

應用 Fuzzy DEMATEL 與 Fuzzy ANP 建立 供應商績效評估系統

林吉仁

工業工程與管理系

大華技術學院

新竹縣芎林鄉大華路一號；(03)5927700-2963

e-mail: lcj@thit.edu.tw

摘要：本研究之目的是先利用模糊決策實驗室法(Fuzzy DEMATEL)，於具有複雜因果關係與模糊本質的供應商評估準則間，找出 S 公司採購部人員所重視的供應商評估準則。再以模糊分析網路程序法(Fuzzy ANP)，找出重要準則間的相對權重，即可量化準則並求得每一供應商的總分，建立 S 公司對供應商的績效評估方法。而且供應商可自績效得分，得知自己缺點與改進方向。研究結果顯示 S 公司採購部門最重視的六項供應商評估準則是：品質、生產設備與產能、商譽與業界地位、交期、價格、技術能力，對應的權重分別為 24.5%、13.36%、10%、18.1%、17.53%、16.5%

關鍵詞：績效評估準則、模糊決策實驗室法、模糊分析網路程序法

Abstract : The purpose of this study is first to applied the fuzzy decision making trial and evaluation laboratory technique (Fuzzy DEMATEL) to find out the key criteria for evaluating supplier's performance of S company. Then, the fuzzy analytic network process (Fuzzy ANP) will be used to determine the weights of the key criteria and can get the total performance of each supplier. The established supplier performance evaluation system can help S company to select suppliers, and help the supplier to perceive its shortcomings. Results indicate that Quality, Production facilities and Capacity, Reputation and Position in Industry, Delivery, Price and Technical Capability are the most important six criteria of S company. Their corresponding weights are 24.5%, 13.36%, 10%, 18.1%, 17.53% and 16.5%, respectively.

Keywords: Suppliers performance evaluation, Fuzzy DEMATEL, Fuzzy ANP

一、緒論：

供應商的物料、零組件能適時、適量、適質及以合理價格穩定供應，對製造商非常重要。因此供應商的良窳，關係著供應鏈的運作，也深深影響企業的成敗。企業中的採購部門必須定期的評估供應商的績效，以期望供應商能達到企業的需求。由於企業有各自的特性，所重視的評估準則也不完全相同，因此企業應依據本身之特性、要求、經驗，來定訂評估準則，所開發出的供應商績效評估系統才是企業最適用的。

在進行供應商評估時，必須同時考慮多個準則，一般都以 Dickson(1966)曾提出 23 項供應商評估準則為標準，列示如下：

(1)品質；(2)交期；(3)過去的歷史績效；(4)保證與申訴政策；(5)生產設備與產能；(6)價格；(7)技術能力；(8)財務狀況；(9)過去遵從性；(10)溝通系統；(11)商譽與業界地位；(12)企業企圖心；(13)管理與組織；(14)作業管制；(15)維修服務；(16)態度；(17)印象；(18)包裝能力；(19)勞工關係記錄；(20)地理位置；(21)過去的交易額；(22)員工訓練；(23)互惠安排。

縱觀這些準則，準則間具有相依及回饋的情形，非各別獨立，又有其複雜的因果關係結構；而人類經驗之表達也有模糊的本質，因此本研究將利用模糊決策實驗室法(Fuzzy Decision making trial and evaluation laboratory)，簡稱 Fuzzy DEMATEL 法[Lin and Wu (2008)]，透過問卷調查找出 S 公司採購部人員所重視的供應商評估準則。

得知 S 公司所重視的供應商評估準則後，由於績效準則間有互相影響的情形，將再以模糊分析網路程序法(Fuzzy Analytic Network Process)，簡稱 Fuzzy ANP 法，透過問卷調查找出重要準則間的相對權重，量化準則，建立供應商績效評估制度。依據此制度採購部門可並求得每一供應商的總分加以排序，淘汰不佳的供應商，而也提供供應商改善的方向。

二、研究方法簡介

2.1 模糊決策實驗室法(Fuzzy DEMATEL)

DEMATEL 方法源於 1973 年日內瓦研究中心 Battelle 協會，當時 DEMATEL 方法用於研究世界複雜、困難的問題(如種族、饑餓、環保、能源問題...等等)，近幾年，DEMATEL 方法在日本非常熱門，因為此方法可有效的瞭解複雜的因果關係結構，其藉由察看元素間兩兩影響程度，利用矩陣及相關數學理論計算出全體元素間的因果關係及影響的強度。國內相關的應用包括關鍵因素評估[紀岱玲、林我聰 (2006)、吳泓怡、張洵銘、周佳蓉 (2006)]、企業規劃與決策[林宗明 (2005)、胡雪琴 (2003)]、都市規劃設計、地理環境評估、分析全球問題群...等等。

DEMATEL 架構及運算步驟如下：

1. 定義元素並判斷關係：列出系統中的元素並定義，可經由探討、腦力激盪...等方式獲得。根據專家主觀的心智模型判斷元素兩兩間的關係。關係尺度以 0 代表無影響、0.25 代表極低影響、0.5 代表低影響、0.75 代表高影響、1 代表極高影響。
2. 產生直接關係矩陣(direct-relation matrix)：若準則個數為 n ，將準則依其影響關係與程度兩兩比較，得到 $n \times n$ 矩陣，稱為直接關係矩陣，以 Z 表示，矩陣中 z_{ij} 的數字代表準則 i 影響準則 j 的程度，並且將其對角元素 z_{ii} 設為 0。
3. 計算標準化直接關係矩陣：令 s 為矩陣 Z 的列和最大值，再將整個矩陣的元素除以 s ，即 $X = \frac{Z}{s}$ ，即可得到標準化直接關係矩陣 X 。
4. 計算總關係矩陣(total relation matrix)：因為 $\lim_{k \rightarrow \infty} X^k = O$ ，因此總關係矩陣 T 可從下列公式得到，其中 O 為零矩陣， I 為單位矩陣。
$$T = \lim_{k \rightarrow \infty} (X + X^2 + \dots + X^k) = X(I - X)^{-1}$$

5.繪製因果圖(causal diagram)：令 $t_{ij} (i, j=1, 2, \dots, n)$ 為 T 中元素，列的總合及行的總合分別以 D_i

$$\text{與 } R_j \text{ 表示，由公式 2-4、2-5 可得到: } D_i = \sum_{j=1}^n t_{ij} \quad (i=1, 2, \dots, n); \quad R_j = \sum_{i=1}^n t_{ij} \quad (j=1, 2, \dots, n)$$

其中 D_i 表示以元素 i 為原因而影響其他元素的總和，包含了直接及間接影響， R_j 表示以元素 j 為結果而被其他元素影響的總和。 $(D + R)$ 稱為中心度(prominence)，由 D_k 加 R_k 而來，表示通過此元素影響及被影響的總程度，可顯現出此元素在問題群中的中心度， $(D - R)$ 稱為原因度(relation)，由 D_k 減 R_k 而來， $(D_k - R_k)$ 若為正，此元素偏向為導致類， $(D_k - R_k)$ 若為負，此元素偏向為影響類。因果圖分別以 $(D_k + R_k, D_k - R_k)$ 為序偶，橫軸為 $(D + R)$ ，縱軸為 $(D - R)$ 。因此因果圖可以將複雜的因果關係簡化為易懂的結構，能深入瞭解問題以提供解決方向，此外藉由因果圖的協助，決策者可根據準則中導致類或影響類來規劃適合的決策。

由於環境的不確定性與語意模糊性，Lin and Wu [2] 將模糊理論導入 DEMATEL 法。在關係尺度以三角模糊數(0,0,0.25)代表無影響、(0,0.25,0.5)代表極低影響、(0.25,0.5,0.75)代表低影響、(0.5,0.75,1.0)代表高影響、(0.75,1.0,1.0)代表極高影響。依循 DEMATEL 運算步驟再搭配模糊理論的公式，即可將模糊 DEMATEL 法運用自如。

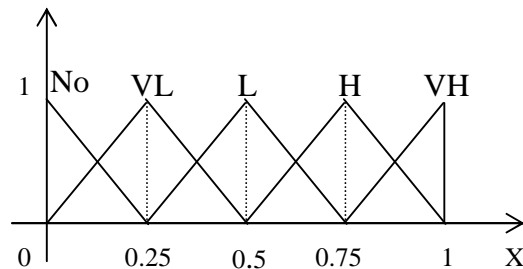


圖 1. 語意措詞與三角模糊數對應圖

2.2 分析網路程序法(Fuzzy ANP)

分析層級程序法(Alytic Hierarchy Process, AHP)是 1971 年 Saaty 因規劃工作問題而首創。其針對問題訂立總目標，根據總目標發展出次目標，即為下層元素，反覆直到最上層元素，藉由評估尺度(Scale)進行對偶比較(Pairwise Comparison)，求出特徵向量做為評估各元素間的權重，最後再透過綜合求得整體的優先順序。

Saaty 於 1996 年將分析層級程序法延伸，提出分析網路程序法(Analytic Network Process, ANP)，其最大的不同為 AHP 視各準則為獨立，ANP 則考慮準則或替代方案間存在內部相依(Interdependence)及回饋(Feedback)的關係，AHP 為 ANP 的特殊情形，ANP 常應用在無法以階層結構表示的多準則決策問題，如：專案選擇、產品規劃、策略性決、最佳化排序、供應商選擇、多維度分析...等等，因為當我們在考量各種決策準則時，不僅在同一階層的準則之間有影響，在不同階層之間的準則也會互相影響，所以真實情況並不是線性的上下階層結構，反而比較類似於網路。ANP 目的在於透過評估尺度得到並預測所有準則、目標、方案間精確的內部關係，及互相影響的作用後各集群(Cluster)、元素(Element)的權重。

ANP 法決策程序敘述如下：第一階段為準則間的比較，ANP 使用比例尺度來建構矩陣，Saaty 將尺度分為 1~9 以代表同樣重要至非常重要九種程度，建構矩陣的過程為準則成偶比較，詢問決策者「當兩個準則比較時，此準則比另一個準則重要程度有多少？」，矩陣內的每一個比例尺度代表一個集群內的元素對於其他集群內元素的影響(稱為外部相依)，或對自己本身集群內元素的影響(稱為內部相依)，但並不是所有的元素皆會影響到其他的元素，此時用 0 代表兩者間的關係，最後將全部集群的元素分別列於矩陣的左方與上方，形成一個完整的綜合矩陣，稱為「超級矩陣」(Supermatrix)。應用超級矩陣時都須求算主特徵向量(principal eigenvector)

第二階段為超級矩陣的運算，建構出超級矩陣後，將其乘以各集群的權重正規化為已加權矩陣(weighted supermatrix)，將加權矩陣多次相乘之後，將會收斂至一固定值，稱為極限矩陣(Limited matrix)，此時即可得知各元素的權重。

為提升 ANP 法的應用價值，1~9 之尺度可導入三角模糊數、梯形模糊數等，而成為模糊

ANP 法。其運算仍依模糊理論訂之。本研究採最常用的三角模糊數，九尺度分別導入 (1,1,1)、(1,2,3)、(2,3,4)、(3,4,5)、(4,5,6)、(5,6,7)、(6,7,8)、(7,8,9)、(8,9,9)。

三、案例分析

S 公司由採購相關人員組成 7 人小組，透過腦力激盪法(Brain Storming)先自 Dickson 23 項準則中選出 11 項，如下：

(1)品質；(2)交期；(3)生產設備與產能；(4)價格；(5)技術能力；(6)財務狀況；(7)溝通系統；(8)商譽與業界地位；(9)作業管制；(10)包裝能力；(11)地理位置。

依據這 11 項準則製作 Fuzzy DEMATEL 之問卷，由 7 人小組填寫兩兩準則間的關係，利用 Lin and Wu (2008)提出的 Fuzzy DEMATEL 法得 11 項準則的中心度、原因度對應值如表 1。

表 1 11 項準則的中心度、原因度大小

準則	中心度 ($D + R$)	原因度 ($D - R$)
(C ₁)品質	4.369	0.028
(C ₂)交期	4.018	-0.15
(C ₃)生產設備與產能	4.241	-0.13
(C ₄)價格	3.566	-0.22
(C ₅)技術能力	3.501	0.118
(C ₆)財務狀況	2.477	-0.26
(C ₇)溝通系統	3.259	-0.53
(C ₈)商譽與業界地位	4.241	0.355
(C ₉)作業管制	3.299	0.303
(C ₁₀)包裝能力	3.096	0.5
(C ₁₁)地理位置	1.199	0.122

依據中心度大小的排序，可再確定主要影響準則，取前六項分別是：品質(C₁)、生產設備與產能(C₃)、商譽與業界地位(C₈)、交期(C₂)、價格(C₄)、技術能力(C₅)。由表 1 我們另可知道，包裝能力、商譽與業界地位、作業管制是導致類因子，溝通系統、財務狀況、價格是影響類因子。

接著將利用 Fuzzy ANP 法，決定中心度前六項重要準則間的相對權重。毫無疑問的，這六項重要準則間並非獨立，彼此均會互相影響，參見圖 2。例如供應商的生產設備與產能會影響其品質、交期，財務狀況可能影響其價格，因此我們捨棄 Fuzzy AHP 法，而採 Fuzzy ANP 法。

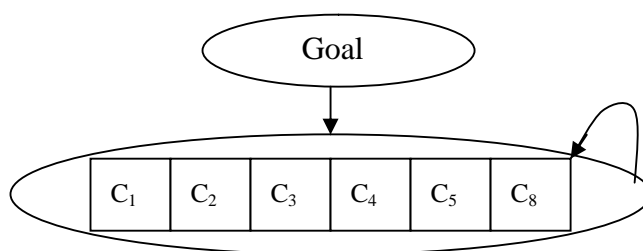


圖 2 準則關係圖

先進行採購總目標下，兩兩準則的對偶比較，而以三角模糊數表示比較的尺寸，其矩陣之部份顯示於表 2。

表 2

Goal	C ₁	C ₃	C ₈	C ₂	C ₄	C ₅
C ₁	(1,1,1)	(2,3,4)	...	...	...	...
C ₃	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	...	...	...	...
C ₈	(1,1,1)	(7,8,9)	...	...	...	...
C ₂	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	...	...	...	...
C ₄	(1,1,1)	(1,2,3)	...	...	...	...
C ₅	(1,1,1)	(1,2,3)	...	...	...	...

依模糊理論計算並反模糊化後，求得主特徵向量為[0.194, 0.089, 0.165, 0.165, 0.232, 0.155]^t。

再進行重要準則比此間的內部相依調查，以品質(C₁)為中心舉例，問生產設備與產能(C₃)與商譽與業界地位(C₈)何者對品質影響較大，是幾倍大，還是幾分之幾？兩兩比較，其矩陣之部份顯示於表 3。

表 3

C ₁	C ₃	C ₈	C ₂	C ₄	C ₅
C ₃	(1,1,1)	...	...	...	...
C ₈	(1/3,1/2,1)	...	...	...	...
C ₂	(1,2,3)	...	...	...	...
C ₄	(1,1,1)	...	...	...	...
C ₅	(1,2,3)	...	...	...	...

求得主特徵向量為[0.156, 0.068, 0.183, 0.197, 0.396]^t。

逐次以生產設備與產能(C₃)、商譽與業界地位(C₈)、交期(C₂)、價格(C₄)、技術能力(C₅)為中心，其他之準則兩兩比較，對中心準則的影響大小。找出成對比較矩陣，並求出主特徵向量。歸納所有主特徵向量並予適當安排即可得超級矩陣 W 如下：

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.1942 & 0 & 0.2361 & 0.3739 & 0.2485 & 0.4558 & 0.3101 \\ 0.0894 & 0.156 & 0 & 0.0638 & 0.2417 & 0.177 & 0.0859 \\ 0.165 & 0.0683 & 0.1365 & 0 & 0.1365 & 0.1033 & 0.1343 \\ 0.1647 & 0.1828 & 0.2466 & 0.3045 & 0 & 0.1993 & 0.2303 \\ 0.2318 & 0.1972 & 0.2624 & 0.1767 & 0.192 & 0 & 0.2359 \\ 0.1549 & 0.3957 & 0.1184 & 0.0811 & 0.1813 & 0.0646 & 0 \end{bmatrix}$$

W 已是加權矩陣，將 W 矩陣多次相乘之後，極限矩陣 W[∞]如下：

$$W^{\infty} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.245 & 0.245 & 0.245 & 0.245 & 0.245 & 0.245 & 0.245 \\ 0.336 & 0.336 & 0.336 & 0.336 & 0.336 & 0.336 & 0.336 \\ 0.1 & 0.1 & 0.1 & 0.1 & 0.1 & 0.1 & 0.1 \\ 0.1811 & 0.1811 & 0.1811 & 0.1811 & 0.1811 & 0.1811 & 0.1811 \\ 0.1753 & 0.1753 & 0.1753 & 0.1753 & 0.1753 & 0.1753 & 0.1753 \\ 0.165 & 0.165 & 0.165 & 0.165 & 0.165 & 0.165 & 0.165 \end{bmatrix}$$

由極限矩陣 W^{∞} 得知品質(C₁)、生產設備與產能(C₃)、商譽與業界地位(C₈)、交期(C₂)、價格(C₄)、技術能力(C₅)的權重依次為 24.5%、13.36%、10%、18.1%、17.53%、16.5%。

四、結論與建議

本計畫具體成果包括有：(1)找出 S 公司較重視的 11 項採購準則，並可區分屬於導致類因子或是影響類因子。；(2)找出 S 公司最重視的 6 項採購準則；(3)求出 6 項重要採購準則的相對權重；(4)對 S 公司採購部進行供應商評比助益甚大；(5)研究所採用的方法具有通用性，可應用於其他產業、不同公司，對國內產業之供應商評估系統有整體提升的潛力。

五、參考文獻

- [1] Dickson, G. W. (1966). An Analysis of Supplier Selection System and Decision, Journal of Purchasing, 2(1), 5-17.
- [2] Chi-Jen Lin and Wei-Wen Wu (2008). A Causal Analytical Method for Group Decision- Making under Fuzzy Environment, Expert Systems with Application, (34)1, 205-213.
- [3] 紀岱玲、林我聰 (2006). 供應商績效評估研究—結合 ANP 及 DEMATEL 之應用，2006 年管理與創新與新願景研討會，淡水真理大學，第 52-66 頁。
- [4] 吳泓怡、張洵銘、周佳蓉 (2006). 應用決策實驗室分析法於運動休閒鞋消費者之購買決策關鍵評估因素分析，中華民國品質學會第 42 屆年會暨第 12 屆全國品質管理研討會，勤益科技大學。
- [5] 林宗明 (2005). 管理問題因果複雜度分析模式建立之研究--以 DEMATEL 為方法論，中原大學企業管理研究所碩士論文。
- [6] 胡雪琴 (2003). 企業問題複雜度之探討及量化研究--以 DEMATEL 為分析工具，中原大學企業管理研究所碩士論文。

※致謝：感謝大華技術學院產學計畫編號：TH-98-專研-IE-08 之補助。