;

步骤 4: 若属性权重已知,则进行第 7 步,否则,

进行下一步。

步骤 5: 按 (5) 式,计算各属性 u_j 输出的平均信息量 (熵), $e_j = -k \sum_{i=1}^m \bar{r}_{ij} \ln \bar{r}_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$;

步骤 6: 按 (7) 式,计算各属性 u_j 的权重系数,即权重向量 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$, ($\omega_j > 0, \sum_{j=1}^n \omega_j = 1$);

步骤 7: 根据所计算的属性权重值,利用 $\tilde{z}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{r}_{ij} \omega_j$ 计算方案 x_i 的模糊效用值 \tilde{z}_i , 并计算 $E[\tilde{z}_i] (i = 1, 2, \dots, m)$

步骤 8: 根据 $E[\tilde{z}_i] (i = 1, 2, \dots, m)$ 的大小对方案 $x = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ 进行排序和择优。

结束。

3 实例分析

某公司计划买进一批产品,有 5 家供应商可供选择。首先需要制定考核指标 (属性)。各指标的权重向量 $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$ 未知,然后由专家按考核指标进行评估。影响供应商选择的因素很多,根据具体情况。其侧重点也有所不同,具体有时间、质量、成本、服务、物流管理、创新能力、计算机与信息技术的应用水平、企业管理水平和文化等因素。一般认为,在供应链管理中,供应商的交货提前期、产品质量、服务态度和产品价格等 4 个指标是供应商选择的关键因素。

交货提前期是指企业发出定单到收到定货之间的时间。对于需求方来说,交货提前期越短越好,是成本型指标。供应商缩短交货提前期可以减少需求方的库存水平,又能提高企业对其客户需求的反应速度,从而可以提高整个供应链的客户满意度。产品质量是指供应商的产品满足企业需求的程度,在这里指合格产品占总产品的比重,是效益型指标。服务态度是指供应商及时满足企业定单的程度。用服务态度满意的定单数占总定单数的比例来表示,是效益型指标。服务满意度和交货提前期是影响供应链敏捷度的两个重要因素。产品价格是指企业采购的每一单位产品所需付出的成本。产品价格属于成本型指标。在现代供应链管理中,产品价格不再是选择供应商时考虑的首要因素,但仍是供应商选择的一个重要因素。

本文将供应商的考察指标归为这四种：产品成本(u_1)，服务态度(u_2)，产品质量(u_3)，交货提前期(u_4)，其中， u_2 、 u_3 为效益型属性， u_1 、 u_4 为成本型属性。

选取 5 家候选供应商 $x_i (i=1,2,3,4,5)$ 。由于各种因素对供应商选择的影响，各种属性下的属性值是以梯形模糊数形式给出的

x_i	u_1	u_2	u_3	u_4
x_1	(7, 8, 9,10)	(2, 3, 3,3. 5)	(8, 9, 10,10)	(6, 6, 7, 8)
x_2	(10,10,12,13)	(3. 5,4,4. 5,5)	(7, 7, 8, 9)	(7, 8, 9, 10)
x_3	(14,15,16,17)	(3, 3. 5,4, 5)	(12,14,14,15)	(6, 8, 9, 9)
x_4	(6, 7, 7, 9)	(1. 5,2,2,2. 5)	(7, 9, 10,11)	(8, 8, 9, 10)
x_5	(9, 9, 10,11)	(3,4,4. 5,4. 5)	(11,12,13,14)	(9, 9, 10, 10)

步骤 1：确定模糊决策矩阵

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} (0.6364 & 0.7273 & 0.8182 & 0.9091) & (0.4 & 0.6 & 0.6 & 0.7) & (0.5333 & 0.6000 & 0.6667 & 0.6667) & (0.5 & 0.5 & 1.0 & 1.0) \\ (0.3637 & 0.4546 & 0.6364 & 0.6364) & (0.7 & 0.8 & 0.9 & 1.0) & (0.4667 & 0.4667 & 0.5333 & 0.6000) & (0.0 & 0.25 & 0.5 & 0.75) \\ (0.0000 & 0.0909 & 0.1818 & 0.2727) & (0.6 & 0.7 & 0.8 & 1.0) & (0.8000 & 0.9333 & 0.9333 & 1.0000) & (0.25 & 0.25 & 0.5 & 1.0) \\ (0.7273 & 0.9091 & 0.9091 & 1.0000) & (0.3 & 0.4 & 0.4 & 0.5) & (0.4667 & 0.6000 & 0.6667 & 0.7333) & (0.0 & 0.25 & 0.5 & 0.5) \\ (0.5455 & 0.6364 & 0.7273 & 0.7273) & (0.6 & 0.8 & 0.9 & 0.9) & (0.7333 & 0.8000 & 0.8667 & 0.9333) & (0.0 & 0.0 & 0.25 & 0.25) \end{bmatrix}$$

步骤 2：将模糊决策矩阵 \tilde{A} 转化成规范矩阵 \tilde{R} ，得

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} (0.6364 & 0.7273 & 0.8182 & 0.9091) & (0.4 & 0.6 & 0.6 & 0.7) & (0.5333 & 0.6000 & 0.6667 & 0.6667) & (0.5 & 0.5 & 1.0 & 1.0) \\ (0.3637 & 0.4546 & 0.6364 & 0.6364) & (0.7 & 0.8 & 0.9 & 1.0) & (0.4667 & 0.4667 & 0.5333 & 0.6000) & (0.0 & 0.25 & 0.5 & 0.75) \\ (0.0000 & 0.0909 & 0.1818 & 0.2727) & (0.6 & 0.7 & 0.8 & 1.0) & (0.8000 & 0.9333 & 0.9333 & 1.0000) & (0.25 & 0.25 & 0.5 & 1.0) \\ (0.7273 & 0.9091 & 0.9091 & 1.0000) & (0.3 & 0.4 & 0.4 & 0.5) & (0.4667 & 0.6000 & 0.6667 & 0.7333) & (0.0 & 0.25 & 0.5 & 0.5) \\ (0.5455 & 0.6364 & 0.7273 & 0.7273) & (0.6 & 0.8 & 0.9 & 0.9) & (0.7333 & 0.8000 & 0.8667 & 0.9333) & (0.0 & 0.0 & 0.25 & 0.25) \end{bmatrix}$$

步骤 3：计算归一化矩阵 $\bar{R} = [\bar{r}_{ij}]_{m \times n}$ ，得

$$\bar{R} = \begin{bmatrix} 0.2596 & 0.1691 & 0.1609 & 0.3637 \\ 0.1756 & 0.2500 & 0.1348 & 0.1819 \\ 0.0458 & 0.2279 & 0.2478 & 0.2424 \\ 0.2977 & 0.1176 & 0.2391 & 0.1516 \\ 0.2214 & 0.2353 & 0.2174 & 0.0606 \end{bmatrix}$$

步骤 4：计算属性 u_i 输出的信息熵 e_j ，得

$$e_1=0.9266, e_2=0.9794, e_3=0.9840, e_4=0.9653$$

步骤 5：计算属性权重向量，得

$$\omega_1=0.5073, \omega_2=0.1424, \omega_3=0.1106, \omega_4=0.2398$$

步骤 6：利用 $z_i = \sum_{j=1}^n \tilde{r}_{ij} \omega_j$ 计算方案 x_i 的模糊效用值 \tilde{z}_i ，并由公式 8 计算 $E[\tilde{z}_i] (i=1,2,3,4,5)$ ，得

用值 \tilde{z}_i ，并由公式 8 计算 $E[\tilde{z}_i] (i=1,2,3,4,5)$ ，得

$$E[\tilde{z}_1]=0.7220, E[\tilde{z}_2]=0.5333, E[\tilde{z}_3]=0.4045, E[\tilde{z}_4]=0.6830, E[\tilde{z}_5]=0.5704$$

步骤 7：根据 $E[\tilde{z}_i] (i=1,2,3,4,5)$ 的大小得到方案的优劣排序为：

$$x_1 > x_4 > x_5 > x_2 > x_3$$

故最优方案为 x_1

4 结语

小型公司在供应商的选择上往往依据过往经验，具有较为强烈的主观性。本文利用模糊多属性决策方

(下转第 232 页)

3.4 应用

数据采集显示终端广泛应用于各种嵌入式领域和工业控制中,便携式心电检测便是其中之一,利用本系统对心电信号进行实时采集检测,并观察心电图在终端上的实时动态显示,在左上角的静态标签中直接读取采集数据的个数和当前的采样值,并通过触摸屏对显示界面进行放大、缩小、平移和数据保存等操作,如图6所示。

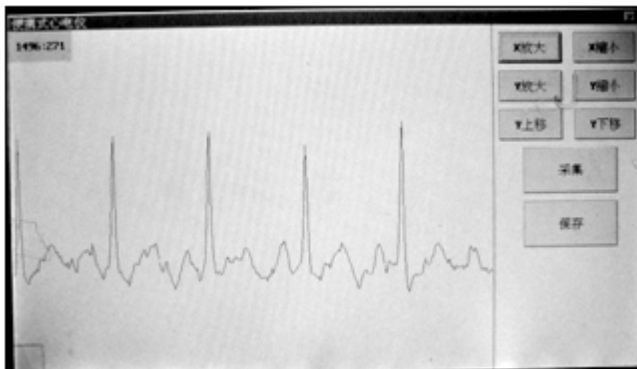


图6 心电信号波形图

4 结语

本数据采集显示终端采用 SEP4020 作为微处理器,将 μ C/OS-II 嵌入式操作系统、MinGUI 图形界面支持系统和 SD 卡 FAT32 文件系统等移植到本系统之中。经过测试,多路数据采集性能稳定,实现了对模

拟信号及数字信号实时采集,显示终端界面运行流畅,实现数据的实时显示并通过 SD 卡实时保存,达到了设计的要求。

本文作者创新点:同以往其它的数据采集系统相比,本系统采用 TLC2543 多通道 ADC 芯片,可同时进行多路采集实现多功能。在软件设计中植入了 μ C/OS-II 嵌入式操作系统,使多任务运行更加稳定可靠;MinGUI 图形界面支持系统为显示终端提供了绚丽多彩的图形界面,达到良好的人机交互效果;同时本系统采用 SD 卡作为移动存储器,以对现场的数据实时采集和高速保存,可轻松实现与计算机数据交换,达到现场采集数据,室内分析数据的目的。

参考文献

- 1 刘胜永,黄庆华.嵌入式实时信号采集与处理系统实现方案.微计算机信息,2008,11(2):61-63.
- 2 刘岚,尹勇,等.基于 ARM 的嵌入式系统开发.北京:电子工业出版社,2008.
- 3 Labrosse JJ. μ C/OS-II—源码公开的实时嵌入式操作系统.邵贝贝译.北京:中国电力出版社,2001.
- 4 陈是知. μ COS-II 内核分析、移植与驱动程序开发.北京:人民邮电出版社,2007.
- 5 马晓波.嵌入式 GUI 的研制—GUI 支撑技术的研究与实现.成都:电子科技大学,2003.
- 6 择.江苏科技大学学报,2008,12.
- 4 彭岩,林强,齐二石.产品生命周期过程供应商选择模型研究.工业工程,2005,10.
- 5 马建诚,梁工谦,关冲.改进灰色关联分析法在供应商中应用.现代制造工程,2007,9.
- 6 邓旭东,刘小国,彭玲.汽车零部件供应商评选的 AHP/灰色统计模型研究.科技管理研究,2010,19.
- 7 王道平,王煦.基于 AHP / 熵值法的钢铁企业绿色供应商选择指标权重研究.软科学,2010,8.
- 8 杨玉中,张强,吴立云.基于熵权的 TOPSIS 供应商选择.北京理工大学学报,2006,1.
- 9 吴登丰,张庆年.基于隐形采购成本的多因素供应商选择研究.武汉理工大学学报,2011.

(上接第 173 页)

法将具有模糊性的供应商选择指标量化,并将信息熵引入模糊多属性决策方法,由于信息熵利用概率理论衡量不确定性,较为客观的计算权重,并最终依靠加权和期望值求得结果。实例验证表明此种方法可以对多个候选供应商进行评分排序,并根据此提供一个决策依据,为供应商选择的决策问题提供了一个新途径。

参考文献

- 1 朱建军,刘士新,王梦光,胡英红.大型钢铁企业重要配件—轧辊供应商评价.计算机应用与软件,2004,11.
- 2 张志清,杨中华.基于 AHP 和 NEULONET 的供应商选择问题.系统工程与电子技术,2007,4.
- 3 田剑,谢英智,唐晖.基于模糊综合评价的在线采购供应商选