

A Multiattribute Decision Making on the ERP System Selection

Yuwei Zhang

Dept. of Air Transportation Management, Aletheia University, Tainan, Taiwan

uwchang@seed.net.tw

Abstract: This paper presents a multiattribute decision making (MADM) method to the ERP system selection problem. An analytical hierarchy process (AHP) method was used to obtain the weight of a finite set of alternatives involving multiple attributes. The TOPSIS technique was used for synthetic decision. This paper formulates the ERP system selection process as an MADM problem. Results show that the problem can be solved effectively.

Keywords: ERP; multiattribute; AHP; TOPSIS

多属性决策于 ERP 系统厂商选择之研究

张育维

真理大学航空运输管理学系,台南,台湾,72147

uwchang@seed.net.tw

摘要: 在快速变化的经营环境中, 如何选择合适的 ERP 系统, 以协助企业提升经营能力, 对企业而言可谓格外重要。由于企业在选择 ERP 系统中, 常需考虑多项不同评估属性, 由公司组成评估小组, 针对不同合格公司进行评选, 故本质上属于多属性群体决策之范畴。本文提出了一套多属性群体决策方法, 协助企业选择合适的 ERP 系统。在此方法中, 首先以层级分析法评估 ERP 的评估属性和候选系统的评价, 其次以 TOPSIS 法进行 ERP 系统综合评价。本文所提出之方法, 将可有效提供企业进 ERP 系统选择之使用。

关键词: ERP; 多属性决策; AHP; TOPSIS

1 引言

在变动迅速的商业环境中, 为了增加竞争力及整合企业内部信息, 许多企业纷纷导入企业资源规划 (Enterprise Resource Planning; ERP) 系统, 以提升公司经营及决策能力。由于导入 ERP 系统所需的成本十分庞大, 除了软件成本外, 在导入过程中亦需要企业内成立跨部门工作小组进行各方面协调, 以整合企业内部资源, 过去因而有许多导入失败的案例发生。

近年来由于软件开发技术的进步, 许多厂商纷纷投入 ERP 系统的研发, 导致市面上出现许多颇具规模的 ERP 厂商, 比较大的公司如: ORACLE、SAP、鼎新等。由于每家公司所提供的系统功能皆不尽相同, 各家信息系统亦有不同的优缺点, 故对企业而言, 如何选择合适的 ERP 系统供货商, 可谓格外重要。

ERP 系统选择与导入往往涉及到许多不同评估属

性(如: 厂商规模、软件功能、系统技术与售后服务等), 在导入过程中, 往往由企业内各方面专家组成委员会, 针对 ERP 系统厂商进行审查, 以决定合适的 ERP 系统, 故实为一多属性群体决策问题。

本研究应用多属性群体决策理论, 拟定一套群体决策下的 ERP 系统选择模式。在评估属性权重和评估方案评价矩阵选取上, 以层级分析法进行属性和权重的求解。在综合评价和评估厂商排序方面, 本文以 TOPSIS 进行评估方案之综合评价, 期望拟定合理的评估模式, 以提供厂商做为 ERP 系统评选的重要参考依据。

2 模型介绍

2.1 ERP 厂商选择流程

多属性决策已经广泛被用来排序或选择具有不同评估属性和候选方案的决策问题上 [1]。Keeney(1982)[2]将多属性决策按照流程分为四阶段,

第一阶段为构建问题。第二阶段为评估方案可行性。第三阶段为确定决策者偏好。第四阶段为评估及比较替代方案。基于群体决策需整合决策中个别专家之意见，故依据学者定义，结合群体决策特性，主要可将 ERP 系统选择决策分成以下步骤：

步骤一：定义问题，建构评估 ERP 系统选择的层级结构

首先定义问题，并将 ERP 系统选择问题以评估方案层级结构表示。假设 ERP 选择问题有 m 个厂商，以 A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) 表示，与 n 项独立评估属性，以 C_j ($j = 1, 2, \dots, n$) 表示，其 $m \times n$ 之评价矩阵如下：

$$x = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中 x_{ij} 表示相对于属性 C_j 的第 i 个评估属性绩效。其中权重向量以下所示：

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

步骤二：求取评估属性权重和评估方案评价矩阵

由每位决策者分别对 ERP 系统评估属性和方案进行评估，故需分别求出个别决策者对评估属性权重(w)及评估属性下各方案之评价(x)。在多属性决策过程中，一般而言，有四种常用的权重估计方法，如等级法(ranking method)、分数法(rating method)、层级分析法(analytical hierarchy process)与替代分析法[3]。本研究在评估属性权重和评估方案评价的选取上，以层级分析法进行属性和方案权重的求解。

步骤三：整合个别决策者意见形成群体决策

一般而言，决策往往并非一人，故需要整合不同决策者意见成为群体决策。一般而言，常以算术平均数和几何平均数整合个别决策者之意见。

步骤四：形成综合评判，进行评估方案综合排序

由于各项评估属性重要性程度不一，故将评估方案评价(x)导入权重(w)的概念，以求算出各 ERP 厂商的绩效值 (R)，以作为 ERP 系统排序的参考。

$$R = w \times x \quad (3)$$

常用的综合评判方法有简单加法(SAW)、加权相乘法(WP)与 TOPSIS(Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution)。本研究将以 TOPSIS 法，计算综合排序结果。

2.2 层级分析法

层级分析法(AHP)是由 Saaty [4]于 1971 年所发展出来的一种多属性决策技巧，主要是对非定量事件作定量分析的一种简单方法，目的是将复杂的问题系统化，由不同的层面给予层级分解，主要有五步骤：

步骤一：建立层级关系

首先将一个复杂的问题按照目标、标的、准则及方案建立层级结构。一般而言，每一层级的评估属性不宜超过七个，超出的部份可再分层处理，以免影响层级间的一致性。

步骤二：建立成对比较矩阵

配合不同的层次，建立成对比较矩阵，成对比较是以评比尺度来表示，将评比尺度划分为同等重要、稍重要、重要、很重要、绝对重要，另外四个评比尺度介于上述五评比尺度间，共计九个评比尺度。

成对比较时使用的数值，分别为 $1/9, 1/8, \dots, 1/3, 1/2, 1, 2, 3, \dots, 8, 9$ ，将 n 个要素比较结果的衡量，置于成对比较矩阵的上三角形部分，主对角线为要素自身的比较，故均为 1，而下三角形部分的数值，为上三角部分相对位置数值的倒数。

步骤三：计算特征向量及最大特征值^[5]

1. 求解特征向量 (\bar{w})

成对比较矩阵得到后，接着求取各层级要素的优先向量，使用数值分析中常用的特征值解法，找出特征向量，亦即权重分配 \bar{w} 。

2. 求解最大特征值

最大特征值的近似求法，以所求之优先向量 \bar{w} 和成对矩阵相乘，得一向量 \bar{w}' ，再将 \bar{w} 中之每一元素除以原优先向量 \bar{w} 之每一元素。最后将所得的数值求取算数平均数，即可得到最大特征值当新求出之矩阵 \bar{w}' ，得以将矩阵之数值与权重值做计算，并进一步求得最大特征值。

步骤四：进行一致性检定

以上所得到特征向量即为所求之权数，至于所求之权数是否合理还需针对判断矩阵进行一致性检定。一致性检定的方法可分为一致性指标 (Consistency Index, $C.I.$) 与一致性比率 (Consistency Ratio, $C.R.$) 当 $C.I. = 0$ 表示前后判断完全具一致性，而 $C.I. > 0$ 则表示前后判断不连贯， $C.I. \leq 0.1$ 为可容许的偏误。

为了确定矩阵不一致程度的容许范围，还需要针对判断矩阵进行一致性检验。其检验方程式为：

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (4)$$

当 $C.R. \leq 0.1$ 时，则可利用特征向量所求的权数分配即为合理。

步骤五：求解权重与绩效之优势比重值

经由成对比较矩阵的建立、优先向量及最大特征值的计算、并进行一致性的检定，取得各层级要素的权重。

2.3 综合评价方法

在求得评估属性和各评估方案的权重后，需进行权重(w)与方案评价(x)综合评价，本研究将以TOPSIS法进行综合评判。TOPSIS法基本概念乃是在界定理想解与负理想解，理想解由所有属性则中效用最大所组成，负理想解是由效用最小所组成，选择方案时，衡量与理想解和负理想解的距离后，求出距理想解最近与距离负理想解最远之方案。步骤如下所示^[6]：

步骤一：建立各方案对各属性评分矩阵

$$r_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

步骤二：标准化

将求得的属性分数标准化，以避免极端值之影响。

步骤三：乘上各属性的权重值，形成加权后的评价矩阵

$$V_{ij} = w_j \times r_{ij}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

其中 w_j 第 j 个评估属性的权重

步骤四：确认理想解和负理想解

理想解乃是可行方案中最大属性上达到最大值，在最小特性达到最小值，同理，负理想解即在最大属性中有最小的值，在最大特性中有最大的值。

$$A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_j^*, \dots, v_n^*\} = \{(\max_i v_{ij} | j \in J_1)\}, \{(\min_i v_{ij} | j \in J_2) | i=1, \dots, m\} \quad (7)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-\} = \{(\min_i v_{ij} | j \in J_1)\}, \{(\max_i v_{ij} | j \in J_2) | i=1, \dots, m\} \quad (8)$$

步骤五：计算与理想解和负理想解间的距离

TOPSIS 的价值衡量是以最理想解与负理想解做为参考基准，衡量每个方案与正理想解及负理想解间的分离度作为相对优势与劣势。计算方案与正理想解间分离度为 $S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}$, $i = 1, 2, \dots, m$ ，其中

$$V_j^* = \max_j V_{ij} \quad (9)$$

相同的，计算方案与负理想解分离度为

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, i = 1, 2, \dots, m,$$

$$\text{其中 } V_j^- = \min_j V_{ij} \quad (10)$$

步骤六：计算方案与负理想解之相对距离

$$C_i^* = S_i^- / (S_i^* + S_i^-), i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

其中 $0 \leq C_i^* \leq 1$, $C_i^* = 0$ 当 $A_i = A^-$, 且 $C_i^* = 1$ 当 $A_i = A^*$

其中 C_i^* 介于 0 到 1 之间，愈接近 1 表示该方案相对离负理想解越远，因此越佳，优先级越高。

步骤七：方案排序

最后依据各方案距离理想解相对接近程度 C_i^* 值的大小，决定其优先级。

3 应用实例

为了提升产业竞争力，某厂商需采购一套企业资源规划系统(ERP system)。经过初步选择后，有六家系统供货商 (S_1, S_2, \dots, S_6) 作为该系统采购之合格厂商。在此一采购项目中，共有五位专家 (P_1, P_2, \dots, P_6) 参与采购ERP系统决策之制定，经由过去采购经验，采购专家决定以最常被用来选择供货商的四种评估属性 - ERP厂商声誉 (A_1)、ERP系统功能(A_2)、ERP系统技术 (A_3) 及ERP厂商售后服务(A_4) 为评估标准。

3.1 属性及评估方案决定

本研究首先由五位专家针对问题进行成对比较矩阵之问卷填写。求得个别专家成对比较之两两相对值后，将成对比较矩阵进行一致性检定。经由层级分析法的运算流程，依序求出五位专家对评估属性和各属性下六家 ERP 系统的权重如表 1~5 所示。

表 1 个别专家属性权重

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
A ₁	0.131	0.089	0.154	0.058	0.086
A ₂	0.270	0.137	0.068	0.099	0.243
A ₃	0.548	0.133	0.271	0.256	0.213
A ₄	0.051	0.640	0.507	0.587	0.458

表 2 A₁属性下个别专家对 ERP 系统权重

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
S ₁	0.104	0.159	0.126	0.160	0.066
S ₂	0.320	0.112	0.202	0.054	0.209
S ₃	0.107	0.234	0.116	0.430	0.352
S ₄	0.027	0.287	0.056	0.285	0.194
S ₅	0.337	0.120	0.214	0.035	0.089
S ₆	0.106	0.089	0.286	0.036	0.089

表 3 A₂属性下个别专家对 ERP 系统权重

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
S ₁	0.200	0.098	0.142	0.227	0.061
S ₂	0.258	0.268	0.105	0.212	0.396
S ₃	0.148	0.174	0.288	0.310	0.279
S ₄	0.083	0.265	0.288	0.184	0.114
S ₅	0.288	0.082	0.085	0.033	0.085
S ₆	0.023	0.112	0.091	0.033	0.065

表 4 A₃属性下个别专家对 ERP 系统权重

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
S ₁	0.121	0.167	0.155	0.259	0.228
S ₂	0.378	0.074	0.091	0.100	0.113
S ₃	0.026	0.193	0.277	0.259	0.175
S ₄	0.026	0.411	0.312	0.259	0.329
S ₅	0.261	0.078	0.106	0.061	0.078
S ₆	0.189	0.078	0.058	0.061	0.078

表 5 A₄属性下个别专家对 ERP 系统权重

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
S ₁	0.084	0.079	0.133	0.106	0.101
S ₂	0.040	0.202	0.066	0.362	0.318
S ₃	0.027	0.111	0.050	0.166	0.130
S ₄	0.320	0.352	0.408	0.241	0.251
S ₅	0.436	0.152	0.239	0.078	0.133
S ₆	0.094	0.104	0.103	0.046	0.067

3.2 汇整个别专家意见形成整体决策

求出个别专家属性和方案权重后，其次以几何平均数整合个别专家意见，形成群体决策，群体专家对评估属性权重依序为

$W = (A_1, A_2, A_3, A_4) = (0.117, 0.172, 0.306, 0.406)$
 整体专家对 ERP 系统评价如表 6 所示。

3.3 评估方案排序

其次整合权重和方案评价，以 TOPSIS 求得综合评价及方案排序，其算法如下：

首先由公式 (9) 与(10)，可求得四间 ERP 供货商的正理想解 (A*) 与负理想解(A-)分别为

$$A^* = (0.0303, 0.0394, 0.0722, 0.1412)$$

$$A^- = (0.0138, 0.0094, 0.0309, 0.0363)$$

其次由公式 (11) 与 (12)，可分别求得方案与正理想解 (S_i^{*}) 与负理想解之距离 (S_i⁻)

$$S_i^* = (0.0985, 0.0802, 0.1664, 0.0171, 0.0755, 0.1178)$$

$$S_i^- = (0.0388, 0.0450, 0.0408, 0.1144, 0.0448, 0.0000)$$

最后经由公式 (13) 可求得评估方案与负理想解之相对距离

$$C_i^* = (0.2826, 0.3598, 0.1970, 0.8699, 0.3723, 0)$$

经由上述计算过程，其结果依序为 S₄ > S₅ > S₂ > S₁ > S₃ > S₆，故将以 S₄ 厂商作为 ERP 软件供货商来源。

表 6 整体专家对 ERP 系统评价

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
S ₁	0.143	0.131	0.217	0.112
S ₂	0.186	0.228	0.149	0.163
S ₃	0.260	0.230	0.174	0.090
S ₄	0.145	0.168	0.236	0.348
S ₅	0.149	0.089	0.122	0.198
S ₆	0.119	0.055	0.101	0.090

4 结束语

本文拟订一套多属性群体决策，协助厂商进行 ERP 系统之选择。经由 AHP 与 TOPSIS，得出 ERP 系统选择的综合排序结果。企业可依据排序结果选择

出合适的 ERP 系统。本文所提供的方法，原理简单，极适合厂商做为 ERP 系统选择之使用。

致 谢

作者感谢国科会补助，研究计划编号 NSC 99-2410-H-156-001

References (参考文献)

- [1] Yeh, C.H., Willis,R.J., Depu,H., and Pan,H., Task oriented weighting in multi-criteria analysis[J], European Journal of Operation. Research , 1999, 119, P130-146.
- [2] Keeney,R.L., Decision analysis: an overview[J]. Operation Research, 1982, 30, P803-838.
- [3] J. Malczewski, GIS and multicriteria decision analysis[M]. New York: John Wiley & Sons Inc, 1999.
- [4] T. L. Saaty, The Analytic Hierarchy Process[M]. New York: McGraw-Hill,1980.
- [5] JIN L, Practical Fuzzy Maths, Taipei, East Asian press, 1991 (In Chinese).
袁炉, 实用模糊数学[M], 台北, 亚东书局印行, 1991。
- [6] Hwang,C.L., Yoon,K., Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications : A State-of-the-Art Survey[M], New York: Springer-Verlag, 1981.