

以模糊多準則決策方法評估
台灣地區貨櫃船公司之財務績效
Evaluating Financial Performance of Container Shipping
Companies in Taiwan with FMCDM Method

王昱傑¹

Yu-Jie Wang

摘要

本研究是對台灣地區貨櫃船公司的財務績效進行評估。由於評估的過程中評估準則對財務績效是重要的，所以在以往的研究中，曾經應用灰關聯分析找出台灣地區貨櫃船公司財務比率的代表性指標作為財務績效的評估準則。因為代表性指標不只有一個，所以此績效評估問題為一多準則決策問題。在另一方面，由於評估環境處於不確定和模糊之中，是以本研究認為此多準則決策問題是屬於模糊多準則決策問題，此應用一模糊多準則決策方法—擴展的 TOPSIS 去評估貨櫃船公司的財務績效。以此模糊多準則決策方法，貨櫃船公司便能了解本身在台灣地區航運業的競爭優勢。

關鍵字：代表性指標、財務績效、貨櫃船公司、模糊多準則決策、擴展的 TOPSIS

ABSTRACT

In this paper, we want to evaluate financial performance of container shipping companies in Taiwan. On the evaluating process, the criteria are critical to the financial performance. In the previous research, we ever applied grey relation analysis to find the representative indicators of financial ratios of container shipping companies in Taiwan for taking them as the evaluating criteria to financial performance. Since these representative indicators are not single, the evaluating problem should be one of the multi-criteria decision-making(MCDM) problems. On the other hand, the evaluating environment is uncertain and vagueness, thus we suppose that the MCDM problem would belong to the fuzzy multi-criteria decision-making(FMCDM) problems. We apply an FMCDM method called extensions to the TOPSIS to evaluate the financial performance of container shipping companies. With the FMCDM method, a container shipping company can realize the finance competitive strength of itself between container shipping companies in Taiwan.

Keywords: container shipping; extensions to the TOPSIS; financial performance; FMCDM; representative indicators

壹、前言

以台灣地區的經濟發展而言，海運產業與國家在貿易上的競爭力息息相關^[1]，尤其是貨櫃船公司，可說是台灣地區與國外進行國際貿易的橋樑。為了強化國

¹蘭陽技術學院國貿系 助理教授 knight@mail.fit.edu.tw

際貿易競爭力，貨櫃船公司必須瞭解本身之營運狀況以便於掌握競爭力；由於貨櫃船公司常需大量的資金與昂貴的設備，因此在資金的調度與資產的運用更須謹慎、彈性且靈活，方能在國際貿易劇烈的競爭中立於不敗之地。基於這些理由，貨櫃船公司應該瞭解本身的情況，並掌控資金的調度與資產的運用。一般來說，資金的調度與資產的運用適宜與否，其外在的表現即是財務績效(financial performance)，企業財務績效通常也是投資者是否對該企業進行投資的重要依據。所以財務績效的評估，便成為投資者與企業管理階層一項非常重要的課題。

從過去的研究^{[1]、[3]、[4]、[5]、[6]、[7]、[8]、[9]}可知，以財務比率(financial ratios)評估財務績效是一合理的方式。一般而言，財務比率^{[4]、[9]}可從財務報表、損益平衡表或現金流量表中獲致；只是財務比率極多，而部分財務比率彼此間又高度相似(similar)，為了避免對相似度高的財務比率在財務績效上重複評估，財務比率必須分群(clustered)。分群的功用在於使集群(cluster)內的財務比率的相關性高；而群與群之間的財務比率相關性低。分群後再從每個集群內的財務比率挑選出一代表性財務指標(representative indicator)，每一代表性財務指標即為一個評估準則(evaluation criteria)，得到各個評估準則便可以評估財務績效。由此可知，為找出評估貨櫃船公司財務績效的評估準則，一個適合的集群方法是必要的^{[10]、[11]、[12]、[13]、[14]、[15]、[16]、[17]、[18]、[19]}。以台灣地區來說，上市的貨櫃船公司大概有3家，即長榮、陽明與萬海，他們的財務報表如資產負債表、損益表或是現金流量表的資料屬於小樣本，至於資料的分配也未知。而這些貨櫃船公司的財務比率資料，由於來自於財務報表，所以也是小樣本且分配未知。面對此一資料稀少且分配未知的問題，傳統的統計方法^{[20]、[21]}如集群分析(cluster analysis)、判別分析(discriminant analysis)、因素分析(factor analysis)與主成分分析(principal component analysis)並不適合，以往的研究曾經利用灰關聯分析(grey relation analysis)^[10]對財務比率進行分群^[1]，而後再從集群中選出代表性財務指標作為評估準則，本研究將以這些以往所找出財務評估準則為基礎，對貨櫃船公司的財務績效進行評估。

從以往的研究可知^[1]，評估績效的準則不只有一個，因此評估貨櫃船公司的財務績效是一個多準則決策(multi-criteria decision-making; MCDM)問題^{[22]、[23]}；另外，由於評估的過程是在模糊、不明確的環境中，所以此多準則決策問題將會是模糊多準則決策(fuzzy multi-criteria decision-making; FMCDM)問題^{[24]、[25]、[26]、[27]、[28]、[29]、[30]、[31]}，面對此一多準則決策問題，本研究將利用一多準則決策方法稱為擴展的TOPSIS(extensions to the TOPSIS)^[26]來評估貨櫃船公司的財務績效，至於這一模糊多準則決策方法的詳細內容則於後再述。

為了更清楚的陳述內容，本文的其餘部分為：首先是以先前的研究了解貨櫃船公司的財務比率，並將用來評估財務績效的財務比率，也就是評估準則一一加以列出。接著說明模糊集合與模糊數的定義。而後以前面提及的評估準則，加上專家對各評估準則重要性之意見，搭配擴展的TOPSIS的運算方式為模糊多準則決策方法。最後利用一實例，即進行貨櫃船公司的財務績效的評估，說明上述一連

串的運算過程。以下便對上述之情形詳細地進行陳述。

貳、貨櫃船公司財務績效之評估準則

貨櫃船公司的財務績效可藉由各種的財務比率加以評估^[1]。至於貨櫃船公司財務績效評估大致可分為四個範疇(categories)：

- (1) 財務結構
- (2) 償債能力
- (3) 經營效能
- (4) 獲利能力

各範疇內的財務比率主要是以資產負債表、損益表或現金流量表中之資料計算而得。為了資料取得的正確性與方便性，這些比率是以企業公開發表所取得之資料為準或為限，而表1內便是四種範疇內的財務比率：

表1. 四種範疇內的財務比率

範疇	代號	比率名稱	比率計算方式
財務結構	F1	固定資產對股東權益比率	固定資產/股東權益
	F2	固定資產對長期負債比率	固定資產/長期負債
	F3	固定資產對長期資金比率	固定資產/長期資金
	F4	負債總額對資產總額比率	總負債/總資產
	F5	股東權益對負債總額比率	股東權益/總負債
	F6	運用資本對資產總額比率	運用資本/總資產
償債能力	S1	流動比率	流動資產/流動負債
	S2	速動比率	速動資產/流動負債
	S3	現金對流動資產比率	現金/流動資產
	S4	現金對流動負債比率	經營所提供的淨現金/流動負債
	S5	運用資本對流動資產比率	運用資本/流動資產

表1. 四種範疇內的財務比率（續）

範疇	代號	比率名稱	比率計算方式
經營效能	T1	應付帳款週轉率	營業成本/應付帳款
	T2	應收帳款週轉率	營業收入/應收帳款
	T3	固定資產週轉率	營業收入/固定資產
	T4	總資產週轉率	營業收入/總資產
	T5	淨值週轉率	營業收入/淨值
獲利能力	P1	毛利率	營業毛利/營業收入
	P2	營業利潤率	營業損益/營業收入
	P3	稅前純益率	稅前損益/營業收入
	P4	稅後淨值報酬率	稅後損益/淨值
	P5	總資產報酬率	淨值/總資產

在表 1 中，固定資產對股東權益比率、負債總額對資產總額比率以及應付帳款週轉率是屬於成本評估要項，其餘的財務比率則是收益評估要項。

利用灰關聯分析可對上述的財務比率進行分群，而後再從集群中挑選出評估準則。由以往的研究知，代表性指標挑選的方式可見於^[1]，所以在此不再贅述。至於各集群與其代表性財務指標(即評估準則)如表 2 所示：

表 2. 各集群的代表性財務指標(評估準則)

範疇	準則代號	每一個集群內的財務比率代號	代表性財務指標(評估準則)
財務結構	C1	F1, F3	固定資產對長期資金比率(F3)
	C2	F2	固定資產對長期負債比率(F2)
	C3	F4	負債總額對資產總額比率(F4)
	C4	F5	股東權益對負債總額比率(F5)

表 2. 各集群的代表性財務指標(評估準則) (續)

範疇	準則代號	每一個集群內的財務比率代號	代表性財務指標(評估準則)
	C5	F6	運用資本對資產總額比率(F6)
償債能力	C6	S1, S2, S5	流動比率(S1)
	C7	S3	現金對流動資產比率(S3)
	C8	S4	現金對流動負債比率(S4)
經營效能	C9	T1	應付帳款週轉率(T1)
	C10	T2	應收帳款週轉率(T2)
	C11	T3	固定資產週轉率(T3)
	C12	T4, T5	總資產週轉率(T4)
	C13	P1, P5	毛利率(P1)
獲利能力	C14	P2	營業利潤率(P2)
	C15	P3, P4	稅後淨值報酬率(P4)

找出貨櫃船公司代表性的財務指標後，便可用這些代表性財務指標作為評估準則，對貨櫃船公司的財務績效進行評估，藉以了解貨櫃船公司的財務績效。

參、模糊集合與模糊數

在此處，回顧模糊集合與模糊數的基本概念^{[32], [33], [34]}，這些概念可陳述如下：

定義 3.1 令 U 為一字集合(universe set)，一個在字集合 U 中的模糊集合(fuzzy set) A 以其隸屬度來定義，即 $\mu_A(x) \rightarrow [0,1]$ ，在此 $\mu_A(x)$ ， $\forall x \in U$ 指出 x 在 A 的隸屬度(grade of membership)。

定義 3.2 支集(Support) A 為一明確集合： $Supp(A) = \{x | \mu_A(x) > 0\}$ 。 A 為正規的(normal)若且唯若 $\sup_{x \in U} \mu_A(x) = 1$ ，在此 U 為一字集合。

定義 3.3 一個在字集合中的模糊集合 A 是凸的(convex)若且唯若 $\mu_A(\lambda x + (1-\lambda)y) \geq (\mu_A(x) \wedge \mu_A(y))$ ， $\forall x, y \in U$ ， $\forall \lambda \in [0,1]$ ，在此 \wedge 是指最小化運算

(minimum operator)。

定義 3.4 A 是一個模糊數(fuzzy number)，若且唯若 A 是宇集中正規的且凸的模糊集合。

定義 3.5 一個三角模糊數 A 可用 (a_1, a_2, a_3) 來代表，如圖 1 所示^[26]。至於其隸屬度函數 μ_A 可定義為：

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1, \\ (x - a_1)/(a_2 - a_1), & a_1 \leq x \leq a_2, \\ (a_3 - x)/(a_3 - a_2), & a_2 \leq x \leq a_3, \\ 0, & a_3 < x, \end{cases} \quad (1)$$

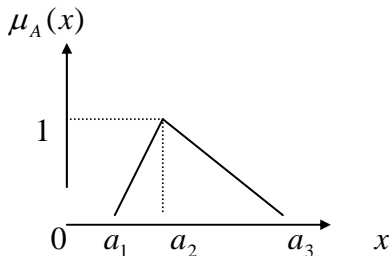


圖 1 三角模糊數 A

定義 3.6 令 $A = (a_1, a_2, a_3)$ 和 $B = (b_1, b_2, b_3)$ 為兩個三角模糊數。其距離量度函數 $d(A, B)$ 可定義為^[26]：

$$d(A, B) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \quad (2)$$

以上述的運算概念為基礎，便能應用模糊多準則決策方法以解決績效評估問題。

肆、模糊多準則決策方法

在本文中，應用 TOPSIS 在模糊環境中之擴展為模糊多準則決策方法，TOPSIS 是 Hwang and Yoon^[22]在 1981 年所提出的。此方法的基本邏輯是找出理想解(ideal solution)與反理想解(anti-ideal solution)。理想解是指評比在效益評估準則為最大，且在成本評估準則為最小；而反理想解則為評比在效益評估準則為最小，且在成本評估準則為最大。簡言之，理想解為所有評估準則之最佳評比所組成；而反理

想解為所有評估準則之最差評比所組成。至於最佳方案(optimal alternative)為可行方案中最接近理想解且最遠離反理想解的一個方案。

一般來說，TOPSIS 中績效評比和評估準則的重要性都是以明確值表示。而在績效評比和評估準則的重要性皆處於不確定的環境下，並以模糊數表示時，TOPSIS 仍然可以解決模糊多準則決策問題；例如將績效評比和評估準則的重要性都轉換成明確值，這樣的過程稱為除模(defuzzification)。除模會失去部分的訊息，較佳的方式是將 TOPSIS 在模糊的環境中類化(generalization)。在本文中，為了評估台灣地區貨櫃船公司的財務績效，設定在一特定期間的績效評比以模糊數表示，同時評估準則的權重先以語意值表示，再轉換成模糊數後進行運算，因此應用模糊類化的 TOPSIS 法來解決此一問題，由於以往的研究將 TOPSIS 類化於模糊環境中的方法有很多^{[26] [30] [31]}，在此應用 Chen^[26]在 2000 年所提出的方法 - 擴展的 TOPSIS，主要的原因是由於財務比率資料的特性極為適合利用此一方法進行運算。而為了更清楚地說明這評估方式，現在將模糊多準則決策方法的運算過程展現如下。

首先，在此描述一個模糊多準則決策問題。這多準則決策問題中有 m 個方案(貨櫃船公司)，以 n 個評估準則與相關的權重為基礎進行評估。因此這問題可表示如下：

$$G = [G_{ij}]_{m \times n} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} & \dots & G_{1n} \\ G_{21} & G_{22} & \dots & G_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ G_{m1} & G_{m2} & \dots & G_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3)$$

且

$$W = [W_1, W_2, \dots, W_n] ,$$

其中

A_1, A_2, \dots, A_m 表示 m 個可行方案，

C_1, C_2, \dots, C_n 表示 n 個評估準則，

G_{ij} 表示方案 A_i 在準則 C_j 之評比

且

W_j 表示 C_j 的權重。

在這個評估過程，權重藉由財務專家之助以語意值^{[35]、[36]}表示。這些語意值分

別是非常低(VL)，低(L)，中等(M)，高(H)與非常高(VH)，在此設定所有的語意值可轉換為模糊數，同時這些模糊數設定在[0,1]範圍內，因此這些模糊數不必如同TOPSIS中一樣再進行正規化(normalized)。在另一方面，代表性指標一旦決定後，就可以找出財務績效評比 G_{ij} ， $i=1,2,\dots,m$ ； $j=1,2,\dots,n$ ，其方式如下：令 $b_{ij}(e)$ 代表方案 i 在第 e 個時期的第 j 個代表性指標(評估準則)之評比值，在此 $i=1,2,\dots,m$ ； $j=1,2,\dots,n$ ； $e=1,2,\dots,t$ 。

令

$$G_{ij} = (g_{1ij}, g_{2ij}, g_{3ij}), \quad (4)$$

在此

$$g_{1ij} = \min\{b_{ij}(e) | e = 1, 2, \dots, t\},$$

$$g_{2ij} = \frac{1}{t} \sum_{e=1}^t b_{ij}(e),$$

$$g_{3ij} = \max\{b_{ij}(e) | e = 1, 2, \dots, t\}.$$

此外， $[G_{i1}, G_{i2}, \dots, G_{in}]$ 表示方案 A_i 在各個評估準則上的績效評比。

利用模糊多準則決策方法，一組可行方案的負向極端解和正向極端解便能獲致，其運算方式如下。

令

$$A^- = [G_1^-, G_2^-, \dots, G_n^-] \quad (5)$$

且

$$A^+ = [G_1^+, G_2^+, \dots, G_n^+] \quad (6)$$

分別表示負向極端解和正向極端解。

又因為財務比率資料已經正規化(normalization)，所以負向極端解和正向極端解在各評估準則之值為：

$$G_j^- = (0,0,0) \quad (7)$$

且

$$G_j^+ = (1,1,1) \quad (8)$$

其中

$$j = 1, 2, \dots, n。$$

本文將 G_j^- 與 G_j^+ 稱極端解, 不以理想解稱之, 主要的原因是因為(0,0,0)和(1,1,1) 之值在各評估準則不見得能達到, 因此才稱為極端解。

令 $W_{jk} = (w_{1jk}, w_{2jk}, w_{3jk})$ 為一三角模糊數, 是專家 E_k 對評估準則 C_j 的權重以語意值進行評比後, 再轉換為模糊數值, 在此 $j = 1, 2, \dots, n$; $k = 1, 2, \dots, p$ 。假設 W_j 為評估準則 C_j 的平均權重值, 則

$$W_j = (w_{1j}, w_{2j}, w_{3j}) = (1/p) \otimes (W_{j1} \oplus W_{j2} \oplus W_{j3} \oplus \dots \oplus W_{jp}), \quad (9)$$

在此

$$j = 1, 2, \dots, n$$

且

\otimes 與 \oplus 分別代表在模糊數中的乘法和加法(extended multiplication and addition),

藉由擴展法則, 可得

$$w_{1j} = \sum_{k=1}^p w_{1jk} / p,$$

$$w_{2j} = \sum_{k=1}^p w_{2jk} / p$$

且

$$w_{3j} = \sum_{k=1}^p w_{3jk} / p.$$

令 D_{ij} 為方案 i 在第 j 個評估準則加權後之值, 則

$$D_{ij} = G_{ij} \otimes W_j \approx (g_{1ij} \times w_{1j}, g_{2ij} \times w_{2j}, g_{3ij} \times w_{3j}) \quad (10)$$

式中以“ \approx ”表示運算兩邊的關係，主要是強調兩三角模糊數相乘應是近似三角模糊數，這在 Liang^[30]的研究中曾提到，因此 Chen 以“ $=$ ”表示等式兩邊的關係似乎有某些誤差存在。由於本文主要的目的是將方案進行排序，以選出最佳的方案，因此這點誤差是可以接受的，因為大者仍然恆大，不會受此誤差影響。此外，再令 D_j^- 與 D_j^+ 分別為負向極端解與正向極端解在評估準則 j 中加權後的值，配合先前的概念，可得

$$D_j^- \approx (0,0,0) \quad (11)$$

且

$$D_j^+ \approx (1,1,1)。 \quad (12)$$

最後，依據加權後的負向極端解、加權後正向極端解，可算出方案的接近係數(closeness coefficient)。令

$$A_i^* = \frac{A_i^-}{A_i^- + A_i^+}, \quad (13)$$

表示案 A_i 的接近係數，

在此

$$A_i^- = \sum_{j=1}^n d(D_{ij}, D_j^-) \quad (14)$$

表示方案 A_i 和加權後的負向極端解之距離值總合，

且

$$A_i^+ = \sum_{j=1}^n d(D_{ij}, D_j^+) \quad (15)$$

表示方案 A_i 和加權後的正向極端解之距離值總合，

$i = 1, 2, \dots, m$ 。

顯然地， $0 \leq A_i^* \leq 1$ ， $i = 1, 2, \dots, m$ 。如果 $A_i^* = 1$ ，方案 A_i 將是理想解(ideal solution)；相對地， $A_i^* = 0$ 則表示 A_i 是反理想解(anti-ideal solution)。若 A_i^* 之值接近 1，表示一個方案 A_i 是接近理想解且遠離反理想解。因此，根據接近係數就能決定一組方案的順序，而後便可以找出最佳方案，至此模糊多準則決策得以完成。

伍、實證性研究—以台灣地區上市的貨櫃船公司為例

為了更清楚說明上述的方法，現今以前二年台灣地區主要的貨櫃船公司(在此以 A_1 、 A_2 、 A_3 代稱)為例，說明如何利用模糊多準則決策方法進行台灣地區貨櫃船公司財務績效的評估。這 3 家貨櫃船公司的財務比率來自於網路上所公布之財務公開報告書及季報等的資產負債表、損益表與現金流量表。將這些財務比率以 3 家貨櫃船公司在同一財務比率且同一個期間的資料，如 A_1 、 A_2 、 A_3 在第 1 季同一財務比率的資料上，進行正規化後，所得的結果如表 3 到表 5 所述：

表 3. 第一家貨櫃船公司財務比率正規化的資料

A_1					
財務比率代號	第 1 季	第 2 季	第 3 季	第 4 季	第 5 季
C1	0.35	0.336	0.31	0.323	0.271
C2	0.301	0.268	0.206	0.316	0.233
C3	0.552	0.623	0.646	0.543	0.554
C4	0.596	0.488	0.454	0.627	0.605
C5	0.545	0.486	0.382	0.569	0.477
C6	0.277	0.257	0.31	0.416	0.562
C7	0.34	0.435	0.835	0.891	0.169

表 3. 第一家貨櫃船公司財務比率正規化的資料 (續)

A_1					
財務比率代號	第 1 季	第 2 季	第 3 季	第 4 季	第 5 季
C8	0.133	0.174	0.62	0.79	0.167
C9	0.453	0.276	0.302	0.373	0.356
C10	0.231	0.256	0.241	0.274	0.311
C11	0.471	0.5	0.516	0.551	0.595
C12	0.326	0.296	0.307	0.317	0.304
C13	0.219	0.568	0.815	0.619	0.787
C14	0.26	0.15	0.773	0.497	0.778
C15	0.643	0.804	0.809	0.836	0.866

表 4. 第二家貨櫃船公司財務比率正規化的資料

A_2					
財務比率代號	第 1 季	第 2 季	第 3 季	第 4 季	第 5 季
C1	0.445	0.484	0.466	0.706	0.676
C2	0.281	0.36	0.4	0.818	0.846
C3	0.66	0.586	0.531	0.532	0.53
C4	0.425	0.547	0.647	0.652	0.655
C5	0.339	0.438	0.552	0.731	0.81
C6	0.896	0.905	0.894	0.718	0.612
C7	0.751	0.659	0.331	0.296	0.493
C8	0.951	0.929	0.707	0.453	0.529
C9	0.767	0.832	0.837	0.727	0.604

表 4. 第二家貨櫃船公司財務比率正規化的資料 (續)

A_2					
財務比率代號	第 1 季	第 2 季	第 3 季	第 4 季	第 5 季
C10	0.634	0.544	0.393	0.433	0.494
C11	0.782	0.738	0.743	0.628	0.65
C12	0.694	0.686	0.696	0.743	0.736
C13	0.757	0.683	0.394	0.51	0.434
C14	0.809	0.98	0.576	0.586	0.439
C15	0.525	0.465	0.368	0.404	0.31

表 5. 第三家貨櫃船公司財務比率正規化的資料

A_3					
財務比率代號	第 1 季	第 2 季	第 3 季	第 4 季	第 5 季
C1	0.824	0.808	0.829	0.63	0.686
C2	0.912	0.894	0.893	0.48	0.48
C3	0.51	0.517	0.548	0.65	0.642
C4	0.681	0.68	0.613	0.426	0.453
C5	0.767	0.756	0.742	0.377	0.34
C6	0.346	0.34	0.324	0.559	0.556
C7	0.567	0.613	0.44	0.345	0.854
C8	0.278	0.325	0.342	0.412	0.832
C9	0.455	0.481	0.455	0.576	0.713
C10	0.738	0.799	0.887	0.859	0.812

表 5. 第三家貨櫃船公司財務比率正規化的資料 (續)

A_3					
財務比率代號	第 1 季	第 2 季	第 3 季	第 4 季	第 5 季
C11	0.408	0.453	0.427	0.549	0.473
C12	0.642	0.664	0.649	0.59	0.605
C13	0.616	0.459	0.425	0.597	0.439
C14	0.525	0.134	0.268	0.64	0.449
C15	0.558	0.371	0.458	0.371	0.392

藉由上述的資料可知，貨櫃船公司在各評估準則上皆有 5 個正規化之值，這 5 個正規化之值可用於三角模糊數的轉換，至於轉換的方式如下所述：

令

$b_{ij}(e)$ 指出第 i 家貨櫃船公司在第 j 個評估準則上第 e 期之值，

在此

$$i=1,2,3;$$

$$j=1,2,\dots,15;$$

$$e=1,2,\dots,5.$$

因此第 i 家貨櫃船公司在第 j 個評估準則上之三角模糊數值 ($g_{1ij}, g_{2ij}, g_{3ij}$) 將設定為：

$$g_{1ij} = \min\{b_{ij}(e) | e = 1, 2, \dots, 5\},$$

$$g_{2ij} = \frac{1}{5} \sum_{e=1}^5 b_{ij}(e)$$

和

$$g_{3ij} = \max\{b_{ij}(e) | e = 1, 2, \dots, 5\}.$$

利用三角模糊數設定方法，以表 3 至表 5 的資料計算出 3 家貨櫃船公司於各評估準則的模糊數值，並展現於表 6。

表 6.3 家貨櫃船公司於 15 個評估準則的模糊數值

	A_1	A_2	A_3
C1	(0.271, 0.318, 0.350)	(0.445, 0.555, 0.706)	(0.630, 0.755, 0.829)
C2	(0.206, 0.265, 0.316)	(0.281, 0.541, 0.846)	(0.480, 0.732, 0.912)
C3	(0.543, 0.584, 0.646)	(0.530, 0.568, 0.660)	(0.510, 0.573, 0.650)
C4	(0.454, 0.554, 0.627)	(0.425, 0.585, 0.655)	(0.426, 0.571, 0.681)
C5	(0.382, 0.492, 0.569)	(0.339, 0.574, 0.810)	(0.340, 0.596, 0.767)
C6	(0.257, 0.364, 0.562)	(0.612, 0.805, 0.905)	(0.324, 0.425, 0.559)
C7	(0.169, 0.534, 0.891)	(0.296, 0.506, 0.751)	(0.345, 0.564, 0.854)
C8	(0.133, 0.377, 0.790)	(0.453, 0.714, 0.951)	(0.278, 0.438, 0.832)
C9	(0.276, 0.352, 0.453)	(0.604, 0.753, 0.837)	(0.455, 0.536, 0.713)
C10	(0.231, 0.263, 0.311)	(0.393, 0.500, 0.634)	(0.738, 0.819, 0.887)
C11	(0.471, 0.527, 0.595)	(0.628, 0.708, 0.782)	(0.408, 0.462, 0.549)
C12	(0.296, 0.310, 0.326)	(0.686, 0.711, 0.743)	(0.590, 0.630, 0.664)
C13	(0.219, 0.602, 0.815)	(0.394, 0.556, 0.757)	(0.425, 0.507, 0.616)
C14	(0.150, 0.486, 0.778)	(0.439, 0.678, 0.980)	(0.134, 0.403, 0.640)
C15	(0.643, 0.792, 0.866)	(0.310, 0.414, 0.525)	(0.371, 0.430, 0.558)

算出 3 家貨櫃船公司於各評估準則之正規化模糊數評比後，再請四個財務專家 E_1, E_2, E_3, E_4 以 VL, L, M, H, VH 對 15 個評估準則進行語意值評比，這些語意值評比在表 7 中展現。

表 7. 專家於 15 個評估準則所設定語意值評比

	E_1	E_2	E_3	E_4
C_1	VH	H	H	VH
C_2	H	M	VH	H
C_3	VH	M	H	H
C_4	M	M	M	VH
C_5	M	H	M	H
C_6	VH	M	H	H
C_7	M	H	H	M
C_8	H	M	H	M
C_9	H	L	M	M
C_{10}	H	M	M	H
C_{11}	H	H	H	H
C_{12}	M	H	H	M
C_{13}	VH	M	H	H
C_{14}	VH	H	H	VH
C_{15}	H	VH	H	VH

上述的語意值集合 {VL, L, M, H, VH} 用於展現權重的五種狀態，並設 VL=(0,0,0.3)，L=(0,0.3,0.5)，M=(0.3,0.5,0.7)，H=(0.5,0.7,1)和 VH=(0.7,1,1)，將語意值轉換為模糊數值。因此從表 7 中可以計算出每個評估準則平均的模糊權重值，那就是，

$$W_1=(0.6, 0.85, 1),$$

$$W_2=(0.5, 0.725, 0.925),$$

$$W_3=(0.5, 0.725, 0.925),$$

$$W_4=(0.4, 0.625, 0.775),$$

$$W_5=(0.4, 0.6, 0.85),$$

$$W_6=(0.5, 0.725, 0.925),$$

$$W_7=(0.4, 0.6, 0.85),$$

$$W_8=(0.4, 0.6, 0.85),$$

$$W_9=(0.275, 0.5, 0.725),$$

$$W_{10}=(0.4, 0.6, 0.85),$$

$$W_{11}=(0.5, 0.7, 1),$$

$$W_{12}=(0.4, 0.6, 0.85),$$

$$W_{13}=(0.5, 0.725, 0.925),$$

$$W_{14}=(0.6, 0.85, 1)$$

與

$$W_{15}=(0.6, 0.85, 1).$$

利用表6與權重的資料，可以算出於各評估準則加權後近似的三角模糊數值，結果如表8所示：

表 8. 3 家貨櫃船公司於 15 個評估準則加權後近似的模糊數值

	A_1	A_2	A_3
C1	(0.163, 0.270, 0.350)	(0.267, 0.472, 0.706)	(0.378, 0.642, 0.829)
C2	(0.103, 0.192, 0.292)	(0.141, 0.392, 0.783)	(0.240, 0.531, 0.844)
C3	(0.272, 0.423, 0.598)	(0.265, 0.412, 0.611)	(0.255, 0.415, 0.601)
C4	(0.182, 0.346, 0.486)	(0.170, 0.366, 0.508)	(0.170, 0.357, 0.528)
C5	(0.153, 0.295, 0.484)	(0.136, 0.344, 0.689)	(0.136, 0.358, 0.652)
C6	(0.129, 0.264, 0.520)	(0.306, 0.584, 0.837)	(0.162, 0.308, 0.517)
C7	(0.068, 0.320, 0.757)	(0.118, 0.304, 0.638)	(0.138, 0.338, 0.726)
C8	(0.053, 0.226, 0.672)	(0.181, 0.428, 0.808)	(0.111, 0.263, 0.707)
C9	(0.076, 0.176, 0.328)	(0.166, 0.377, 0.607)	(0.125, 0.268, 0.517)
C10	(0.092, 0.158, 0.264)	(0.157, 0.300, 0.539)	(0.295, 0.491, 0.754)
C11	(0.236, 0.369, 0.595)	(0.314, 0.496, 0.782)	(0.204, 0.323, 0.549)

表 8.3 家貨櫃船公司於 15 個評估準則加權後近似的模糊數值 (續)

	A_1	A_2	A_3
C12	(0.118, 0.186, 0.277)	(0.274, 0.427, 0.632)	(0.236, 0.378, 0.564)
C13	(0.110, 0.436, 0.754)	(0.197, 0.403, 0.700)	(0.213, 0.368, 0.570)
C14	(0.090, 0.413, 0.778)	(0.263, 0.576, 0.980)	(0.080, 0.343, 0.640)
C15	(0.386, 0.673, 0.866)	(0.186, 0.352, 0.525)	(0.223, 0.366, 0.558)

以表8的資料，分別算出3家貨櫃船公司和負向極端解、正向極端解在各評估準則上的距離值，如表9所示：

表 9. 各家貨櫃船公司和負向極端解、正向極端解在 15 個評估準則上的距離值

	A_1		A_2		A_3	
	$d(D_{1j}, D_j^-)$	$d(D_{1j}, D_j^+)$	$d(D_{2j}, D_j^-)$	$d(D_{2j}, D_j^+)$	$d(D_{3j}, D_j^-)$	$d(D_{3j}, D_j^+)$
C1	0.272	0.743	0.514	0.549	0.643	0.426
C2	0.211	0.808	0.512	0.621	0.592	0.524
C3	0.451	0.585	0.452	0.588	0.447	0.593
C4	0.360	0.674	0.374	0.667	0.381	0.665
C5	0.339	0.703	0.451	0.652	0.436	0.653
C6	0.345	0.715	0.615	0.477	0.360	0.687
C7	0.476	0.681	0.414	0.681	0.469	0.647
C8	0.410	0.731	0.538	0.587	0.440	0.688
C9	0.220	0.813	0.423	0.643	0.344	0.715
C10	0.186	0.832	0.367	0.686	0.547	0.522
C11	0.426	0.618	0.564	0.507	0.386	0.657

表 9. 各家貨櫃船公司和負向極端解 正向極端解在 15 個評估準則上的距離值(續)

	A_1		A_2		A_3	
	$d(D_{1j}, D_j^-)$	$d(D_{1j}, D_j^+)$	$d(D_{2j}, D_j^-)$	$d(D_{2j}, D_j^+)$	$d(D_{3j}, D_j^-)$	$d(D_{3j}, D_j^+)$
C12	0.204	0.809	0.468	0.575	0.415	0.622
C13	0.507	0.625	0.480	0.603	0.410	0.634
C14	0.511	0.638	0.674	0.491	0.422	0.685
C15	0.671	0.409	0.380	0.660	0.406	0.633

而後利用表9的資料，就可算出3家貨櫃船公司和負向極端解、正向極端解的距離值總和，即

$$A_1^- = 5.589,$$

$$A_2^- = 7.228,$$

$$A_3^- = 6.699,$$

$$A_1^+ = 10.382,$$

$$A_2^+ = 8.986,$$

$$A_3^+ = 9.349.$$

再利用這些距離值總和便可以算出 3 家貨櫃船公司的接近係數值：

$$A_1^* = \frac{5.589}{5.589 + 10.382} = 0.350,$$

$$A_2^* = \frac{7.228}{7.228 + 8.986} = 0.446,$$

$$A_3^* = \frac{6.699}{6.699 + 9.349} = 0.417,$$

以 3 家貨櫃船公司的接近係數值可知財務績效的排序為 A_2 ， A_3 ， A_1 ，所以財務績效評比最佳的貨櫃船公司為 A_2 。

陸、結論

為了評估貨櫃船公司的財務績效，財務比率應先分群，並從中挑選出代表性財務指標作為評估準則，而後便可進行財務績效的評估。在本文中由於財務比率和專家對於權重的評估都已正規化，因此這些模糊數值的範圍都介於0與1之間，可利用Chen所提出的TOSIS的擴展方法對貨櫃船公司進行財務績效評估。過程中不難發現，評估貨櫃船公司財務績效是十分簡單的。在另一方面，雖然台灣地區主要的貨櫃船公司數目僅有3家，但是利用此方法去評估公司的財務績效，卻可不限於僅此小數目；也就是說，這樣的評估方式在公司數目較多的情況下亦可適用。除此之外，將貨櫃船公司與同業比較財務績效，能使該貨櫃船公司確認其在財務上的優勢與劣勢，這對貨櫃船公司對於財務營運能力的定位，以及增進本身的競爭優勢以強化未來的財務能力，將有很大的幫助。

參考文獻

1. 王昱傑，“利用灰關聯分析進行台灣地區貨櫃船公司財務績效代表性指標之擷取”，*航運季刊*，第十五卷，第一期，1-17頁，民國九十五年。
2. 林光，“*海運學*”，華泰書局，民國八十年二月。
3. 馮正民，王榮祖，“應用灰色關聯分析於航空運輸業營運與財務績效代表性指標之擷取”，*民航季刊*，第三卷，第一期，107-126頁，民國九十年。
4. Feng, C. M., Wang, R. T., “Performance evaluation for airlines including the consideration of financial ratios”, *Journal of Air Transport Management*, 6, 133-142, 2000.
5. Fielding, G. J., Glauthier, R. E., Lave, C. A., “Performance indicators for transit management”, *Transportation*, 7, 365-378, 1978.
6. Fielding, G. J., Anderson, S. C., “Public transit performance evaluation: application to Section 15 Data”, *Transportation Research Record*, 947, 1-7, 1984.
7. Lemer, C., “Measuring performance of airport passenger terminals”, *Transportation Research*, 26, 37-45, 1992.
8. Miller, D. R., “Simplified guidelines for evaluating transit service in small urban areas”, *Transportation Research Board*, 1984.
9. Walter, B. M., Robert, F. M., “*Accounting: The basis for business decision*”, McGraw-Hill, New York, 1988.
10. Deng, J., “Introduction to grey system theory”, *The Journal of Grey System*, 1, 1-24, 1989.
11. Deogun, J. S., Kratsch, D., Steiner, G., “An approximation algorithm for clustering graphs with dominating diametral path”, *Information Processing Letters*, 61, 121-127, 1997.

12. Dubes, R., Jains, A. “*Algorithm that Cluster Data*”, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1988.
13. Duda, R.O., Hart, P.E., “*Pattern Classification and Scene Analysis*”, Wiley, New York, 1973.
14. Eom, K. B., “Fuzzy clustering approach in supervised sea-ice classification”, *Neurocomputing*, 25, 149-166, 1999.
15. Hirano, S., Sun, X., Tsumoto, S., “Comparison of clustering methods for clinical databases”, *Information Sciences*, 159, 155-165, 2004.
16. Kaufman, L., Rousseeuw, P. J., “*Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*”, Wiley, New York, 1990.
17. Krishnapuram, R., Keller, J. M., “A possibilistic approach to clustering”, *IEEE Trans. Fuzzy Systems*, 1, 98-110, 1993.
18. Lee, H.S. “Automatic clustering of business processes in business systems”, *European Journal of Operational Research*, 114, 354-362, 1999.
19. Miyamoto, S., “Information clustering based on fuzzy multisets”, *Information Processing and Management*, 39, 195-213, 2003.
20. Greene, W. H., “*Econometric analysis*”, Prentice-Hill, New Jersey, 2000.
21. Johnson, R. A., Wichern, D.W., “*Applied multivariate statistical analysis*”, Prentice-Hill, New Jersey, 1992.
22. Hwang, C. L., Yoon, K., “*Multiple Attribute Decision Making: Methods and Application, Springer*”, New York, 1981.
23. Keeney, R., Raiffa, H., “*Decision with Multiple Objective: Preference and Value Tradeoffs*”, Wiley, New Work, 1976.
24. Boender, C. G. E., Graan, J. G. de, Lootsma, F. A., “Multi-attribute decision analysis with fuzzy pairwise comparisons”, *Fuzzy Sets and Systems*, 29, 133-143, 1989.
25. Chang, Y. H., Yeh, C. H., “A survey analysis of service quality for domestic airlines”, *European Journal of Operational Research*, 139, 166-177, 2002.
26. Chen, C. T., “Extensions to the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment”, *Fuzzy Sets and Systems*, 114, 1-9, 2000.
27. Chen, S. J., Hwang, C. L., “*Fuzzy multiple attribute decision making methods and application*”, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Springer, New York, 1992.
28. Hsu, H. M., Chen, C. T., “Fuzzy credibility relation method for multiple criteria decision-making problems”, *Information Sciences*, 96, 79-91, 1997.
29. Jain, R., “A procedure for multi-aspect decision making using fuzzy sets”, *The International Journal of Systems Sciences*, 8, 1-7, 1978.

30. Liang, G. S., "FMCDM based on ideal and anti-ideal concepts", *European Journal of Operational Research*, 112, 682-691, 1999.
31. Wang, Y. J., Lee, H. S., Lin, K., "Fuzzy TOPSIS for multi-criteria decision-making", *International Mathematical Journal*, 3, 367-379, 2003.
32. Zadeh, L. A., "Fuzzy sets", *Information and Control*, 8, 338-353, 1965.
33. Zimmermann, H. J., "*Fuzzy Set, Decision Making and Expert System*", Kluwer, Boston, 1987.
34. Zimmermann, H. J., "*Fuzzy Set Theory – And Its Application 2nd Edition*", Kluwer, Boston, 1991.
35. Delgado, M., Verdegay, J. L., Vila, M. A., "Linguistic decision-making models", *International Journal of Intelligent System*, 7, 479-492, 1992.
36. Herrera, F., Herrera-Viedma, Verdegay, J. L., "A model of consensus in group decision decision making under linguistic assessments", *Fuzzy Sets and Systems*, 49, 21-31, 1992.