

建立模糊決策支援系統—以供應商選擇策略 為例

Developing Fuzzy Decision Support System on Supplier Selection Strategy

陳月香¹ Yueh-Hsiang Chen
義守大學資訊管理系
高苑技術學院資訊管理系

王天津² Tien-Chin Wang
義守大學資訊管理系

¹ Department of Information Management, I-Shou University and Department of
Information Management, Kao-Yuan Institute of Technology
and ²Department of Information Management, I-Shou University

(Received May 10, 2004; Final Version October 20, 2004)

摘要：對現代企業而言，採購是企業活動最主要的功能之一，而供應商的選擇則是採購機能中重要的一環，慎選合適之供應商即顯得非常重要。本篇論文是以模糊多準則決策 (FMCDM) 為建構模式，並建立決策支援系統，期使能縮短群體決策時間，增進執行效率，以提供企業作參考。

關鍵詞：供應商、模糊多準則決策、決策支援系統、群體決策

Abstract： Purchasing is one of the most critical activities of firms, and selection of suitable supplier is one of the important tasks of purchasing management. In this paper, fuzzy multi-criteria decision making is proposed to develop decision support system. This model can shorten the time of group decision, improve efficiency and provide the firm with reference for supplier selection.

Keywords： supplier, fuzzy multi-criteria decision making, decision support system, group decision.

1. 前言

自全球運籌管理理論提出後，企業的價值核心，已從內部管理功能轉變成企業與企業外部之間的管理運作，而採購商與供應商從過去的對立關係轉變成合作夥伴關係，最大原因為在邁入全球化市場時，過去單打獨鬥的企業型態已無法生存，須將不同企業資源及競爭力，透過資訊科技能力整合成一個供應鏈，才能發揮更大的企業價值。

在現代的企業中，廠商的每一項企業機能均顯得非常重要，採購是企業活動中最主要的功能之一，尤其採購支出約佔總製造成本60%以上，而供應商的選擇則是採購機能中重要的一環。因此，企業若沒有合適的供應商提供低成本、高品質的物料，那必定無法生產出高品質且低成本的产品或服務 (黃士滔、劉天賜，民88)。

傳統生產系統是一種高度中央極權的管理，公司擁有較多的供應商，以避免單一供應商可能帶來的風險 (如交期不確定、缺料等)，而JIT是將需要的產品，以正確的數量、時間，交到正確的地點，儘可能達到零庫存的水準，可節省傳統過多的存貨成本的情況。供應鏈管理即融入了JIT的管理概念，公司使用供應商階層排列的方法，第三層供應商供應原料給第二層供應商，而第二層供應商供應次組件給第一層供應商，公司再從第一層供應商取得零件模組，公司不再面對眾多的原物料供應商，如此可降低管理成本，再加上EDI或EC的訊息傳遞，使生產體系的上下游能快速的傳遞訊息，供應商在充分掌握資訊後，可以全力配合製造商需求，於是供應商的數量可以減少。故如何慎選供應商加入供應鏈，以發揮企業最大效益，就顯得非常重要 (Stevenson, 1999)。

由於目前的環境漸趨複雜及多變，因此考慮的因素愈來愈多，且各因子之間又存在著交互作用的影響，若單憑個人之能力很難做出正確的判斷與分析，如何發展一套有效且客觀的供應商遴選評估模式，是非常重要的。

2. 文獻探討

國內外探討供應商選擇的文獻相當多 (Ghodsypour and O'Brien, 1998; Muralidharan *et al.*, 2002; Luitzen *et al.*, 2001; Riccardo and Valeria, 2003; 李宏文，民91; 陳曉琪，民90)，本節針對本論文有關的文獻及所使用到的研究方法作一說明。

2.1 供應商選擇相關文獻

2.1.1 Muralidharan *et al.* (2002) 之研究

建立模式解決群體決策問題，以供應商評比為例，用傳統AHP法計算供應商評選小組各成員之決策權重，由各成員去填寫供應商之優先順序，建構成對比較矩陣，計算出各供應商之權重，

再乘上各成員之決策權重，排序各供應商，即可得知供應商評比順序，但在供應商評比的過程中，問卷設計並未使用AHP方式，亦即影響供應商評比之因素未考量，欠缺精確性。

2.1.2 Ghodspour and O'Brien (1998) 之研究

當選擇供應商面臨容量限制 (capacity constraints) 時，有兩個問題應該要注意，(1)提供選擇最佳的供應商；(2)每一供應商應採購多少才是最佳的組合。為解決上述之問題，採用整合層級分析法 (Analytical Hierarchy Process) 及線性規劃 (Linear Programming)，此方法對於供應商有或無容量限制皆可適用。

2.1.3 李宏文(民91) 之研究

結合層級分析法、模糊理論與灰色系統理論建構供應商評選模式，以層級分析法建構評選準則架構及權重，以模糊數統計問卷資料，再利用灰關聯分析法對供應商績效進行計算及排序，以找尋最適之供應商。

2.1.4 陳曉琪(民90) 之研究

發展一套供應商遴選之電腦系統，來輔助決策者面臨供應商決策時，能作一正確的抉擇。研究方法是利用多屬性決策分析及群體決策分析法，來處理供應商決策時所面臨的複雜環境因素（如不確定性或不可化之因素等），來建立客觀的評估架構。

以上四篇之缺點及限制說明如表1。

2.2 相關研究方法

2.2.1 Chen (2001) 之模糊多準則決策模式

建立模糊多準則決策模式來解決物流中心選址問題，並以模糊語意變數衡量每個準則權重及選擇方案之評比，以三角模糊數運算。

表1 供應商選擇相關文獻之缺點及限制

供應商選擇相關文獻	缺點及限制
Muralidharan <i>et al.</i> (2002)	1. 供應商評比的過程中，問卷設計並未使用 AHP 方式，亦即影響供應商評比之因素未考量，欠缺精確性。 2. 未建立決策支援系統。
Ghodspour <i>et al.</i> (1998)	1. 尚未引入模糊方法處理專家意見的非量化資料。 2. 未建立決策支援系統。
李宏文 (民91)	1. 針對某一產業做研究。 2. 未建立決策支援系統。
陳曉琪 (民90)	1. 針對某一產業做研究。 2. 尚未引入模糊方法處理專家意見的非量化資料。

2.2.2 模糊理論

模糊理論是加州大學Zadeh教授於1965年所提出 (Zadeh, 1965)，至今已有30餘年。模糊是將人類認知過程中之不確定性，以數學模式表示之，以下列三點做說明。

(1) 模糊集合

某種集合元素屬於哪個集合的程度，用0到1之間的某個數值來表示的方法。完全屬於時為1，完全不屬於時為0。其他中間的，則依其所屬程度給予0到1之間的數值，這就是模糊集合。

(2) 歸屬函數

U 代表全集， \tilde{A} 為 U 集合裡的某個模糊集合，歸屬函數是只對全集 U 的每個元素，依其所屬程度給予0到1之間的任何一值，通常以

$$\mu_{\tilde{A}} : U \rightarrow [0,1] \text{ 表示之。}$$

(3) 模糊數運算

設有兩個三角模糊數 \tilde{M}_1 及 \tilde{M}_2

$$\tilde{M}_1 = (l_1, m_1, u_1)$$

$$\tilde{M}_2 = (l_2, m_2, u_2)$$

①加法

$$\tilde{M}_1 \oplus \tilde{M}_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2), \quad \oplus : \text{模糊數加法運算子}$$

②減法

$$\tilde{M}_1 - \tilde{M}_2 = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2)$$

③乘法

$$\tilde{M}_1 \otimes \tilde{M}_2 = \left(\begin{array}{l} \min[l_1 \times l_2, l_1 \times u_2, u_1 \times l_2, u_1 \times u_2], m_1 \times m_2, \\ \max[u_1 \times u_2, u_1 \times l_2, l_1 \times u_2, l_1 \times l_2] \end{array} \right), \quad \otimes : \text{模糊數乘法運算子}$$

④除法

$$\tilde{M}_1 / \tilde{M}_2 = \left(\begin{array}{l} \min[l_1 / l_2, l_1 / u_2, u_1 / l_2, u_1 / u_2], m_1 / m_2, \\ \max[u_1 / u_2, u_1 / l_2, l_1 / u_2, l_1 / l_2] \end{array} \right)$$

3. 研究方法與步驟

本篇論文為改善前面文獻所提之缺失，以 Muralidharan *et al.* 所提之選擇供應商的 9 項指標當作評估準則，如表 2，研究方法採用模糊多準則決策模式，此方法相關文獻探討非常多，本研究基於簡單實用原則，以 Chen (2001) 所提為基準，整個進行步驟如下：

步驟 1：成立供應商評選小組

供應商評選小組是由各部門所組成，由公司高層決定人選。

步驟 2：評估各準則之重要性

由評選小組依據模糊語意變數如表 3，給定各準則之重要性，依平均數法整合各小組成員意見如下。

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{K} [\tilde{w}_j^1 + \tilde{w}_j^2 + \dots + \tilde{w}_j^K], \quad (1)$$

\tilde{w}_j^K 表第 K 個成員對第 j 準則的意見

步驟 3：評估各準則對各方案之重要性

由評選小組依據模糊語意變數如表 4，給定各準則對各方案之重要性，依平均數法整合各小組成員意見如下。

表 2 選擇供應商 9 項指標

1	品質政策	4	專業技術能力	7	設備
2	交期	5	財務狀況	8	彈性
3	價格	6	過去績效	9	服務

表 3 對各準則重要性之模糊語意變數對照表

語意變數	模糊數
很低(VL)	(0,0,0,1)
低(L)	(0,0,1,0,3)
稍低(ML)	(0,1,0,3,0,5)
普通(M)	(0,3,0,5,0,7)
稍高(MH)	(0,5,0,7,0,9)
高(H)	(0,7,0,9,1,0)
很高(VH)	(0,9,1,0,1,0)

表 4 各準則對各方案評比之模糊語意變數對照表

語意變數	模糊數
很差(VP)	(0,0,1)
差(P)	(0,1,3)
稍差(MP)	(1,3,5)
普通(M)	(3,5,7)
稍好(MG)	(5,7,9)
好(G)	(7,9,10)
很好(VG)	(9,10,10)

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{x}_{ij}^1 + \tilde{x}_{ij}^2 + \dots + \tilde{x}_{ij}^K], \tag{2}$$

\tilde{x}_{ij}^K 表第 K 個成員在第 j 準則下對第 i 方案的意見

假設 A_1, A_2, \dots, A_m 為選擇方案， C_1, C_2, \dots, C_n 為評估準則，依前面步驟可得以下之矩陣。

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n]$$

其中 \tilde{x}_{ij} 表在準則 C_j 下對選擇方案 $A_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 的評比， \tilde{w}_j 表準則 C_j 的權重。 \tilde{x}_{ij} 與 \tilde{w}_j 以三角模糊數表示，分別為 $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$, $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ 。

步驟 4：正規化

將前述之決策矩陣予以正規化，可得以下之模糊正規化矩陣

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n},$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), c_j^* = \max_i c_{ij} \tag{3}$$

正規化的意義在於去除不同的單位。

步驟 5：計算選擇方案之模糊評估值

依據下列公式，計算選擇方案之模糊評估值。

$$\tilde{U}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

\tilde{U}_i ：可選擇方案 A_i 之最後模糊評估值；

步驟 6：模糊排序

模糊排序係為比較模糊數大小所使用之一種工具，很多模糊排序方法被提出 (Liou and Wang, 1992; Chen, 1985; Buckley, 1985)，由於模糊排序並無一確定方法，須視問題之特性而定。

由於 Chen 在模糊排序步驟計算過於複雜，在此介紹一個簡單又實用的方法模糊積分，是由 Liou and Wang 所提，此方法的模糊數可以是三角或梯形，左邊積分值表示決策者悲觀的觀點，右邊積分值表示決策者樂觀的觀點，兩者整合起來的總積分值 (total integral value) 可作為比較模糊數大小的依據。

定義：模糊數 A 為一三角模糊數 $A = (a_1, a_2, a_3)$ ，隸屬函數為

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \mu_{\tilde{A}}(x)^L = (x - a_1)/(a_2 - a_1), & a_1 \leq x \leq a_2, \\ \mu_{\tilde{A}}(x)^R = (x - a_3)/(a_2 - a_3), & a_2 \leq x \leq a_3, \\ 0 & , \text{ otherwise} \end{cases} \quad a_1, a_2, a_3 \text{ 爲實數}$$

經過轉換函數可得

$$g_{\tilde{A}}(y)^L = a_1 + (a_2 - a_1)y,$$

$$g_{\tilde{A}}(y)^R = a_3 + (a_2 - a_3)y,$$

$$y \in [0,1]$$

左積分值與右積分計算公式如下：

$$I(\tilde{A})^L = \int_0^1 g_{\tilde{A}}(y)^L dy = \frac{1}{2}(a_1 + a_2)$$

$$I(\tilde{A})^R = \int_0^1 g_{\tilde{A}}(y)^R dy = \frac{1}{2}(a_2 + a_3)$$

模糊數 A 的總積分值計算如下：

$$I_r^\alpha(\tilde{A}) = \alpha I(\tilde{A})^R + (1-\alpha)I(\tilde{A})^L = \frac{1}{2}[\alpha a_3 + a_2 + (1-\alpha)a_1] \quad (5)$$

$\alpha \in [0,1]$ 表示決策者樂觀的程度

4. 實例探討

假設評選小組有 5 人(D1~D5)，供應商有 4 家(A,B,C,D)，評估準則有九項，分別為品質政策(C1)、交期表現(C2)、價格(C3)、專業技術能力(C4)、財務狀況(C5)、過去績效(C6)、設備(C7)、訂單彈性(C8)、及服務(C9)，其層級架構圖如圖 1，計算過程如下：

步驟一：評選小組依據語意變數給定各準則之重要性如表 5，並依據公式(1)整合各小組意見可得各準則之模糊權重如表 6。

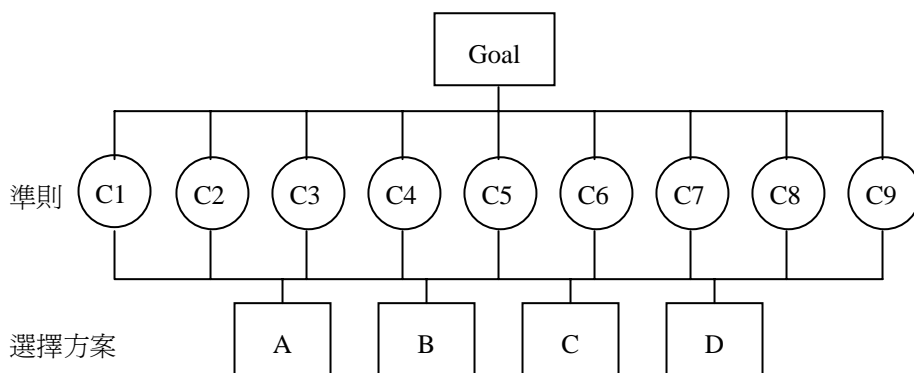


圖 1 層級架構圖

表 5 各準則之重要性

	D1	D2	D3	D4	D5
C1	M	H	H	VH	VH
C2	H	H	H	VH	M
C3	VH	MH	MH	H	M
C4	VH	MH	VH	VH	H
C5	H	MH	H	H	H
C6	MH	M	MH	H	VH
C7	H	MH	VH	MH	VH
C8	H	MH	MH	MH	M
C9	H	H	H	VH	VH

表 6 各準則之模糊權重

準則	C1	C2	C3
權重	(0.7,0.86,0.94)	(0.66,0.84,0.94)	(0.58,0.76,0.9)
準則	C4	C5	C6
權重	(0.78,0.92,0.98)	(0.66,0.86,0.98)	(0.58,0.76,0.9)
準則	C7	C8	C9
權重	(0.7,0.86,0.96)	(0.5,0.7,0.88)	(0.78,0.94,1)

步驟二：給定在各準則下對各方案之重要性如表 7，並依公式(2)整合各小組意見可得一模糊決策矩陣如表 8。

步驟三：根據表 8 進行正規化可得模糊正規化決策矩陣如表 9。

步驟四：依據公式(4)計算最後各方案之模糊評估值，並依公式(5)以不同的 α 值進行模糊積分如表 10，其圖形如圖 2，可得知排序結果皆為 $D>C>B>A$ 。

5. 建立 Web 決策支援系統

將以上之步驟建立模糊決策支援系統，使用之軟體工具包括 Microsoft NT Server、Microsoft SQL Server、Microsoft Internet Information Server、Microsoft Active Server Pages，功能有三：

- (1) 問卷填寫：共分兩部分，如圖 3、圖 4，供應商小組成員透過網路登入帳號與密碼，即可填寫，系統會自動作資料檢查，若不完整則再重新填寫。
- (2) 計算模糊權重：當小組成員填完所有問卷後，系統自動算出各準則及各選擇方案之權重。
- (3) 計算選擇方案之權重值：最後產生出各方案之模糊權重值，經解模糊化即可得知最後方案之排序結果，如圖 5。

本系統之優點為：

- (1) 由供應商小組成員上網填寫可節省紙張浪費，並提供資料自動檢查，可增進問卷之正確性及效率性。
- (2) 通知各供應商小組成員於時間限制內上網填寫，若資料不一致或不正確，系統會自動通知填寫者重填，可縮短群體決策時間。
- (3) 企業可馬上得知評選結果，增進決策效率。
- (4) 可適用於各企業，實用價值高。

6. 結論與建議

本篇論文在問卷設計上使用模糊語意變數，可解決具不明確之問題，增進決策之正確性，並將整過決策過程建立成決策支援系統，可解決上述文獻所提之缺失。

表 7 各準則下對各方案之重要性

準則	選擇方案	評選小組				
		D1	D2	D3	D4	D5
C1	A	G	MG	MG	P	M
	B	MG	G	G	M	MG
	C	G	M	M	G	VG
	D	M	M	VG	VG	G
C2	A	MG	MG	MG	MP	MG
	B	M	MG	G	M	MP
	C	M	G	M	MG	VG
	D	G	MG	VG	G	MP
C3	A	M	MG	G	M	MP
	B	MG	MG	MG	MG	M
	C	G	MG	M	G	P
	D	VG	MG	G	G	MG
C4	A	M	MG	MG	M	MG
	B	MG	G	G	M	M
	C	G	G	M	MG	M
	D	G	MG	VG	G	M
C5	A	M	G	M	MG	G
	B	MP	G	MG	VG	MG
	C	MG	G	G	MG	MP
	D	G	MG	MG	VG	P
C6	A	M	MG	MG	MG	MG
	B	MP	G	VG	VG	MG
	C	G	G	G	G	VG
	D	G	MG	MG	VG	M
C7	A	M	MG	G	MP	P
	B	MG	MG	VG	MG	G
	C	G	G	G	M	MG
	D	VG	MG	MG	VG	VG
C8	A	P	G	G	MP	M
	B	M	MG	MG	M	M
	C	MG	MG	G	MG	MG
	D	G	M	MG	G	VG
C9	A	P	G	G	MP	M
	B	MG	MG	MG	MG	M
	C	G	MG	G	G	G
	D	VG	G	VG	VG	VG

表 8 模糊決策矩陣

	A	B	C	D
C1	(4.40,6.20,7.80)	(5.40,7.40,9.00)	(6.60,8.40,9.40)	(6.60,8.20,9.20)
C2	(4.20,6.20,8.20)	(3.80,5.80,7.60)	(5.40,7.20,8.60)	(5.80,7.60,8.80)
C3	(3.80,5.80,7.60)	(4.60,6.60,8.60)	(4.40,6.20,7.80)	(6.60,8.40,9.60)
C4	(4.20,6.20,8.20)	(5.00,7.00,8.60)	(5.00,7.00,8.60)	(6.20,8.00,9.20)
C5	(5.00,7.00,8.60)	(5.40,7.20,8.60)	(5.00,7.00,8.60)	(5.20,6.80,8.20)
C6	(4.60,6.60,8.60)	(6.20,7.80,8.80)	(7.40,9.20,10.00)	(5.80,7.60,9.00)
C7	(3.20,5.00,6.80)	(6.20,8.00,9.40)	(5.80,7.80,9.20)	(7.40,8.80,9.60)
C8	(3.60,5.40,7.00)	(3.80,5.80,7.80)	(5.40,7.40,9.20)	(6.20,8.00,9.20)
C9	(3.60,5.40,7.00)	(4.60,6.60,8.60)	(6.60,8.60,9.80)	(8.60,9.80,10.00)

表 9 模糊正規化決策矩陣

	A	B	C	D
C1	(0.51,0.72,0.91)	(0.57,0.79,0.96)	(0.66,0.84,0.94)	(0.66,0.82,0.92)
C2	(0.49,0.72,0.95)	(0.40,0.62,0.81)	(0.54,0.72,0.86)	(0.58,0.76,0.88)
C3	(0.44,0.67,0.88)	(0.49,0.70,0.91)	(0.44,0.62,0.78)	(0.66,0.84,0.96)
C4	(0.49,0.72,0.95)	(0.53,0.74,0.91)	(0.50,0.70,0.86)	(0.62,0.80,0.92)
C5	(0.58,0.81,1.00)	(0.57,0.77,0.91)	(0.50,0.70,0.86)	(0.52,0.68,0.82)
C6	(0.53,0.77,1.00)	(0.66,0.83,0.94)	(0.74,0.92,1.00)	(0.58,0.76,0.90)
C7	(0.37,0.58,0.79)	(0.66,0.85,1.00)	(0.58,0.78,0.92)	(0.74,0.88,0.96)
C8	(0.42,0.63,0.81)	(0.40,0.62,0.83)	(0.54,0.74,0.92)	(0.62,0.80,0.92)
C9	(0.42,0.63,0.81)	(0.49,0.70,0.91)	(0.66,0.86,0.98)	(0.86,0.98,1.00)

表 10 各選擇方案之模糊評估值與總積分值

各選擇方案		A	B	C	D
模糊權重值		(2.81,5.21,7.65)	(3.17,5.53,7.72)	(3.41,5.74,7.45)	(3.89,6.12,7.80)
總積分值	$\alpha = 0.0$	4.01	4.35	4.58	5.00
	$\alpha = 0.1$	4.25	4.58	4.79	5.20
	$\alpha = 0.2$	4.50	4.81	5.00	5.40
	$\alpha = 0.3$	4.74	5.03	5.21	5.59
	$\alpha = 0.4$	4.98	5.26	5.42	5.79
	$\alpha = 0.5$	5.22	5.49	5.64	5.98
	$\alpha = 0.6$	5.46	5.72	5.85	6.18
	$\alpha = 0.7$	5.71	5.94	6.06	6.37
	$\alpha = 0.8$	5.95	6.17	6.27	6.57
	$\alpha = 0.9$	6.19	6.40	6.48	6.76
	$\alpha = 1.0$	6.43	6.63	6.70	6.96

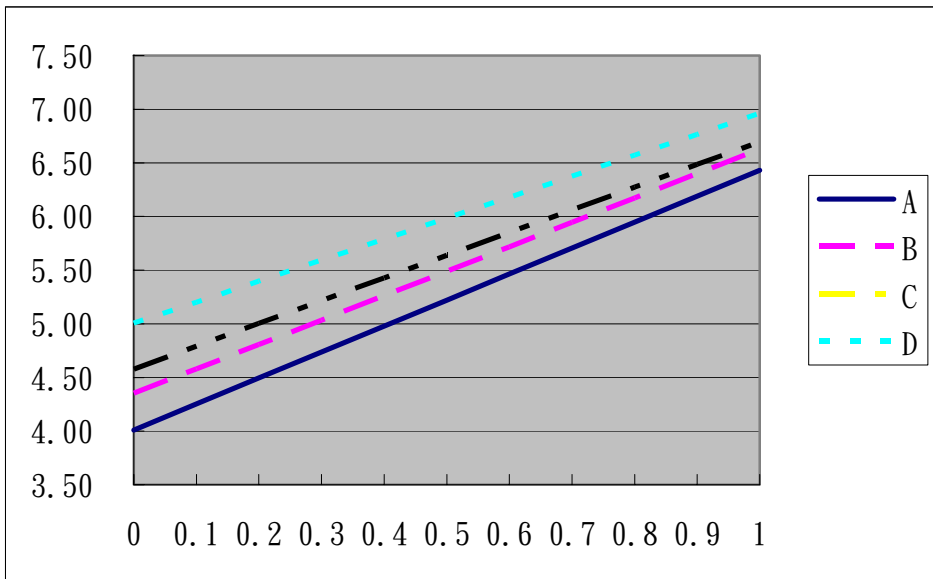


圖 2 不同 α 值之模糊排序圖

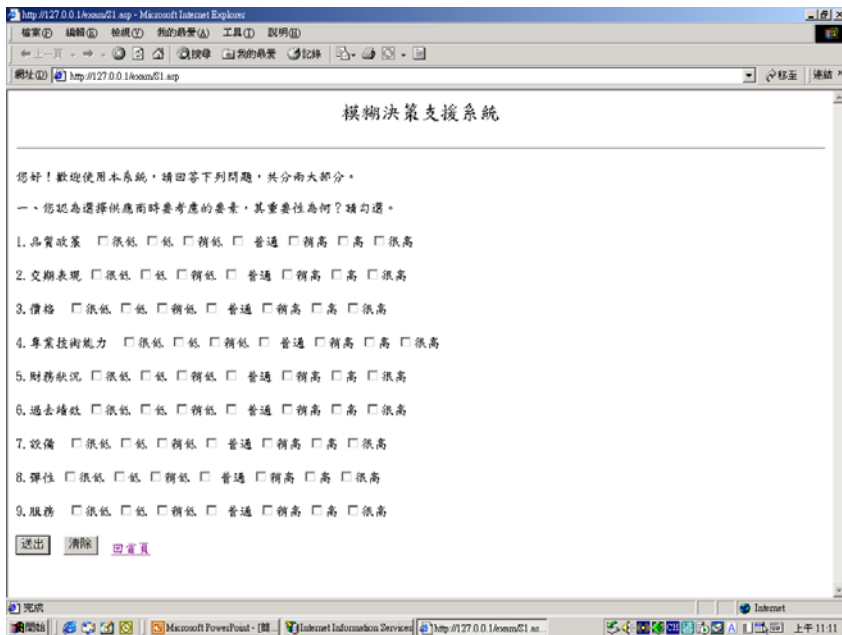


圖 3 各準則權重問卷畫面

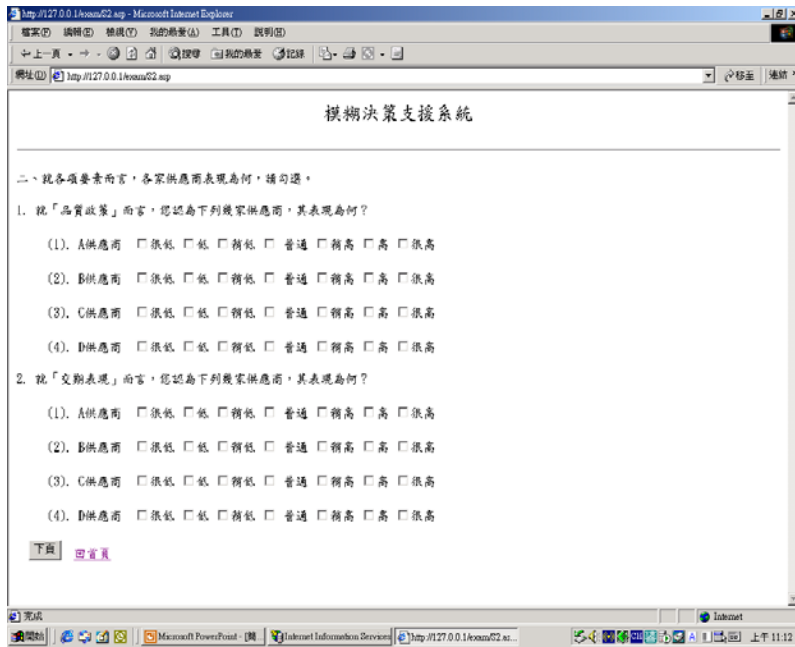


圖 4 各選擇方案評比問卷畫面

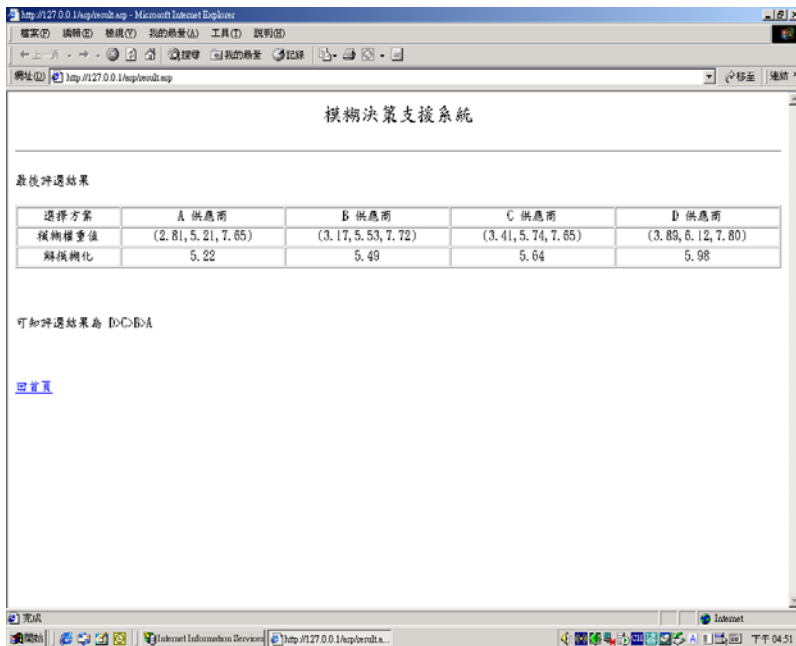


圖 5 結果畫面

企業在面臨眾多供應商選擇時，常常無法落實公司的策略，造成一些成本上的損失，相對地也造成供應商的沉重負擔，主因不外是企業會受限於群聚效應、人情壓力、及缺乏一套完善合理之供應商選擇規範，期發展之供應商模糊決策支援系統能解決上述之問題，提供給企業做參考，發揮更大的企業整合效益。

本篇論文所提之方法尚可應用到績效衡量、軟體選擇(例如 ERP 系統)、教育(採用何種教學方式對學生學習成效較佳)等等,舉凡評估方案優劣皆可使用本方法來做，提供給後續研究者作參考。

參考文獻

- 李宏文，「結合層級分析法、模糊理論與灰色系統理論建構供應商評選模式之研究」，國立台北科技大學生產系統工程與管理研究所未出版碩士論文，民國91年。
- 陳曉琪，「供應商遴選之決策支援系統之研究」，義守大學工業管理學系研究所未出版碩士論文，民國90年。
- 黃士滔、劉天賜，「灰色多準則決策在供應商選擇上之應用」，邁向二十一世紀品質管理技術應用研討會，民國88年。
- Buckley, J. J., "Ranking Alternatives Using Fuzzy Numbers," *Fuzzy sets and Systems*, Vol. 15, 1985, pp. 21-31.
- Chen, C. T., "A Fuzzy Approach to Select the Location of the Distribution Center," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.118, 2001, pp.65-73.
- Chen, S. H., "Ranking Fuzzy Numbers with Maximizing Set and Minimizing Set," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.17, 1985, pp.113-129.
- Ghodsypour, S. H. and O'Brien, C., "A Decision Support System for Supplier Selection Using an Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming," *International Journal of Production Economics*, 1998, pp.199-212.
- Liou, T. S. and Wang, M. J., "Ranking Fuzzy Numbers with Integral Value," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.50, 1992, pp.247-255.
- Luitzen, D. B., Eva, L., and Pierangela, M., "A Review of Methods Supporting Supplier Selection," *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol.7, 2001, pp.75-89.
- Muralidharan, C., Anantharaman, N., and Deshmukh, S.G., "A Multi-Criteria Group Decision-making Model for Supplier Rating," *The Journal of Supply Chain Management*, Fall, 2002, pp.22-33.
- Riccardo, D. and Valeria, M., "Supplier Selection Using a Multi-Criteria Decision Aid Method," *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol.9, 2003, pp.177-187.

Stevenson, W. J., 生產管理 (*Production/Operations Management*)，傅和彥譯，前程企業管理顧問公司, 1999.

Zadeh, L. A., "Fuzzy Sets," *Information and Control*, Vol.8, 1998, pp.338-353.