

## 第三方物流業者評選模式之建構：模糊多準則決策 之應用

# Developing an Evaluation Model for Third-party Logistics Service Providers: An Application of Fuzzy MCDM Approach

梁金樹<sup>1</sup> Gin-Shuh Liang

丁吉峰<sup>2</sup> Ji-Feng Ding

許哲維<sup>3</sup> Je-Wei Hsu

### 摘要

本文之主要目的乃藉由模糊多準則決策構建第三方物流業者之評選模式。首先，經由文獻之探討並透過專家意見，本研究據以初步歸納出適合於評選第三方物流業者之七個構面與卅五個評估子準則。其次，本研究以重要性分析法篩選出七個構面與卅一個評估子準則。進而，本研究以模糊多準則決策理論構建一個第三方物流業者之評選模式。最後，以一案例詮釋本研究所提出之評選模式之運作過程。

**關鍵字：**模糊多準則決策、第三方物流業者、評選模式

### ABSTRACT

The main purpose of this paper is to develop an evaluation algorithm of fuzzy multiple criteria decision making (MCDM) to select third-party logistics service providers. At first, combining the historical literature and experts' opinions, a preliminary list with seven criteria and thirty-five sub-criteria for third-party logistics service providers is constructed. Then, a selected list with seven criteria and thirty-one sub-criteria is made by the importance analysis approach. Furthermore, an evaluation model of applying fuzzy MCDM approach for third-party logistics service providers is developed. Finally, a numerical example with three alternatives is illustrated by using this fuzzy MCDM approach proposed in this paper.

<sup>1</sup> 國立台灣海洋大學航運管理學系教授 (E-mail: gsliang@mail.ntou.edu.tw)

<sup>2</sup> 長榮大學航運管理學系副教授 (E-mail: jfding@mail.cjcu.edu.tw)

<sup>3</sup> 國立台灣海洋大學航運管理學系碩士 (E-mail: zombicazeral@gmail.com)

**Keywords:** fuzzy MCDM; third-party logistics service provider; evaluation model.

## 壹、前言

隨著科技不斷的進步及經濟環境迅速的變遷，現在企業所要面對的大環境比起以往要更加的複雜與廣泛。台灣經濟之型態多以國際貿易為主軸，競爭對象與市場區隔日趨全球化，加上各種前置時間遭到壓縮，故必須加速了解顧客與回應市場之需求。因此，如何促使企業更能有效掌握不確定環境中的各個環節，進而有效地提供消費者最適的服務或產品，已經成為企業在經營管理上的重要課題。

面對經濟快速發展之趨勢、電子商務時代的來臨，消費者之消費行為產生了劇烈的變化，加以國際市場競爭激烈之諸多因素的交互影響下，企業必須即時反應顧客的需求，以確保舊有客戶之再購意願與開發新顧客群之消費。為因應這類具時效性之需求，企業接受物流委外(outsourcing)之觀念已形成趨勢，而企業亦藉此來降低成本及增加效率。是以，講究時效性以及方便性的物流業因而崛起。

由於專業物流公司對於買賣雙方而言，係屬於第三者的角色，有別於第一方發貨者及第二方收貨者，其主要提供物流委外服務的專業物流公司(尤其在運輸與倉儲最為常見)，因此，這些專業物流公司往往被稱為第三方物流公司(third-party logistics service provider, 3PL)<sup>[4]</sup>。早期許多專業的物流公司，僅注重提供不同的物流服務，並未強調長期、互利的夥伴關係。然而，現今的第三者物流公司提供較多的客製化的服務，包括許多不同的服務功能，是一個長期的、更強調互利的關係<sup>[15]</sup>。

由於供應鏈中的上、中、下游企業廠商皆有機會使用第三方物流業，而這些廠商可藉由第三方物流業整合整個供應鏈並保持供應鏈夥伴的密切關係。因此，第三方物流業的興起提供許多機會給製造商，其藉由這些機會擁有更專業的顧問服務，並進而解決這些廠商在物料採購及製成品配送方面的問題，更減少無謂的資源浪費。然而，第三方物流業所提供的服務項目林林總總，各業者良莠不齊，且各個產業對於物流的依賴程度不一。因此，什麼樣的服務才是企業所真正需要的？而企業方面又是用什麼樣的方式與標準去評選他們所要的第三方物流業？無疑地，已成為重要的研究議題。

處在競爭激烈的環境中，企業在評選第三方物流業者時面臨環境的不確定性以及時間上的壓力，必須考量許多評選準則。因此，在第三方物流業者的評選過程本身因充滿著多準則決策 (multiple criteria decision making, MCDM) 之特性，復以各項準則隨著群體決策及環境之變化，使得各項準則間及其重要性之權值亦充滿著模糊及變動的特性。欲藉由傳統決策方式處理準則權重之模糊性與表達決策資訊傳輸本身的不精準性，似乎無法充分地表達各項評估方案及各項決策準則本身所隱含的資訊。再者，爲了能夠適切地整合相關決策單位所組成的決策群體(或稱委員會)之意見，並據此進行各替選方案的評分及排序，以尋找最適方案。因此，本研究擬應用模糊集合理論 (fuzzy set theory)<sup>[19]</sup> 並結合MCDM，以建立一個第三方物流業者之評選模式，供決策者在模糊環境下做出最適方案的選擇，此即本文的研究目的。

本文架構共分五節。除本節外，第二節介紹本文所用到的研究方法與理論，第三節則以模糊多準則決策構建第三方物流業者之評選模式，第四節則以一案例詮釋本模式的運作過程。最後在第五節提出結論與建議。

## 貳、研究方法與理論

本節擬就本文所採用的研究方法與理論，做扼要地介紹。

### 2.1 模糊集合理論

模糊集合理論<sup>[19]</sup>是由 Zadeh 在 1965 所提出的，他認爲人類的思維、推理及對周遭事物的認知往往存在有相當的模糊性，以致於仰賴精確數值方能完成預測與推估的傳統分析方法，已不能完全適用於以人爲中心的系統所產生具有變動性與複雜性的問題。因此，吾人以模糊數學的分析方法取代傳統的數量方法，較能有效處理模糊經營情境下的決策分析。

#### 2.1.1 模糊集合

設 $X$ 爲一個事物的集合，則稱 $X$ 爲宇集合 (universal set, 或稱論域)。對宇集合 $X$ 及定義在其上的函數 $f_A: X \rightarrow [0, 1]$ 而言，集合 $A = \{(x, f_A(x)) | x \in X\}$ 稱爲 $X$ 上的模糊子集合 (fuzzy subset)， $f_A(x)$ 稱爲 $x$ 在 $A$ 中的隸屬度 (grade of membership)， $f_A$ 稱爲 $A$ 的隸屬函數 (membership function)。 $f_A(x)$ 的值愈接近於1，則表示 $x$ 在 $A$ 中的隸屬度愈高。

### 2.1.2 三角形模糊數

若有一模糊數 $A$ <sup>[10]</sup>，假設它的隸屬函數 $f_A: \mathfrak{R} \rightarrow [0, 1]$ ，如(1)式所示，

$$f_A(x) = \begin{cases} (x-c)/(a-c), & c \leq x \leq a \\ (x-b)/(a-b), & a \leq x \leq b \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

式中 $-\infty < c \leq a \leq b < \infty$ ，則稱此模糊數為三角形模糊數 (triangular fuzzy number)。三角形模糊數 $A$ 以 $(c, a, b)$ 表之，記為 $A = (c, a, b)$ 。

根據Zadeh<sup>[19]</sup>的擴展法則 (extension principle)，假設 $A_1 = (c_1, a_1, b_1)$ ，

$A_2 = (c_2, a_2, b_2)$ ，則

- (1)  $A_1 \oplus A_2 = (c_1 + c_2, a_1 + a_2, b_1 + b_2)$ ,
- (2)  $k \otimes A = (kc, ka, kb)$ ,  $k \geq 0, k \in R$ ,
- (3)  $A_1 \otimes A_2 \cong (c_1c_2, a_1a_2, b_1b_2)$ , 若 $c_1 \geq 0, c_2 \geq 0$ 。

### 2.1.3 口語值

Zadeh<sup>[20]</sup>提出口語變數 (linguistic variable) 概念，用於處理太過於複雜或定義太難，以致於不能以傳統數量方法做合理描述之問題。口語變數為一種值為字或句子的自然或人工語言。例如「重要性」是一口語變數，它的值是口語而非數值。口語值能以模糊集合理論的近似推理 (approximate reasoning) 做合理的表達。本文將採用三角形模糊數來傳達這些訊息。例如，口語值：非常重要 = (0.8, 1, 1)，重要 = (0.6, 0.75, 0.9)，普通 = (0.3, 0.5, 0.7)，不重要 = (0.1, 0.25, 0.4)，非常不重要 = (0, 0.1, 0.2)。

## 2.2 三角形模糊數之排序

在模糊多準則決策環境下，可行方案之綜合評估值的模糊排序是一項重要課題。模糊的排序方法已被廣泛地探討，其中有些方法中的缺失已在Bortolan & Degani<sup>[5]</sup>與Chen<sup>[8]</sup>的研究中提出。為達到簡單計算和提高解題效率，本研究係依據Liou & Wang<sup>[13]</sup>所提出的積分排序概念，發展模糊數的排序。

假設 $f_A^L(x) = (x-c)/(a-c)$ ,  $c \leq x \leq a$ ，為三角形模糊數 $A$ 的左隸屬函數， $f_A^R(x) = (x-b)/(a-b)$ ,  $a \leq x \leq b$ ，為三角形模糊數 $A$ 的右隸屬函數。令 $g_A^L$ 和 $g_A^R$ 分別代表 $f_A^L$ 與 $f_A^R$ 之反數函數。則 $g_A^L(y) = c + (a-c)y$ ； $g_A^R(y) = b + (a-b)y$ 。

因此，三角形模糊數 $A$ 之左積分與右積分，分別以 $I^L(A)$ 及 $I^R(A)$ 表之，爲：

$$I^L(A) = \int_0^1 g_A^L(y) dy = \frac{c+a}{2},$$

$$I^R(A) = \int_0^1 g_A^R(y) dy = \frac{a+b}{2}.$$

**定義2.1：**模糊數 $A_i$ 之排序值，以 $R(A_i)$ 表示之，定義爲

$$R(A_i) = \beta I^R(A_i) + (1 - \beta) I^L(A_i), \quad 0 \leq \beta \leq 1.$$

上式 $\beta$ 值可表示爲決策者或決策群體的總風險態度指標 (total risk attitude index)，此指標反映出決策者的風險承擔程度。若 $\beta < 0.5$ ，則代表決策者或決策群體的總風險態度是悲觀的 (pessimistic)，代表決策者或決策群體爲一風險棄卻者 (risk-avertor)；若 $\beta = 0.5$ ，則代表決策者或決策群體的總風險態度是中性的 (moderate)，代表決策者或決策群體爲一風險中立者 (risk-neutral)；若 $\beta > 0.5$ ，則代表決策者或決策群體的總風險態度是樂觀的 (optimistic)，代表決策者或決策群體爲一風險愛好者 (risk-lover)。

決策者或決策群體的總風險態度指標在群體決策中乃一重要議題。一般而言，可透過兩種方式來決定 $\beta$ 值。第一種方式是由單一決策者在資料輸出階段 (data output stage)<sup>[11]</sup>，依其最後主觀認知的風險承擔程度決定 $\beta$ 值，例如 $\beta$ 值爲0.3、0.5或0.75等。然而這樣的方式卻很難應用在具有多人決策群體的問題。因此，Chang & Chen<sup>[6]</sup>提出了另一種思維方式，他們認爲 $\beta$ 值若能由群體決策者在資料輸入階段 (data input stage)時，就能直接傳輸群體決策者的風險承擔程度，似乎較爲合理。本文經綜整後認爲Chang & Chen之方法較爲合理，因此擬以Chang & Chen所發展之如何決定 $\beta$ 值的方法爲本文評量決策者或決策群體之總風險態度指標的依據。

**定義2.2：**定義兩模糊數爲 $A_i$ 與 $A_j$ 之排序規則如下：

- (1)  $A_i > A_j \Leftrightarrow R(A_i) > R(A_j)$ ,
- (2)  $A_i < A_j \Leftrightarrow R(A_i) < R(A_j)$ ,
- (3)  $A_i = A_j \Leftrightarrow R(A_i) = R(A_j)$ .

根據定義2.1，可得定理2.1。

**定理2.1：** 假設  $A_i = (c_i, a_i, b_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  為  $n$  個三角形模糊數，則可得  $A_i$  之排序值  $R(A_i)$  為：

$$R(A_i) = \beta \left( \frac{a+b}{2} \right) + (1-\beta) \left( \frac{c+a}{2} \right).$$

求得  $\beta$  值後，根據定理2.1，則這  $n$  個三角形模糊數的排序值即可算出；再根據定義2.1，即可對此  $n$  個三角形模糊數進行排序。

### 參、評選模式之構建

為使模式易於操作並符合科學化之原則，本節擬構建一系統化的模糊多準則評選模式，用於處理第三方物流業者之評選問題，茲將評選步驟概述如下：

1. 綜合相關文獻並參酌業界與學者之意見，擬定第三方物流業者評選準則。
2. 擬定待評之第三方物流業者(待評方案)。
3. 建構層級結構。
4. 選擇衡量各評選準則之重要性評估尺度與各項待評方案在各評選準則下之優勢評比尺度。
5. 利用評估準則之重要性評估尺度，求解各評選準則之模糊權重。
6. 利用各項待評方案在各評選準則下之優勢評比尺度，求解每一個待評方案在各評選準則下之優勢評比值。
7. 計算賦與權重後各待評方案之綜合優勢評比值。
8. 利用三角形模糊數排序法，對擬訂之待評方案的綜合優勢評比值加以排序，並評選出最適第三方物流業者。

#### 3.1 初擬評選準則

評選第三方物流業者之影響因素牽涉廣泛而複雜，本文透過國內外相關文獻，包括陳立偉<sup>[2]</sup>、萬幼筠<sup>[3]</sup>、蘇雄義<sup>[4]</sup>、Craig<sup>[7]</sup>、Leahy *et al.*<sup>[12]</sup>、Menon *et al.*<sup>[14]</sup>、Prabir & Virum<sup>[16]</sup>、Rao & Young<sup>[17]</sup>、Szymankiewicz<sup>[18]</sup>，及相關物流網站之資料記載，並輔以專家之訪談意見，歸納出七大主構面，分別為成本、服務層次、過去的績效與聲譽、技術、溝通系統、組織管理與控制、與綠色環境。由於目前國際趨勢環保意識抬頭，因此增加綠色環境構面，每個主構面後再歸納出幾個子準則，本文最後初步擬定共計七個評估主準則與卅五個評估子準則，以供未來評選準則之用。

1. 成本：包括定價與成本、收費標準之異動與程度、節省物流設備和土地的成本、雙方之合作契約、能否減少資本投資。
2. 服務層次：包括準時交貨可靠度、服務持續改善能力、突發事件應變能力、國際運輸能力、訂單處理能力、完善的售後服務、貨物狀況保全良好能力、提供多元化的物流服務。
3. 過去的績效與聲譽：包括過去之營業額與績效、過去合作過之對象、與同業間的市場佔有率、同業間之聲譽、公司財務狀況。
4. 技術：包括資訊處理、與本公司資訊系統是否能相容、運具承運能力、貨物及時追蹤能力。
5. 溝通系統：包括物流公司是否有良好的溝通管道、第三方物流業者內部高階主管配合度、是否有願意配合顧客之需求、電子商務分享能力。
6. 綠色環境：包括順應環保制度制定管理辦法、遵守相關之環境法規、具備環保專門組織或人才。
7. 組織管理與控制：包括產能、資源與彈性、有創意的管理、員工素質與教育程度、提供專業之教育訓練、第三方物流業者管理制度之健全度、第三方物流業者內部勞資關係和諧。

本文為求研究之謹慎與確實，擬將上述之評選準則依重要性分析法<sup>[1]</sup>設定門檻值，俾以篩選出重要之評選準則。本文設定之門檻值為 75%，亦即問卷問項以 Likert 五點評分尺度表示，透過問卷調查之結果，口語值之平均值超過 3.75 者，視為重要的評選準則，進而將這些重要評選準則予以保留，俾以作為構建層級結構之準則層。

本文問卷發放對象為國內進出口貿易廠商，依照經濟部進出口績優廠商名錄，選擇前 150 大廠商作為研究對象，調查其對評選準則之重要性的看法。問卷以郵寄方式對前述研究對象進行調查，共計發出問卷 150 份，回收 101 份（67.33%），無效問卷 27 份，有效問卷 74 份（49.33%）。

調查結果顯示：受訪者認為第三方物流業者評選準則中，較為重要之前六項依序為「準時交貨可靠度」（4.74）、「貨物狀況保全良好能力」（4.68）、「突發事件應變能力」（4.66）、「服務持續改善能力」（4.43）、「完善的售後服務」（4.42）以及「定價與成本」（4.39）等。「過去合作之對象」（3.53）、「與同業間的市場佔有率」（3.57）、「具備環保專門組織或人才」（3.61）以及「有創意的管理」（3.66）共計 4 個未達本文所採用門檻值 75% 以上之外，其餘的卅一個評選準則皆予

以保留。

### 3.2 層級結構

層級為系統結構的骨架，用以研究階層中各要素之交互影響，以及整個系統的衝擊，層級的多寡，端視系統的複雜性與分析所需而定<sup>[9]</sup>。本文以圖1所示之層級結構圖作為第三方物流業者評選之依據。在此架構中，第一層為目標，期望能於待評之第三方物流業者中選出最適者，或對全部待評第三方物流業者之優勢加以排序；第二層為 $k$ 個用以評選第三方物流業之評選主準則；第三層為所有主準則下之 $n_1 + n_2 + \dots + n_k$ 個子準則；第四層為 $m$ 個替代方案。

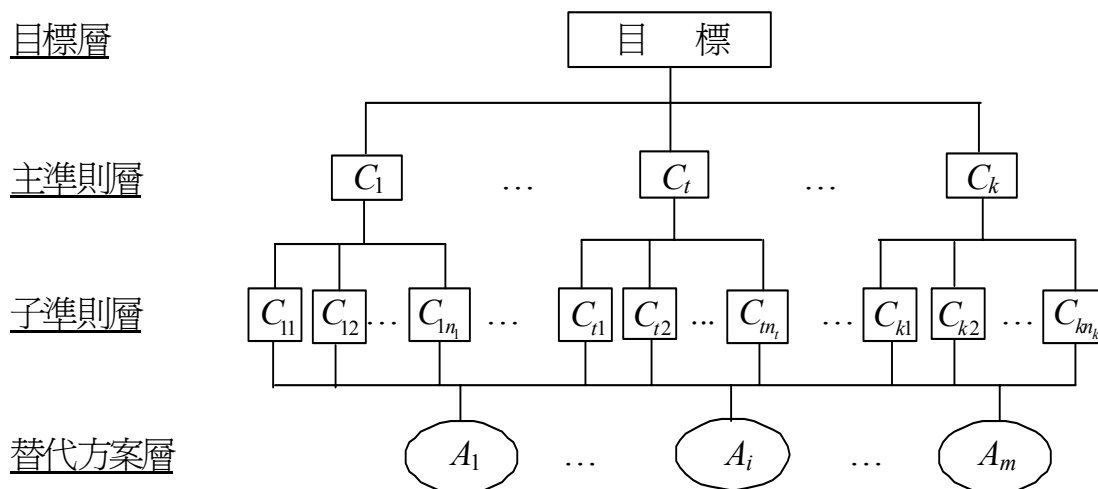


圖1 層級結構圖

### 3.3 選擇評估準則之重要性評估尺度與各待評方案在各評選準則下之優勢評比尺度

有兩種偏好尺度可做為評估準則重要性以及評估各評選方案在各評選決策下之優勢評比尺度，其一為三角形模糊數，另一為以三角形模糊數表徵之口語值，決策者或決策群體可視實際需要擇一或同時應用兩者。

本文擬採用以三角形模糊數表徵之口語權重集合  $W$  做為評估準則重要性之評估尺度之集合。集合  $W = \{VL, L, F, H, VH\}$ ，其中  $VL = \text{Very Low}$  (非常低)， $L = \text{Low}$  (低)， $F = \text{Fair}$  (普通)， $H = \text{High}$  (高) 與  $VH = \text{Very High}$  (非常高)。



且定義  $VL=(0, 0, 0.3)$  ,  $L=(0, 0.2, 0.5)$  ,  $F=(0.3, 0.5, 0.7)$  ,  $H=(0.5, 0.8, 1)$  與  $VH=(0.7, 1, 1)$  。

此外，本文以三角形模糊數表徵之口語優勢集合  $S$  做為各待評方案在各評選準則下之優勢評比尺度集合。 $S = \{VP, P, F, G, VG\}$  , 其中  $VP = \text{Very Poor}$  (非常差) ,  $P = \text{Poor}$  (差) ,  $F = \text{Fair}$  (普通) ,  $G = \text{Good}$  (好) ,  $VG = \text{Very Good}$  (非常好) 。且定義  $VP=(0, 0, 0.3)$  ,  $P=(0, 0.2, 0.5)$  ,  $F=(0.3, 0.5, 0.7)$  ,  $G=(0.5, 0.8, 1)$  與  $VG=(0.7, 1, 1)$  。

### 3.4 利用評估準則之重要性評估尺度求解各評選準則之模糊權重

令  $W_p = (c_p, a_p, b_p)$  ,  $t=1, 2, \dots, k$ ;  $p=1, 2, \dots, n$  , 代表決策者  $D_p$  賦與評選準則  $C_t$  之權重，則評選準則  $C_t$  之權重，以  $W_t$  表之，為  $W_t = \frac{1}{n} \otimes (W_{t1} \oplus W_{t2} \oplus \dots \oplus W_{tn})$  , 依擴展法則可知，若令  $W_t = (c_t, a_t, b_t)$  , 則  $c_t = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n c_{tp}$  ,  $a_t = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n a_{tp}$  ,  $b_t = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n b_{tp}$  .

又令  $W_{jp} = (c_{jp}, a_{jp}, b_{jp})$  ,  $t=1, 2, \dots, k$ ;  $j=1, 2, \dots, n_t$ ;  $p=1, 2, \dots, n$  , 代表決策者  $D_p$  賦與評選子準則  $C_{jt}$  之權重，則評選子準則  $C_{jt}$  之權重，以  $W_{jt}$  表之，為  $W_{jt} = \frac{1}{n} \otimes (W_{jt1} \oplus W_{jt2} \oplus \dots \oplus W_{jtn})$  , 依擴展法則可知，若令  $W_{jt} = (c_{jt}, a_{jt}, b_{jt})$  , 則

$$c_{jt} = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n c_{jtp}, \quad a_{jt} = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n a_{jtp}, \quad b_{jt} = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n b_{jtp}.$$

### 3.5 利用各待評方案在各評選準則下之優勢評比尺度求解每一待評方案在各評選準則下之優勢評比值

令  $S_{ijp} = (q_{ijp}, o_{ijp}, p_{ijp})$  ,  $i=1, 2, \dots, m$ ;  $t=1, 2, \dots, k$ ;  $j=1, 2, \dots, n_t$ ;  $p=1, 2, \dots, n$  , 代表決策者  $D_p$  賦與待評方案  $A_i$  在評選子準則  $C_{jt}$  下之優勢評比值，則待評方案  $A_i$  在評選子準則  $C_{jt}$  下之優勢評比值，以  $S_{ijt}$  表之，為  $S_{ijt} = \frac{1}{n} \otimes (S_{ijt1} \oplus S_{ijt2} \oplus \dots \oplus S_{ijtn})$  , 依擴展法則可知，若令  $S_{ijt} = (q_{ijt}, o_{ijt}, p_{ijt})$  ,

則

$$q_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n q_{ijp}, \quad o_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n o_{ijp}, \quad p_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n p_{ijp}.$$

### 3.6 計算賦與權重後各待評方案之綜合優勢評比值

令  $W_t = (c_t, a_t, b_t)$ ,  $t = 1, 2, \dots, k$ , 代表所採用之  $k$  個評選準則之權重；  
 $W_j = (c_j, a_j, b_j)$ ,  $t = 1, 2, \dots, k$ ;  $j = 1, 2, \dots, n_t$ , 代表所採用之  
 $n_1 + n_2 + \dots + n_k$  個評選子準則之權重； $S_{ij} = (q_{ij}, o_{ij}, p_{ij})$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ ;  
 $t = 1, 2, \dots, k$ ;  $j = 1, 2, \dots, n_t$ , 代表待評方案  $A_i$  在評選準則  $C_j$  下之優勢評比  
 值；則待評方案  $A_i$  在評選主準則  $C_t$  下之優勢評比值，以  $S_{it}$  表之，為  
 $S_{it} = \frac{1}{n_t} \otimes (S_{it1} \otimes W_{t1} \oplus S_{it2} \otimes W_{t2} \oplus \dots \oplus S_{itm_t} \otimes W_{tm_t})$ ，依據擴展法則可知，若令  
 $q_{it} = \sum_{j=1}^{n_t} q_{ij} c_j / n_t$ ,  $o_{it} = \sum_{j=1}^{n_t} o_{ij} a_j / n_t$ ,  $p_{it} = \sum_{j=1}^{n_t} p_{ij} b_j / n_t$ ，則  $S_{it} \cong (q_{it}, o_{it}, p_{it})$ 。

仿此，待評方案  $A_i$  之綜合優勢評比值，以  $S_i$  表之，為  
 $S_i = \frac{1}{k} \otimes (S_{i1} \otimes W_1 \oplus S_{i2} \otimes W_2 \oplus \dots \oplus S_{ik} \otimes W_k)$ ，依擴展法則可知，若令  
 $q_i = \sum_{t=1}^k q_{it} c_t / k$ ,  $o_i = \sum_{t=1}^k o_{it} a_t / k$ ,  $p_i = \sum_{t=1}^k p_{it} b_t / k$ ，則  $S_i \cong (q_i, o_i, p_i)$ 。

### 3.7 利用三角形模糊數排序法排序各項待評方案之優劣與選取最佳方案

利用 2.2 節所述之排序公式，可求得待評方案  $A_i$  之排序值，以  $R(S_i)$  表之，  
 為  $R(S_i) = \beta I^R(S_i) + (1 - \beta) I^L(S_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ 。式中之  $\beta$  為單一決策者之個人  
 或群組決策者之總風險態度指標(total risk attitude index)，用於反映決策者之風  
 險態度，其值可利用決策者所評比之資料來判定。就  $\beta$  而言，說明如下：令  
 $T = (c, a, b)$  為某位決策者或群組決策者對某一評估準則之權重(或某評選方案  
 在某一評估準則下之優勢)所做出的評比值，定義  $I = \frac{(a-c)}{(a-c)+(b-a)}$ ，則  $I$  可  
 當作衡量該位決策者個人或該群決策者之評比態度指標。就本研究所採用之評  
 選準則層以及方案層而言，所有評選小組的總風險態度指標，以  $\beta$  表示之為

$$\beta = \frac{\beta_{w_1} + \beta_{w_2} + \beta_s}{(k \times n) + (n \times \sum_{t=1}^k n_t) + (m \times n \times \sum_{t=1}^k n_t)} \quad (2)$$

式中

$$\beta_{w_1} = \sum_{t=1}^k \sum_{p=1}^n \frac{a_{tp} - c_{tp}}{(a_{tp} - c_{tp}) + (b_{tp} - a_{tp})}$$

(3)

$$\beta_{w_2} = \sum_{t=1}^k \sum_{j=1}^{n_t} \sum_{p=1}^n \frac{a_{tjpp} - c_{tjpp}}{(a_{tjpp} - c_{tjpp}) + (b_{tjpp} - a_{tjpp})} \quad (4)$$

$$\beta_s = \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^k \sum_{j=1}^{n_t} \sum_{p=1}^n \frac{(o_{ijpp} - q_{ijpp})}{(o_{ijpp} - q_{ijpp}) + (p_{ijpp} - o_{ijpp})} \quad (5)$$

在求得  $\beta$  後，將其代入定理 2.1 之三角形模糊數排序值計算式，並採用定義 2.2 所述之排序準則，則可對  $m$  個待評方案作出優勢排序，並評選出最適第三方物流業者或對全待評第三方物流業者之優勢加以排序。

### 肆、評選模式之驗證

本節擬以一假設個案為例，藉以詮釋本研究所提出之模糊多準則評選模式。茲將其運算過程，分別描述如后。

#### 4.1 個案問題陳述

假設某一企業擬在眾多第三方物流業者中評選出一家作為合作夥伴。假設有甲、乙、丙三位專家組成一評選小組，擬針對  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$  三家第三方物流業者進行評選，以篩選出一家合適的合作廠商進行物流委外的動作，評選準則以 3.1 節所述之七個主準則及卅一個子準則為評選依據。

本文以圖 1 所示之層級結構圖作為第三方物流業者評選之依據。在此架構中，第一層為目標，期望能於 3 家業者評選出最佳業者；第二層為七個用以評選第三方物流業者之主準則；第三層為各主準則下之卅一個子準則；第四層為  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$  三家第三方物流業者。為使後續運算得以清晰表達，茲將各主準則、子準則之代號分別表示如下：

1. 成本(C<sub>1</sub>)：包括定價與成本(C<sub>11</sub>)、收費標準之異動與程度(C<sub>12</sub>)、節省物流設備和土地的成本(C<sub>13</sub>)、雙方之合作契約(C<sub>14</sub>)、能否減少資本投資(C<sub>15</sub>)。
2. 服務層次(C<sub>2</sub>)：包括準時交貨可靠度(C<sub>21</sub>)、服務持續改善能力(C<sub>22</sub>)、突發事件應變能力(C<sub>23</sub>)、國際運輸能力(C<sub>24</sub>)、訂單處理能力(C<sub>25</sub>)、完善的售後服務(C<sub>26</sub>)、貨物狀況保全良好能力(C<sub>27</sub>)、提供多元化的物流服務(C<sub>28</sub>)。
3. 過去的績效與聲譽(C<sub>3</sub>)：包括過去之營業額與績效(C<sub>31</sub>)、同業間之的聲譽(C<sub>32</sub>)、公司財務狀況(C<sub>33</sub>)。
4. 技術(C<sub>4</sub>)：包括資訊處理(C<sub>41</sub>)、與本公司資訊系統是否能相容(C<sub>42</sub>)、運具承運能力(C<sub>43</sub>)、貨物及時追蹤能力(C<sub>44</sub>)。
5. 溝通系統(C<sub>5</sub>)：包括物流公司是否有良好的溝通管道(C<sub>51</sub>)、第三方物流業者內部高階主管配合度(C<sub>52</sub>)、是否有願意配合顧客之需求(C<sub>53</sub>)、電子商務分享能力(C<sub>54</sub>)。
6. 綠色環境(C<sub>6</sub>)：包括順應環保制度制定管理辦法(C<sub>61</sub>)、遵守相關之環境法規(C<sub>62</sub>)。
7. 組織管理與控制(C<sub>7</sub>)：包括產能、資源與彈性(C<sub>71</sub>)、員工素質與教育程度(C<sub>72</sub>)、提供專業之教育訓練(C<sub>73</sub>)、第三方物流業者管理制度之健全度(C<sub>74</sub>)、第三方物流業者內部勞資關係和諧(C<sub>75</sub>)。

#### 4.2 評選準則之權重計算

運用 3.3 節所述之口語值所對應的三角形模糊數以及 3.4 節之權重計算式，分別將 3 位評審委員所賦予各主、子準則的權重加總平均後，即得到所有評估主準則與子準則權重的三角形模糊數，其結果如表 1 與表 2 所示。

表 1 七個評選主準則權重 ( $W_i$ )

主準則	模糊數權重	主準則	模糊數權重	主準則	模糊數權重
C <sub>1</sub>	(0.57, 0.87, 1)	C <sub>2</sub>	(0.7, 1, 1)	C <sub>3</sub>	(0.43, 0.7, 0.9)
C <sub>4</sub>	(0.7, 1, 1)	C <sub>5</sub>	(0.7, 1, 1)	C <sub>6</sub>	(0.37, 0.6, 0.8)
C <sub>7</sub>	(0.5, 0.8, 1)				

表 2 卅一個評選子準則權重 ( $W_{ij}$ )

子準則	模糊數權重	子準則	模糊數權重	子準則	模糊數權重
$C_{11}$	(0.57, 0.87, 1)	$C_{27}$	(0.7, 1, 1)	$C_{53}$	(0.63, 0.93, 1)
$C_{12}$	(0.57, 0.87, 1)	$C_{28}$	(0.43, 0.7, 0.9)	$C_{54}$	(0.43, 0.7, 0.9)
$C_{13}$	(0.57, 0.87, 1)	$C_{31}$	(0.3, 0.46, 0.54)	$C_{61}$	(0.26, 0.42, 0.54)
$C_{14}$	(0.63, 1, 1)	$C_{32}$	(0.34, 0.52, 0.6)	$C_{62}$	(0.26, 0.42, 0.54)
$C_{15}$	(0.5, 0.77, 0.9)	$C_{33}$	(0.3, 0.48, 0.6)	$C_{71}$	(0.34, 0.52, 0.6)
$C_{21}$	(0.7, 1, 1)	$C_{41}$	(0.34, 0.52, 0.6)	$C_{72}$	(0.3, 0.48, 0.6)
$C_{22}$	(0.57, 0.87, 1)	$C_{42}$	(0.34, 0.52, 0.6)	$C_{73}$	(0.3, 0.46, 0.54)
$C_{23}$	(0.7, 1, 1)	$C_{43}$	(0.3, 0.48, 0.6)	$C_{74}$	(0.34, 0.52, 0.6)
$C_{24}$	(0.57, 0.83, 0.9)	$C_{44}$	(0.38, 0.56, 0.6)	$C_{75}$	(0.26, 0.42, 0.54)
$C_{25}$	(0.57, 0.87, 1)	$C_{51}$	(0.34, 0.52, 0.6)		
$C_{26}$	(0.63, 0.93, 1)	$C_{52}$	(0.34, 0.52, 0.6)		

#### 4.3 第三方物流業者在其上一層各評選準則下之優勢評比

就卅一個評選子準則為評選標的而言，針對其下之 3 個替代方案的優勢加以評比，依 3.5 節中所述，方案  $A_i$  在評選子準則  $C_{ij}$  下之優勢評比值，為 3 位評審委員所賦予各替代方案在卅一個子準則下之評比值的平均值，如表 3 所示。

#### 4.4 第三方物流業者之綜合優勢評比

在獲得各主準則、子準則的權重與各待評方案的優勢評比值後，進而，利用 3.6 節中的公式，即為 3 位評審委員所賦予各待評方案在卅一個子準則下之評比值的平均值(即表 3)，與 3 位評審委員其所賦予 31 項子準則之權重(即表 2)的乘數加總平均，求得該企業在 3 家第三方物流業者(待評方案)在第一層七個評選主準則下之優勢評比值，其結果如表 4 所示。

表 3 方案在其上一層之卅一個評選子準則之優勢評比值

子準則	方案 $A_1$	方案 $A_2$	方案 $A_3$
$C_{11}$	(0.63, 0.93, 1)	(0.43, 0.67, 0.8)	(0.27, 0.5, 0.73)
$C_{12}$	(0.5, 0.77, 0.9)	(0.5, 0.8, 1)	(0.33, 0.57, 0.73)
$C_{13}$	(0.57, 0.87, 1)	(0.43, 0.67, 0.8)	(0.5, 0.8, 1)
$C_{14}$	(0.43, 0.67, 0.8)	(0.57, 0.87, 1)	(0.57, 0.87, 1)
$C_{15}$	(0.57, 0.87, 1)	(0.43, 0.7, 0.9)	(0.57, 0.87, 1)
$C_{21}$	(0.7, 1, 1)	(0.7, 1, 1)	(0.63, 0.93, 1)
$C_{22}$	(0.43, 0.7, 0.9)	(0.43, 0.7, 0.9)	(0.43, 0.67, 0.8)
$C_{23}$	(0.57, 0.87, 1)	(0.63, 0.93, 1)	(0.37, 0.6, 0.8)
$C_{24}$	(0.7, 1, 1)	(0.7, 0.77, 1)	(0.57, 0.83, 0.9)
$C_{25}$	(0.43, 0.7, 0.9)	(0.5, 0.77, 0.9)	(0.63, 0.93, 1)
$C_{26}$	(0.63, 0.93, 1)	(0.5, 0.77, 0.9)	(0.63, 0.93, 1)
$C_{27}$	(0.57, 0.87, 1)	(0.5, 0.8, 1)	(0.5, 0.77, 0.9)
$C_{28}$	(0.57, 0.83, 0.9)	(0.57, 0.83, 0.9)	(0.57, 0.87, 1)
$C_{31}$	(0.57, 0.83, 0.9)	(0.7, 1, 1)	(0.57, 0.87, 1)
$C_{32}$	(0.63, 0.93, 1)	(0.43, 0.7, 0.9)	(0.5, 0.77, 0.9)
$C_{33}$	(0.63, 0.9, 1)	(0.63, 0.93, 1)	(0.57, 0.87, 1)
$C_{41}$	(0.57, 0.87, 1)	(0.63, 0.93, 1)	(0.5, 0.77, 0.9)
$C_{42}$	(0.5, 0.8, 1)	(0.5, 0.77, 0.9)	(0.27, 0.5, 0.73)
$C_{43}$	(0.7, 1, 1)	(0.63, 0.93, 1)	(0.5, 0.77, 0.9)
$C_{44}$	(0.63, 0.93, 1)	(0.63, 0.93, 1)	(0.43, 0.7, 0.7)
$C_{51}$	(0.57, 0.87, 1)	(0.7, 1, 1)	(0.7, 1, 1)
$C_{52}$	(0.63, 0.93, 1)	(0.43, 0.7, 0.9)	(0.57, 0.87, 1)
$C_{53}$	(0.63, 0.93, 1)	(0.4, 0.67, 0.8)	(0.57, 0.87, 1)
$C_{54}$	(0.7, 1, 1)	(0.57, 0.87, 1)	(0.57, 0.83, 0.9)
$C_{61}$	(0.5, 0.77, 0.9)	(0.5, 0.77, 0.9)	(0.5, 0.8, 1)
$C_{62}$	(0.4, 0.67, 0.83)	(0.43, 0.7, 0.9)	(0.5, 0.77, 0.9)
$C_{71}$	(0.5, 0.77, 0.9)	(0.57, 0.87, 1)	(0.43, 0.67, 0.8)
$C_{72}$	(0.57, 0.87, 1)	(0.43, 0.7, 0.9)	(0.43, 0.7, 0.9)
$C_{73}$	(0.63, 0.93, 1)	(0.43, 0.7, 0.9)	(0.33, 0.6, 0.83)
$C_{74}$	(0.43, 0.7, 0.9)	(0.5, 0.77, 0.9)	(0.4, 0.67, 0.83)
$C_{75}$	(0.63, 0.93, 1)	(0.33, 0.57, 0.57)	(0.4, 0.67, 0.83)

表 4 三個待評方案在七個評選主準則下之優勢評比值

主準則	方案 $A_1$	方案 $A_2$	方案 $A_3$
$C_1$	(0.3, 0.72, 0.92)	(0.27, 0.65, 0.88)	(0.25, 0.63, 0.87)
$C_2$	(0.35, 0.78, 0.94)	(0.35, 0.74, 0.93)	(0.33, 0.73, 0.9)
$C_3$	(0.19, 0.43, 0.56)	(0.18, 0.41, 0.56)	(0.17, 0.4, 0.56)
$C_4$	(0.2, 0.47, 0.6)	(0.2, 0.46, 0.59)	(0.14, 0.36, 0.48)
$C_5$	(0.28, 0.63, 0.78)	(0.22, 0.53, 0.71)	(0.26, 0.59, 0.75)
$C_6$	(0.12, 0.3, 0.47)	(0.12, 0.31, 0.49)	(0.13, 0.33, 0.51)
$C_7$	(0.17, 0.4, 0.55)	(0.14, 0.35, 0.49)	(0.12, 0.32, 0.48)

#### 4.5 第三方物流業者之排序

首先必須依 3.7 節所述公式計算  $\beta$  值。本文採用 Chang & Chen [10]所提出的思維方式，依決策者在資料輸入階段所輸入的資料來決定  $\beta$  值，先依公式 (3)、(4)、(5)分別計算出主準則、子準則與待評方案層的  $\beta$  值，再利用公式(2) 求出總體  $\beta$  值。

各層  $\beta$  值的計算過程，以  $\beta_{w_1}$  為例，如表 5 所示，以決策者輸入階段的資料作為計算值，個別求出  $\beta$  值後加總即可得  $\beta_{w_1}$ 。子準則  $\beta_{w_2}$  與方案層  $\beta_s$  的計算以此類推，礙於篇幅限制，本文不予詳細列出。其最終結果  $\beta_{w_1}=16.3$ ， $\beta_{w_2}=68.9$ ， $\beta_s=66.4$ ，代入公式(2)中，求得  $\beta = \frac{16.3+68.9+66.4}{7 \times 3+3 \times 31+3 \times 3 \times 31} \cong 0.386$ 。由此案例的  $\beta = 0.386 (< 0.5)$ ，顯示本案之決策者的總風險態度是悲觀的，代表決策群體為一風險棄卻者。

表 5 主準則層  $\beta_{w_1}$  之計算過程

主準則	決策者	模糊權重	$a-c$	$b-a$	$\beta = \frac{(a-c)}{(a-c)+(b-a)}$
		$(c, a, b)$			
$C_1$	甲	(0.7, 1, 1)	0.3	0	1
	乙	(0.5, 0.8, 1)	0.3	0.2	0.6
	丙	(0.5, 0.8, 1)	0.3	0.2	0.6
$C_2$	甲	(0.7, 1, 1)	0.3	0	1
	乙	(0.7, 1, 1)	0.3	0	1
	丙	(0.7, 1, 1)	0.3	0	1
$C_3$	甲	(0.3, 0.5, 0.7)	0.2	0.2	0.5
	乙	(0.5, 0.8, 1)	0.3	0.2	0.6
	丙	(0.5, 0.8, 1)	0.3	0.2	0.6
$C_4$	甲	(0.7, 1, 1)	0.3	0	1
	乙	(0.7, 1, 1)	0.3	0	1
	丙	(0.7, 1, 1)	0.3	0	1
$C_5$	甲	(0.7, 1, 1)	0.3	0	1
	乙	(0.7, 1, 1)	0.3	0	1
	丙	(0.7, 1, 1)	0.3	0	1
$C_6$	甲	(0.3, 0.5, 0.7)	0.2	0.2	0.5
	乙	(0.3, 0.5, 0.7)	0.2	0.2	0.5
	丙	(0.5, 0.8, 1)	0.2	0.2	0.6
$C_7$	甲	(0.5, 0.8, 1)	0.3	0.2	0.6
	乙	(0.5, 0.8, 1)	0.3	0.2	0.6
	丙	(0.5, 0.8, 1)	0.3	0.2	0.6
					$\beta_{w_1} = 16.3$

求得  $\beta$  值後，根據 2.2 節中的定理 2.1，以表 4 之各待評方案的綜合優勢評比值為計算值代入，可得待評方案中 3 家第三方物流業者之綜合優勢評比值的排序值並加以排序，其結果如表 6 所示。



表 6 三家待評方案之模糊排序值與排序

待評方案	$I^R(S_i)$	$I^L(S_i)$	$R(S_i)$	排序
$A_1$ 物流公司	0.57	0.3	0.404	1
$A_2$ 物流公司	0.54	0.28	0.380	2
$A_3$ 物流公司	0.53	0.27	0.370	3

由表 6 可知，我們可以評定此三家受評之第三方物流業者，在經過我們的評選模式篩選之後，顯示  $A_1$  公司最佳， $A_2$  公司其次， $A_3$  公司最差。

## 伍、結論與建議

### 5.1 結論

近幾年來，物流以及複合運輸的發展興盛，產生了更多形式的運輸業，以提供託運人或是貨主使用運輸之外的多元服務，如產品包裝、訂單履行、產品回收、逆物流、資訊技術系統、營運、倉儲、存貨管理或是及時運輸(Just in Time, JIT)等等的服務。因此，為提供上述物流的服務，在託運人、貨主以及運輸業者間，必須暢通其溝通的管道，第三方物流服務公司因此而產生，專門為企業或公司負責內部或是外部部分或是全部的物流功能。然而，第三方物流業所提供的服務項目林林總總，各業者良莠不齊，且各個產業對於物流的依賴程度不一。因此，什麼樣的服務才是企業所真正需要的？而企業方面又是用什麼樣的方式與標準去評選他們所要的第三方物流業？無疑地，已成為重要的研究議題。準此，本文主要之目的在於構建一個適合第三方物流業者之評選模式，以利企業在模糊環境下尋求適當之合作夥伴。

首先，經由文獻之探討並透過專家意見，本研究據以初步歸納出適合於評選第三方物流業者之七個構面與卅五個評估子準則。其次，本研究以重要性分析法配合問卷調查，共計篩選出七個構面與卅一個評估子準則。進而，本研究以模糊多準則決策理論建構一個第三方物流業者之評選模式。最後，以一案例詮釋本研究所提出之評選模式之運作過程。

研究結果顯示，在所有評選主準則與次準則中，能否節省成本往往不是最為重要的考量，反而是服務層面，如貨物的準時送達能力、貨況的保全能力、服務的持續改善以及售後服務才是使用者所較為關心的。

## 5.2 建議

1. 本研究限於時間，以問卷附回郵信封方式調查，回收之問卷數未臻完善。後續研究若能改採用電話訪談或是電子郵件寄的方式，取得更多之樣本及涵蓋更多企業類別，以建立模式並進行分析，則研究結果應會更加周延。
2. 對於使用者而言，在決定第三方物流業者的選擇準則，必須考慮供應鏈不同層級以及本身產業的環境特性，本研究的模式，主要在訂出一個適用之通則，使用者在使用時可考量本身在供應鏈中的位置以及產業環境，加以增減準則，以發展出一個更實用的評選系統。
3. 針對第三方物流業者，業者可以找出目標客戶所重視的準則，依據目標客戶的相關特性(供應鏈層級及產業環境的認知)，增強本身的核心能力(相關的第三方物流的選擇準則)，以利提高爭取相關業者採用的機會，達到增加盈收及創造利潤的經營目標。
4. 本文並沒有針對特定某一產業進行分析，其評估模式與結果，僅是一通則。不同產業不同類型的企業有著不同的需求，未來可以此模式為基礎，針對不同類型產業不同類型企業進行調查，建立評估準則資料庫，供企業選取適當之準則。
5. 本研究考慮人類思維的模糊性，採用的三角模糊數的表徵的口語值做為評量尺度。當評選準則太多層級時，會造成計算的複雜程度增加。未來研究可開發電腦化之第三方物流業者評選系統，減少人為計算之錯誤發生機率，並將結果圖示化的展現給使用者參考，提供決策者更豐富的資訊。

## 參考文獻

1. 丁吉峰、梁金樹，「應用重要性分析與矩陣分析確認高雄港之關鍵能力」，**航運季刊**，第 14 卷第 3 期，民國九十四年，頁 21-36。
2. 陳立偉，「企業物流外包因素與選擇準則之研究」，文化大學國際企業管理研究所碩士論文，民國八十六年。
3. 萬幼筠，「企業實施委外作業注意要點」，**會計研究月刊**，第 192 期，民國九十年，頁 22-24。
4. 蘇雄義，「**物流與運籌管理：觀念、機能與整合**」，台北：華泰書局，民國八十九年。
5. Bortolan, G. and Degani, R., "A Review of Some Methods for Ranking Fuzzy Subsets", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 15, No. 1, pp. 1-19, 1985.

6. Chang, P. L. and Chen, Y. C., “A Fuzzy Multi-criteria Decision Making Method for Technology Transfer Strategy Selection in Biotechnology”, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 63, No. 2, pp. 131-139, 1994.
7. Craig, T., “Outsourcing: Let the Buyers Beware”, *Transportation & Distribution*, Vol. 37, No. 5, p. 102, 1996.
8. Chen, S. H., “Ranking Fuzzy Numbers with Maximizing and Minimizing Set”, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 17, No. 2, pp. 113-129, 1985.
9. Ding, J. F. and Liang, G. S., “Using Fuzzy MCDM to Select Partners of Strategic Alliances for Liner Shipping”, *Information Sciences*, Vol. 173, No. 1-3, pp. 197-225, 2005.
10. Dubois, D. and Prade, H., “Operation on Fuzzy Numbers”, *The International Journal of Systems Sciences*, Vol. 9, No. 6, pp. 613-626, 1978.
11. Kim, K. and Park, K. S., “Ranking Fuzzy Numbers with Index of Optimism”, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 35, No. 2, pp. 143-150, 1990.
12. Leahy, S. E., Murphy, P. R. and Poist, R. F., “Determinants of Successful Logistical Relationships: A Third-party Provider Perspective”, *Transportation Journal*, Vol. 35, No. 2, pp. 5-13, 1995.
13. Liou, T. S. and Wang, M. J. J. “Ranking Fuzzy Numbers with Integral Value”, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 50, No. 3, pp. 247-255, 1992.
14. Menon, M. K., McGinnis, M. A. and Ackerman, K. B., “Selection Criteria for Providers of Third-party Logistics Services: An Exploratory Study”, *Journal of Business Logistics*, Vol. 19, No. 1, pp. 121-137, 1998.
15. Murphy, P. R. and Poist, R. F., “Third-party Logistics: Some User versus Provider Perspectives”, *Journal of Business Logistics*, Vol. 21, No. 1, pp. 121-133, 2000.
16. Prabir, K. B. and Virum, H., “European Logistics Alliances: A Management Model”, *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 7, No. 1, pp. 93-108, 1996.
17. Rao, K. and Young, R. R., “Global Supply Chains: Factors Influencing Outsourcing of Logistics Functions”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 24, No. 6, pp. 11-19, 1994.
18. Szymankiewicz, J., “The Changing Role of Third party Logistics - Can the Customer Ever be Satisfied?”, *Logistics Focus*, Vol. 4, No. 8, pp. 16-19, 1996.

19. Zadeh, L. A., "Fuzzy set", *Information and Control*, Vol. 8, No. 3, pp. 338-353, 1965.
20. Zadeh, L. A., "The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning, Part 1, 2 and 3," *Information Sciences*, Vol. 8, No. 3, pp. 199-249, 1975; Vol. 8, No. 4, pp. 301-357, 1975; Vol. 9, No. 1, pp. 43-80, 1976.