

基于改进理想点法的信息系统选购决策方法*

Modified TOPSIS Decision Making Method for Information System Selection

黄景文, 杨琳

HUANG Jing-wen, YANG Lin

(广西大学信息网络中心, 广西南宁 530004)

(Information Network Center, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China)

摘要:将信息系统看作一个多准则决策问题,提出一种混合使用熵权和理想点的信息系统选购决策方法,通过计算信息熵确定各准则的客观权重,然后使用改进的理想点法对多个候选供应系统进行排序,从而确定它们的优胜序列。该方法概念清晰,过程简单,容易在计算机上编程实现,而且在很大程度上克服了传统方法在权重确定上的主观性和随意性。该方法灵活实用,可以为系统采购提供决策参考。

关键词:信息系统选购 理想点法 熵权

中图分类号:F252.21,N945.16 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2009)02-0092-03

Abstract: A combination of entropy weight with TOPSIS method (the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) for selection of the appropriate information system is proposed. The objective weights and the preference order of various criteria were provided by information entropy and modified TOPSIS respectively. The method can easily implemented in a computer based system and avoid the subjectivity and the nondeterminacy in expert's judgments.

Key words: information system selection, TOPSIS, entropy weight

现代企事业单位的日常业务日益依赖于信息和信息系统。因此,选择适合于业务运行的信息系统成为一项获取竞争优势的挑战性任务^[1]。而由于环境的复杂性、动态性和不确定性,以及资金、资源的限制性,信息系统选择并不是一件容易的事情。目前已经有一些关于信息系统选购的辅助决策方法,如打分法、定阶法、数学优化法以及多准则决策(MCDM)分析方法等^[2~4]。打分法和定阶法由于太简单,很难真实反映出购买方的选择偏好,而数学优化法的弱点在于太过依赖高深的数学模型,实践中往往难于把握。鉴于信息系统选购过程中往往受限于多个因素^[3,4],越来越多的研究者倾向于使用MCDM分析方法进行信息系统选购,在这方面,AHP/ANP方法获得了广泛关注^[2,5~7]。然而,AHP/

ANP方法的基础是一致性的专家判断矩阵,在不确定的环境下,专家判断常不一致,需要多轮调整,耗时而繁琐,另外,AHP/ANP方法在权值确定上不可避免专家判断的主观随意性。

理想点法(TOPSIS)是由Yoon和Hwang^[8]提出的处理MCDM问题的多方案排序和选择的经典方法之一。TOPSIS的思想是^[8~10]:设定一个虚拟的最优解(称为理想解)和一个虚拟的最劣解(称为负理想解),在目标空间中求解方案的相对接近程度,以度量某个方案靠近理想解和远离负理想解的程度,用相对接近程度的值决定方案的排序,相对接近程度越大,则方案越优,反之,越差。在MCDM决策过程中,一个关键问题是准则的权重向量确定。有多种方法确定准则的权值,如专家定权、使用AHP方法定权、熵权确定方法等。在熵权确定方法中,熵是信息量的客观量度,熵值越大,包含的信息量越小,对评价系统的贡献(即权重)也越小^[11,12]。

本文将信息系统选购看作一个MCDM问题,提出一种混合使用熵权和理想点的方法,通过计算

收稿日期:2008-09-12

修回日期:2009-02-27

作者简介:黄景文(1973-),男,高级工程师,主要从事智能决策分析、信息化建设、信息安全风险管理等方面研究。

*广西大学科研基金项目(X081094)资助。

信息熵确定各准则的客观权重,以此克服权重确定的主观随意性,并使用理想点法思想对多个候选系统进行排序,从而确定它们的优胜序列,为系统采购提供决策参考。

1 信息系统选购问题

信息系统选购涉及报价、系统实现的时间、性能、供应商的声誉及服务能力等诸多因素,因此,其过程可以视为一个 MCDM 优选问题。那么,若有 m 个候选系统 $A_i, 1 \leq i \leq m, n$ 个选购准则 $C_j, 1 \leq j \leq n, A_i$ 对 C_j 的值为 x_{ij} , 准则 C_j 的相对重要程度(权重)为 w_j , 则信息系统选购问题可由决策矩阵

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

和权重向量

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n) \quad (2)$$

表示。

为了统一各数据的量纲,对(1)式的决策矩阵 D 使用

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (3)$$

进行规范化处理,得到规范化矩阵

$$P = (p_{ij})_{m \times n} \quad (4)$$

2 基于改进理想点法的信息系统选购决策过程

系统选购的 MCDM 优选问题实际上就是对候选系统进行评价和定级,选取最接近目标的优胜者。在经典的 TOPSIS 方法中,对规范化矩阵进行加权运算必然使加权的影响重复两次,加权运算的过度影响未必符合决策初衷^[9],为了克服这一问题,在竞标者排序时,使用加权欧氏距离^[10]取代加权规范化矩阵来改进经典的 TOPSIS 方法。根据这一思路,参照 TOPSIS 的一般过程^[8],系统选购的决策过程由如下步骤组成。

步骤 1: 确定系统选购问题,根据购买方需求和决策偏好设定评价准则,邀标、筛选并初选候选系统(竞标者)。

步骤 2: 按评价准则采集各候选竞标者的数据,形成决策矩阵 D , 计算得到正规化矩阵 P 。

步骤 3: 确定各个评价准则的权重 w_j 。使用熵权确定方法,根据决策矩阵包含的信息,通过计算各准则的信息熵来确定其客观权重。(4)式规范化决策

矩阵中每个评标准则的熵为

$$e_j = -\frac{1}{\ln(m)} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (5)$$

为了用信息熵表示权值,第 j 准则对系统评价的贡献率表示为

$$d_j = 1 - e_j \quad (6)$$

归一化处理后第 j 准则的权重为

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (7)$$

步骤 4: 确定理想点 A^+ 和负理想点 A^- 。

$$A^+ = (p_1^+, p_2^+, \dots, p_n^+), \quad (8)$$

$$A^- = (p_1^-, p_2^-, \dots, p_n^-), \quad (9)$$

其中

$$p_j^+ = \{\max_i p_{ij}, j \in J_1; \min_i p_{ij}, j \in J_2\}, \quad (10)$$

$$p_j^- = \{\min_i p_{ij}, j \in J_1; \max_i p_{ij}, j \in J_2\}. \quad (11)$$

在(10)式和(11)式中, J_1 为效益型准则集合,取值越大越好; J_2 为成本型准则集合,取值越小越好。

步骤 5: 分别计算各竞标者与理想点和负理想点的加权欧氏距离^[9] d_i^+, d_i^- 和相对接近程度 λ_i 。

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j (d_{ij}^+)^2}, i \in [1, m], \quad (12)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j (d_{ij}^-)^2}, i \in [1, m], \quad (13)$$

$$\lambda_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, i \in [1, m], \quad (14)$$

其中

$$d_{ij}^+ = p_j^+ - p_{ij}, i \in [1, m], j \in [1, n], \quad (15)$$

$$d_{ij}^- = p_j^- - p_{ij}, i \in [1, m], j \in [1, n]. \quad (16)$$

步骤 6: 根据相对接近程度 λ_i 的大小得出竞标者排序, λ_i 大者优先中标。

3 信息系统选购决策案例

以某机关的电子政务系统集成服务的政府采购为例。购买方通过邀标和预评估,将在国内 7 家信息系统集成商(竞标者 $A_i, 1 \leq i \leq 7$) 中选择一个中标者来完成其电子政务系统的软硬件建设和后续服务。按照购买方的业务需求和电子政务系统的性能需求,招标方拟从系统报价(C_1), 承诺完成集成服务的时间(C_2), 软件系统的易用性、安全性与扩展性等性能(C_3), 竞标者的研发能力及售后服务能力(C_4) 和竞标者的业界声誉(C_5) 等方面评定最后的中标者。为了尽可能实现量化评估,招标方通过聘请业界专家以盲审方式从易用性、安全性与扩展性等方面对竞标者提供的软硬件系统和技术资料进行测试和评分,并采用 Delphi 法确定分值;通过资质审查确定

竞标者中具有业界认证的技术支持工程师数量,用以间接表示竞标者的研发能力及售后服务能力;通过市场调研,获取竞标者的市场份额(成功案例数量)用以间接度量其业界声誉;从投标现场采集竞标报价和承诺完成集成服务的时间。获得的决策矩阵见表 1。

表 1 决策矩阵

A_i	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	120	40	82.5	182	25
A_2	130	30	85.6	239	25
A_3	95	35	80.9	147	21
A_4	110	35	81.7	153	22
A_5	120	45	82.3	177	28
A_6	100	25	80.4	193	23
A_7	98	30	81.2	162	20

使用(3)式、(8)式和(9)式得到表 1 的规范化矩阵、理想点和负理想点如表 2 所示。由于 C_1 和 C_2 为成本型指标,理想点取大,负理想点取小,而 C_3 、 C_4 和 C_5 为效益型指标,理想点和负理想点取值相反。根据表 2 的结果,由(5)~(7)式求得各准则的权重向量为:

$$W = (0.152, 0.399, 0.005, 0.301, 0.143)。$$

表 2 规范化矩阵、理想点和负理想点

A_i	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	0.155	0.167	0.144	0.145	0.152
A_2	0.168	0.125	0.149	0.191	0.152
A_3	0.123	0.146	0.141	0.117	0.128
A_4	0.142	0.146	0.142	0.122	0.134
A_5	0.155	0.188	0.143	0.141	0.171
A_6	0.129	0.104	0.140	0.154	0.140
A_7	0.127	0.125	0.141	0.129	0.122
A^+	0.123	0.104	0.149	0.191	0.171
A^-	0.168	0.188	0.140	0.117	0.122

由(12)~(14)式求得各竞标者的 d_i^+ 、 d_i^- 和 λ_i 见表 3。由表 3 的 λ_i 值可以得出排序序列依次为 A_6 、 A_2 、 A_7 、 A_3 、 A_4 、 A_1 和 A_5 。因此可以建议竞标优胜者为 A_6 。此外, A_6 和 A_2 差别很微弱, A_2 也可以在考虑之列,由于电子政务系统建设是个涉及政治经济等多方面因素的系统工程,信息系统的选购是个复杂的决策过程,可以建议再根据购买方的其他要求另外评估 A_6 和 A_2 , 或再结合其他评价方法,从中选择合适的系统集成商。

表 3 加权欧氏距离和相对接近程度

A_i	d_i^+	d_i^-	λ_i
A_1	0.049	0.024	0.328
A_2	0.023	0.058	0.714
A_3	0.051	0.032	0.385
A_4	0.049	0.029	0.371
A_5	0.061	0.023	0.277
A_6	0.023	0.059	0.716
A_7	0.041	0.043	0.515

4 结束语

选择适合于业务运行的信息系统将是一项获取竞争优势的挑战性任务。本文提出一种混合使用熵权和理想点的信息系统选购决策方法,权值确定简单,在很大程度上克服了传统方法在权重确定上的主观性和随意性,此外,决策过程概念清晰,过程简单,结构性强,易于在计算机上编程实现,对于快速应对购买方扩展评标准则具有很强的适应性。应用案例表明,该方法有效易用,能够辅助购买方进行快速决策。

参考文献:

- [1] Davenport T H. Mission critical-realizing the promise of enterprise systems [M]. Boston: Harvard Business School Press, 2000.
- [2] Wei C C, Chien C F, Wang M J. An AHP-based approach to ERP system selection [J]. International Journal of Production Economics, 2005, 96(1): 47-62.
- [3] Chen C T. A decision model for information system project selection [C]. IEEE International Conference, 2002: 18-20.
- [4] Mikhailov L, Masizana A. Decision support for information systems selection [C]. IEEE International Conference, 2004: 10-13.
- [5] Liang C, Li Q. Enterprise information system project selection with regard to BOCR [J]. International Journal of Project Management, 2008, 26(8): 810-820.
- [6] Karsak E. E, Ozogul C O. An integrated decision making approach for ERP system selection [J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36(1): 660-667.
- [7] Lee J W, Kim S H. Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection [J]. Computers & Operations Research, 2000, 27(4): 367-382.
- [8] Yoon K, Hwang C L. Multiple attribute decision making methods and applications [M]. Berlin: Springer Verlag, 1980.
- [9] Lin Y H, Lee P C, Ting H I. Dynamic multi-attribute decision making model with grey number evaluations [J]. Expert Systems with Applications, 2008, 35(4): 1638-1644.
- [10] Deng H, Yeh C H, Willis R J. Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights [J]. Computers & Operations Research, 2000, 27(10): 963-973.
- [11] Pratyush S, Jian-Bo Y. Multiple criteria decision support in engineering design [M]. Berlin: Springer Verlag, 1998.
- [12] Shannon C E, Weaver W. The mechanical theory of communication [M]. Champaign: University of Illinois Press, 1947.

(责任编辑: 韦廷宗)