

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

模糊階層式 TOPSIS 以軟體專案評選為例 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2221-E-343-002-
執行期間：98年08月01日至99年07月31日
執行單位：南華大學電子商務管理學系

計畫主持人：王佳文

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：張瀞；文
大專生-兼任助理人員：黃俊翔
博士班研究生-兼任助理人員：莊東燐

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 99 年 10 月 29 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

模糊階層式 TOPSIS 以軟體專案評選為例

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：98-2221-E-343-002-

執行期間：98年08月01日至99年07月31日

執行機構及系所：南華大學電子商務學系

計畫主持人：王佳文

計畫參與人員：莊東燐、張瀨文、黃俊翔

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：精簡報告 完整報告

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

- 赴國外出差或研習心得報告
- 赴大陸地區出差或研習心得報告
- 出席國際學術會議心得報告
- 國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

中 華 民 國 9 9 年 1 0 月 0 1 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

模糊階層式TOPSIS 以軟體專案評選為例

FUZZY HIERARCHICAL TOPSIS FOR SOFTWARE PROJECT SELECTION

計畫編號：98-2221-E-343-002-

執行期限：98年08月01日至99年07月31日

主持人：王佳文

南華大學電子商務管理學系

計畫參與人員：莊東燐

雲林科技大學資訊管理研究所

張瀞文、黃俊翔 南華大學電子商務管理學系

壹、前言

多準則決策 (Multi-Criteria Decision Making, MCDM) 方法常被使用在選擇與評估方案，決策者可在數個評估準則下，對已知可行方案進行評估，並決定出各方案之優劣或執行順序。MCDM的主要特點是求出有限方案的評估整合值。整合值的分數是依每個準則所能帶來的貢獻而定。準則間的測量單位不同時，不能直接加總整合準則資訊，必須透過正規化或其將每個方案的總分可藉由整合準則評分來計算，依憑準則所分配到的重要性權重，做出最後的決策 (Yoon & Hwang, 1995)。傳統中有許多MCDM的方法已被提出，例如Yoon和Hwang(1995)提出的理想解類似度順序偏好法(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS)與Saaty(1980)提出的分析層級程序法 (Analytic hierarchy process, AHP)等相關研究。

1965年Zadeh提出的模糊理論解決真實世界中普遍存在不確定性的模糊現象，當人面對定義不清楚或容易因個人認知不同而導致意義有所差異，而且在決策過程中語意的判斷常常比明確值判斷更符合人的思維模式。因此許多研究加入模糊的概念對傳統的MCDM提出改良方式，以解決語義與認知的問題(Chen & Tzeng 2001, Ross 2000, Cheng & Mon 1992, Cheng 1997, Cheng et al. 1999)。陳振東(2000)將模糊的概念引入TOPSIS，使得整個模式更符合人的判斷，但其準則權重方面，尚需依賴專家的給予。

模糊多準則決策(Fuzzy Multi-Criteria Decision Making)最主要的概念架構是將各種替代方案的評估準則與權重轉換成以模糊集合或模糊數來表示，透過模糊整合評判 (Fuzzy Aggregation of the Judgment)及模糊排序(Fuzzy Ranking)，以求出最符合決策者需求的解決方案。模糊聚集評判主要將欲轉換成模糊集合或模糊數的各種替代方案之評估準則與權重，以模糊運算來建構決策評判模式，以計算出不同方案間優劣評價集合。而模糊排序在此主要將經過模糊運算後的各方案間之評價集合的優劣順序加以列出，作為決策方案訂定之依據。

在軟體衡量(software metrics)方面，主要是標示出軟體的特徵，可用來度量和預測軟體專案的成本、複雜度、可靠度及品質(Boehm, 1987)。本研究利用適中模式 (Intermediate COCOMO)中成本因子的四個構面，分別為產品屬性、計算機屬性、人員屬性、專案屬性，共有 15 個成本因子(Cost Driver)，但其成本因子權值的決定方法，仍

有賴於有經驗的專家來決定，這也是適中型 COCOMO 模式的缺點。因此本研究利用階層式的概念，利用(1)陳振東(2000)所提出的模糊 TOPSIS 架構，使用因素分析取得標準化得分係數；(2)提出一新 K_{th} 分位模糊法，以解決資料離散程度過大，使得模糊化結果更合理；(3)加入模糊積分之討論，期望克服準則之間不獨立性，讓準則權重更具合理性最後再依方案成本風險高低進行評估。在實證方面，本研究利用 63 筆 COCOMO 軟體評選資料庫為實例驗證，希望最後能提供軟體專案進行成本考量時的輔助依據。

貳、文獻探討

2.1 理想解類似度順序偏好法(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS)

TOPSIS 是由 Yoon and Hwang(1981) 首先所發展出來的一種多準則決策制定方法 (MCDM)，此方法主要先界定正理想解(Positive Ideal Solution, PIS)與負理想解(Negative Ideal Solution, NIS)。所謂正理想解是各替代方案利益面準則值最大者，成本面準則值最小者；反之，負理想解是各替代方案利益面準則值最小者，成本面準則值最大者。其基本的原理就是在選擇方案時以該方案距離正理想解最近，而距負理想解最遠之方案為最佳方案。本評選方法的優點為簡單、容易計算與理解，而且可以避免產生方案距正理想解最近，又距負理想解最近，以及距正理想解最遠，又距負理想解最遠此兩種情形時所產生不知如何評選的困擾。但其評估準則必須皆可用數值衡量且具可比較性。其演算步驟如下所示。

步驟 1 建立原始決策資料矩陣 (D)

$$D = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix}_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

步驟 2 正規化原始決策資料矩陣 (R)

計算正規化模糊決策矩陣， r_{ij} 是經過正規化後的值， R 為正規化矩陣。

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

$$R = [r_{ij}]_{m \times n} = \begin{pmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix}_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

步驟 3 加權正規化決策資料矩陣 (V)

假設權重以 W 做為表示，分別為 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ 且 $\sum W_j = 1$ ，將正規化矩陣接乘上其權重 W ，即為加權正規化權重矩陣 V 。

$$V = [v_{ij}]_{m \times n} = R \times W = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \times [w_1 \dots w_n] = \begin{bmatrix} r_{11}w_1 & \dots & r_{1n}w_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1}w_1 & \dots & r_{mn}w_n \end{bmatrix}, \quad (4)$$

$$i = 1, 2, \dots, m \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n$$

步驟 4 計算正 (V^+)、負 (V^-) 理想解

$$V^+ = \{\max v_j\} = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$V^- = \{\min v_j\} = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

其中 V^+ 為方案之正理想解， V^- 則為負理想解

步驟 5 計算方案之正 (S^+)、負 (S^-) 理想解距離

利用歐基里德距離公式，計算方案間正負理想解距離之散佈程度。

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

步驟 6 計算相對績效指標值 (C_i)

進行各方案對理想解的相對近似度，將最終各個方案的值做整合，找出影響案件的方案。

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (9)$$

2.2 模糊相關理論

模糊集合論 (Fuzzy Set Theory) 是 1965 年由美國加州柏克萊大學扎德所提出來 (Zadeh 1965)，他強調人類的思維、推理以及對週遭事物的認知，其概念都是相當模糊的，他同時也認為許多傳統非常精確的數量方法，已經不能完全解決以人為中心的問題以及較為複雜的問題，為了面對這些現實環境中之不確定 (uncertainty) 與模糊性 (fuzziness) 資料，必須以模糊集理論的觀念來對應。扎德早期在模糊集合提出了許多定義並引入歸屬函數 (membership function) 訂出了模糊集合的特性，並就模糊集合的定義做簡略的說明。

【定義 1】Crisp Set

令 X 為字集，且元素 $x \in X$ ，則明確集合 B ($B \subseteq X$) 可定義為元素 x 之集合，則 $x \notin B$ 或 $x \in B$ 。

【定義 2】Fuzzy Set

設 X 為字集， \tilde{B} 為 X 中的模糊子集， $\mu_{\tilde{B}}(x) : X \rightarrow [0,1]$ ，具有下列特性：

1. 連續性： $\mu_{\tilde{B}}(x)$ 為連續性函數。
2. 凸性： $\mu_{\tilde{B}}(x)$ 為一凸模糊集。 $\mu_{\tilde{B}}(\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2) \geq \min(\mu_{\tilde{B}}(x_1), \mu_{\tilde{B}}(x_2))$, λ 介於 $[0,1]$ 。

常態性： $\text{Max } \mu_{\tilde{B}}(x) = 1$ 。

我們稱用模糊技術來處理其不確定性的一類專家系統為模糊專家系統。當影響受控系統的變數很多，使得可供選擇的變數增多時，必須找出哪些變數才是真正影響系統運作的關鍵。通常，可以借重專家的專業知識及豐富的經驗，篩選出關鍵的影響變數。對一個特定的模糊集來說，歸屬函數基本上表現了所有的模糊性，人的心理過程就是其歸屬度和歸屬函數形成的基本過程，這更加劇了模糊歸屬函數確定的複雜性和多樣性。

2.3 模糊積分

1974 年 Sugeno 教授提出模糊積分，至今已有許多變型，常見的積分包括：Weber 積分、Choquet 積分以及分割型模糊積分等。其中 Choquet 積分 (Murofushi & Sugeno 1989) 是將非加法型的多屬性效用函數以模糊積分表示，此積分將得分表現投射在測度空間上，並在此空間內作積分之運算，所得結果即為得分表現值 (鄭景俗等人，2006)。模糊積分主要應用於處理主觀價值判斷的評價問題，在不同領域中皆有相當程度的應用，例如：人力資源評估 (Ishii & Sugeno 1985)；核能政策公眾意見評估 (Onisawa et al., 1986)；資訊需求量評估 (陳亭羽、曾國雄，2000)；資訊人員遴選 (林張群、鐘佳雯，2001)；電子化企業績效評估 (陳振東、莊順斌，2003) 等。以下為模糊積分的說明：

假設令 f 為字集 (Universal Set) X 之可測度函數， $f : X \rightarrow [0,1]$ 。在不失一般性之狀況，讓 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 為一有限集合，並假設 $f(x_1) \geq f(x_2) \geq \dots \geq f(x_n)$ ，則 Choquet 積分 (Chen

& Tzeng 2001 ; Ishii & Sugeno 1985 ; Sugeno 1974)定義如下：

$$\int fdg = f(x_n)g_\lambda(x_n) + [f(x_{n-1}) - f(x_n)]g_\lambda(x_{n-1}) + \dots + [f(x_1) - f(x_2)]g_\lambda(x_1) \quad \text{其中 } x_i : \quad (10)$$

$$= \{x_1, x_2, \dots, x_i\}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

而

$$g_\lambda(x_i) = \sum_{j=1}^i g_\lambda(\{x_j\}) + \lambda \sum_{j_1=1}^{i-1} \sum_{j_2=j_1+1}^i g_\lambda(\{x_{j_1}\})g_\lambda(\{x_{j_2}\}) + \dots + \lambda^{i-1} g_\lambda(\{x_1\})g_\lambda(\{x_2\}) \dots g_\lambda(\{x_i\}) \quad (11)$$

$$= \frac{1}{\lambda} \left[\prod_{j=1}^i (1 + \lambda g_\lambda(x_j)) - 1 \right] \quad \text{for } -1 \leq \lambda \leq \infty$$

在實際運用上， X 可視為由 n 個準則(x_i)所組成之集合， $f(x_i)$ 為在第 i 個準則上的績效表現，而 $g_\lambda(\{x_j\})$ 為 λ -模糊測度，代表準則的權重值， λ 代表準則之間相互關係的參數。

2.4 軟體專案成本管理

影響軟體開發成本的因素中軟體大小是最重要因素，其中最普遍被使用的度量指標為：(1)程式碼行數(Lines of codes, LOC)，(2)功能點數(Function Points, FP)。在軟體生命週期中量化評估模式以階層式軟體成本估計模型-構造型成本模型(Constructive cost model, COCOMO)較為有名。COCOMO 由 Boehm(1981)依據 TRW 公司所開發過的 63 個專案資料，其開發年代含蓋了 1964 年至 1979 年，軟體的類型分別有商業應用軟體(business application)、流程控制軟體(process control)、人機交談軟體(human-machine interaction)、科學應用軟體(scientific application)、支援軟體(support software)、及系統軟體(system software)六大類，並假設軟體規模與發展時程為非線性關係，並且不同的開發環境有不同的估算方程式。其方法不僅提供衡量時程的方法並且估算生命週期中每個階段如何分配人力。

COCOMO 依據軟體的複雜度和困難度，將軟體分成三類：(1)有機型(Organic Mode)：軟體專案由資深的開發人員於一個熟悉的開發環境中開發完成的，用於需求明確，規模較小型專案。(2)中間型 (Semi-Detached Mode)：軟體複雜度介於有機型與內嵌型間，主要用於開發成員曾接觸過相同的專案，但經驗不十分充足，屬中等規模與中等複雜度的專案。(3)內嵌型(Embedded Mode)：需求不明確，有較複雜的軟體及操作程序，軟體與硬體設備的機械特性關係密切，此類軟體系統較為獨特，可攜性不高，發展人員通常需花很多時間與使用者溝通與調整需求，主要用於過去的經驗對系統的開發較無助益，屬複雜度較高之專案。

Boehm (1981)針對軟體開發成本估計要求的不同，提出了三種漸進式的估算模式，

(1)基礎模式(Basic COCOMO)；(2)適中模式(Intermediate COCOMO)；(3)詳細模式(Detailed COCOMO)，其中以適中模式較廣為使用，適中模式(Intermediate COCOMO)中將成本因子分為四個構面：產品屬性、計算機屬性、人員屬性、專案屬性，15個成本因子(Cost Driver)，用以調整成本估計值，分別呈現於表 1。但適中模式(Intermediate COCOMO)雖然加入了 15 個成本因子，反映了實際的專案開發環境，但其成本因子權值的決定方法，仍有賴於有經驗的專家來決定。

表 1 COCOMO 模式成本因子

屬性成本因子	屬性代號
可靠度要求	RELY：Required Software Reliability
資料庫規模	DATA：Data base size
軟體複雜度	CPLX：Product Complexity
電腦執行時間限制	TIME：Execution Time Constraint
主記憶體容量限制	STOR：Main Storage Constraint
機器架構變動性	VIRT：Virtual Machine Volatility
電腦回覆時間	TURN：Computer Turnaround Time
分析師能力	ACAP：Analyst Capability
程式設計師能力	AEXP：Applications Experience
發展類似應用經驗	PCAP：Programmer Capability
硬體及作業系統使用經驗	VEXP：Virtual Machine Experience
程式語言經驗	LEXP：Programming Language Experience
現代化程式設計技巧	MODP：Modern Programming Practices
軟體工具使用	TOOL：Use of Software Tools
發展時程	SCED：Required Development Schedule
軟體代碼度量	LOC：Line Of Code

參、模糊階層式TOPSIS

本研究利用 COCOMO 軟體評選資料庫為例，COCOMO 模式所提供 TRW 公司的 63 個軟體開發個案資料，這 63 個專案十分具有軟體成本研究的代表性，本研究利用適中模式(Intermediate COCOMO)中成本因子的四個構面，分別為產品屬性、計算機屬性、人員屬性、專案屬性，共有 15 個成本因子(Cost Driver)並加入 LOC 程式碼長度，做為軟體成本評選準則。

在過去模糊化方法上，本研究發現(1)若以傳統均等切割將本資料集進行屬性模糊化，會導致語言集中在較極端的語言上，此種狀況並不合理。(2)以鄭景俗等人於 2010 年提出之累積機率分配 (Collaborative Product Development Associates, CPDA) 切割將成本屬性模糊化，在本研究因成本屬性方案最大值與最小值分別為方案 A18 (11400) 與方案 A30 (5.9)，標準差為 1807.086，導致在模糊化的過程中，大多數方案會集中在低風險群內，其資料離散程度過大，導致中等風險群會包含大部份之筆數甚至全部，此

種情況無法明顯分類。

根據上述得知均等切割和 CPDA 切割法，對於數據模糊化的結果並不合理，所以模糊 TOPSIS 也無法再進行分析，這兩種方法並不適用於本研究之資料庫。本研究提出之 K_{th} 分位切割法，先所有方案值由小到大進行排序，並根據排序後之方案值以 K_{th} 分位的方式做切割分配，不會受到因為數據離散程度過大以及標準差問題的影響，可明顯的分類。其演算步驟呈現於 3.1, 3.2 為模糊階層式 TOPSIS 之簡易步驟。

3.1 K_{th} 分位模糊法之演算步驟

本研究以 K_{th} 分位模糊法將明確屬性值切割為 i 個模糊語言值，模糊語言值以 $L_1 \sim L_i$ 表示， $i=1 \sim K+1$ ，示意圖如圖 1 所示。

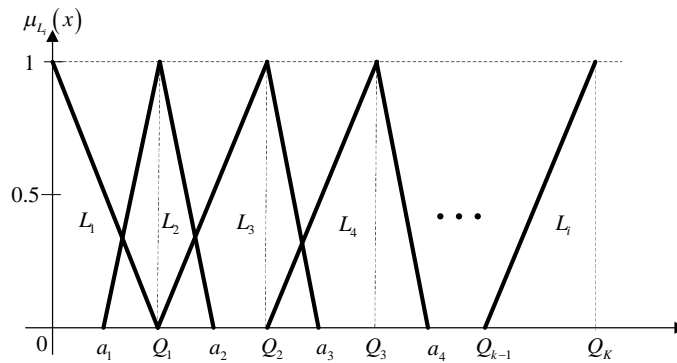


圖 1 $L_1 \sim L_i$ 歸屬函數

其圖 1 模糊值求算步驟呈現如下：

步驟 1 將資料數據由小至大排列。

步驟 2 以 K_{th} 分位模糊法將資料集做切割，可得到 K 個分割點，以左至右開始算起第一個分割點，以 Q_1 項表示，第二個分割點，以 Q_2 項表示，以此類推第 K 個分割點，以 Q_k 項表示。假設有 n 筆資料數據，將之切割為 i 等分，其 Q_k 項計算公式如下：

$$Q_k = n \times \frac{k}{q} \quad k = 1, 2, 3, \dots, q \quad (12)$$

Q_k 為分割點； n 為資料個數； K 為第 K 個分割點； q 為 K_{th} 分位

步驟 3 依據步驟 2 可找到語言值 $L_1 \sim L_{k+1}$ ，並根據公式 (13)~(14) 可以分別求算

出 $Q_1 \sim Q_k$ 點的 $a_1 \sim a_{2 \sim K}$ 分割點，其定義如下：

$$a_1 = \frac{0 + Q_1}{2} \quad a_1 \text{ 為 } L_1 \text{ 初始分割點} \quad (13)$$

$$a_{2 \sim K} = \frac{Q_{k-1} + Q_k}{2} \quad a_{2 \sim K} \text{ 為 } Q_{2 \sim K} \text{ 點右分割點} \quad (14)$$

3.1.1 K_{th} 分位模糊法實例說明

假設有一 X 變數資料其集合 $X = \{10, 30, 50, 20, 40, 80, 60, 70, 100, 90\}$

本研究將此變數集合分為五塊語言值，其演算步驟如下：

步驟 1 將 X 集合由小至大做排序。

原始 X 變數資料集合為 $X = \{10, 30, 50, 20, 40, 80, 60, 70, 100, 90\}$

排序後 X 變數資料集合 $X = \{10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100\}$

步驟 2 將 X 變數資料集合切割為五塊語言值找出分割點 Q_i 。

X 變數資料集合由 10 筆資料組成，根據公式(12)切割為五個語言值，如此可知將有四個分割點 (Q_1, Q_2, Q_3, Q_4)，如表 2 所示；其五個語言值分別為 VL (非常低)、L (低)、M (中等)、H (高)、VH (非常高)，如表 3.2 所示。

表 2 分割點 Q_i 值

Q_i	Q_i 項計算公式	Q_i 值
Q_1	$10 \times \frac{1}{4} = 2.5$	$\frac{20+30}{2} = 25$
Q_2	$10 \times \frac{2}{4} = 5$	50
Q_3	$10 \times \frac{3}{4} = 7.5$	$\frac{70+80}{2} = 75$
Q_4	$10 \times \frac{4}{4} = 10$	100

步驟 3 找出左 (L_L)、右 (L_R) 分割點。

根據表 2 和公式(12)~(14)可分別得到 $L_1 \sim L_5$ 之三角模糊數以及其歸屬函數圖分別如表 3 與圖 2 示。

3.2 模糊階層式 TOPSIS 演算簡易步驟

模糊階層式 TOPSIS 進行步驟

步驟一：建立階層式準則架構

步驟二：利用因素分析，取得準則的標準化得分係數(SSC)

步驟三：分別依權重將模糊值進行整合，並依公式進行(1)模糊 TOPSIS 與(2)模糊積

分進行模糊整合評判

步驟四:進行軟體成本方案排序

步驟五: 排序結果與真實成本比較

表 3 $L_1 \sim L_5$ 模糊數

L_i	模糊數	語言值
$L_1 = (0, 0, Q_1)$	(0,0,25)	VL
$L_2 = (L_L, Q_1, L_R)$	(12.5,25,37.5)	L
$L_3 = (Q_1, Q_2, L_R)$	(25,50,62.5)	M
$L_4 = (Q_2, Q_3, L_R)$	(50,75,87.5)	H
$L_5 = (Q_3, Q_4, 1)$	(75,100,100)	VH

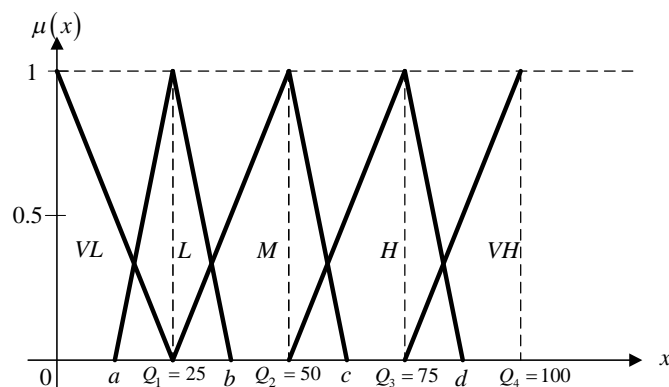


圖 2 $L_1 \sim L_5$ 三角模糊歸屬函數

$$a = \frac{0+25}{2} = 12.5, \quad b = \frac{25+50}{2} = 37.5, \quad c = \frac{50+75}{2} = 62.5, \quad d = \frac{75+100}{2} = 87.5$$

肆、實例評估

4.1 資料前處理

COCOMO 為 16 個屬性、1 個成本屬性以及 63 筆方案所組成之資料庫，本研究將以成本屬性為主，將成本屬性的 63 筆方案以 K_{th} 分位模糊法切割為非常高 (VH)、高 (H)、中 (M)、低 (L)、非常低 (VL) 五群，如表 4 所示：

表 4 資料分群

語意	符號表示	風險
非常低	VL	L_1
低	L	L_2
中	M	L_3
高	H	L_4
非常高	VH	L_5

為找出影響成本風險最高之方案，因此設定 L_4 與 L_5 為高風險群，並套用本研究之模糊多準則決策模式，期望可以找出影響成本風險高之方案。

4.2 結果分析

首先，我們進行利用因素分析，取得準則的標準化得分係數，並重新取得新的 COCOMO 之階層架構分別如下表 5:

表 5 準則標準化得分係數

因素	變數	SSC	因素	變數	SSC
因素一	可靠度要求	0.35295	因素三	機器架構變動性	0.22396
	軟體複雜度	0.17887		硬體及作業系統使用經驗	0.38249
	電腦執行時間限制	0.32313		程式語言經驗	0.31138
	主記憶體容量限制	0.35467	因素四	分析師能力	0.27700
因素二	發展類似應用經驗	0.26648	因素四	程式設計師能力	0.52416
	現代化程式設計技巧	0.36141		發展時程	0.43738
	軟體工具使用	0.21889	因素五	資料庫規模	0.48529
	電腦回覆時間	0.27538		軟體代碼度量	0.59272

依據模糊階層式 TOPSIS 與模糊積分公式進行運算，首先將準則標準化得分係數正規化至 [0,1] 之間，並將屬性資料依 K_{ih} 分位模糊法之演算進行模糊化，最後取得加權因素整合值，呈現如下表

表 6 模糊加權因素整合值(a)

	因素 1	因素 2
A01	(0.5552, 0.8347, 1.0301)	(0.9830, 1.0783, 1.1195)
A02	(0.6291, 0.9826, 1.0353)	(0.5610, 0.9414, 0.9890)
A03	(0.6109, 1.0000, 1.0439)	(0.4548, 0.9096, 0.9548)
⋮	⋮	⋮
A63	(0.6952, 1.0444, 1.1089)	(0.9096, 1.0000, 1.0391)

表 7 模糊加權因素整合值(b)

	因素 3	因素 4	因素 5
A01	(1.0322, 1.2333, 1.2470)	(1.0000, 1.2539, 1.2803)	(33.4579, 632.8243, 632.8243)
A02	(0.8692, 1.0690, 1.1414)	(0.7159, 1.0000, 1.0514)	(33.4579, 632.8243, 632.8243)
A03	(0.5597, 0.9378, 0.9523)	(0.4463, 0.8925, 0.9306)	(33.4579, 632.8243, 632.8243)
⋮	⋮ ⋮ ⋮	⋮ ⋮ ⋮	⋮ ⋮ ⋮
A63	(0.4529, 0.9059, 0.9363)	(0.4463, 0.8925, 0.9306)	(2.2872, 4.5744, 9.3851)

最後進行 TOSIS 與模糊積分之運算，得到結果如表 8 與表 9，本研究將資料利用傳統明確 TOPSIS 方法，模糊 TOPSIS 方法與模糊積分進行比較，比較專案最終評判結果，是否落入正確群體，由表 10 綜合比較可看出，本資料集於傳統明確 TOPSIS 所得效果並不理想，由本研究所提之模糊化方法並結合 SSC 權重引入模糊 TOPSIS 與模糊積分，使其結果都有明顯改善，而在整體的命中率來說，模糊 TOPSIS 與模糊積分的結果差異並不明顯。

表 8 模糊 TOPSIS 綜合評判之命中率

	高風險群	中風險群	低風險群	筆數	各別命中率
高風險群	19	5	1	25	76%
中風險群	4	7	4	15	46.67%
低風險群	2	3	18	23	78.26%
筆數	25	15	23	63	
整體命中率					69.84%

表 9 模糊積分綜合評判之命中率

	高風險群	中風險群	低風險群	筆數	各別命中率
高風險群	20	4	1	25	80%
中風險群	3	7	5	15	46.67%
低風險群	2	4	17	23	73.91%
整體命中率					69.84%

表 10 命中率綜合比較

	傳統明確 TOPSIS	模糊 TOPSIS	模糊積分
高風險群	68%	76%	80%
整體	55.55%	69.84%	69.84%

伍、結論

本研究利用階層式的概念 (1) 提出一新模糊化方法，克服離散程度較大資料集之問題; (2) 利用陳振東(2000)所提出的模糊 TOPSIS 架構，使用因素分析取得標準化得分係數，形成準則權重；從表 5 可發現軟體代碼度量的權重值最高，軟體代碼度量定義指的不是程式註解或者是空白行都可以列入計算，而程式行的算法中，每一行所包含的指令不同或者試程式開頭、變數宣告或程式主體，無論是否可執行的程式片段都包含在內(Boehm, 1981)，因此軟體成本開發中，管理者應注意此準則的重要性; (3)利用模糊積分，期望克服準則之間不獨立性，讓準則權重更具合理性; (4)最後本研究使用公開資料庫 COCOMO 做為實驗案例，依方案成本高低進行評估。在過去研究中因資料庫的解釋能力較低、離散程度過大等問題，使研究結果不甚理想。在本研究中，將 COCOMO 導入本研究提出的模糊 TOPSIS 模式，預估能力以及方案吻合度可得到較滿意的結果。

六、成果報告自評

本計畫之預期成果皆已達成，其部份概念也於國際研討會與專刊中發表，呈現如下：

1. J.-W. Wang, J.-W. Chang, 2010, Multi-Criteria Decision Making Based on Fuzzy TOPSIS Method, The 2010 International Conference on Innovation and Management, G Hotel Penang, Malaysia, July 7-10.
2. J.-W. Wang, J.-W. Chang, 2010, A fusion approach for multi-criteria evaluation, Studies in Computational Intelligence: Advances in Intelligent Information and Database Systems, published by Springer, as chapter.

文獻參考

- 林張群、鐘佳雯，2001，「模糊積分在資訊人員遴選之應用」，2001 資訊管理學術暨實務研討會論文集，台北：中華民國資訊管理學會。
- 陳亭羽、曾國雄，2000，「模糊測度應用於多屬性決策時資訊需求量減化研究」，管理學報，17(3):483-514。
- 陳振東、莊順斌，2003，「電子化企業績效評估模式構建之研究」，管理與系統，10(1):41-58
- B.W. Boehm (1981) Software Engineering Economics. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- C.L. Hwang & K. Yoon (1981) Multiple attribute decision making methods and applications. 128-140.Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, NY.
- C.H. Cheng & D.L. Mon (1992) Evaluating weapon system using fuzzy AHP, Proceedings of the first national conference on science and technology of national defense, 531-538.

- C.H. Cheng (1997) Evaluating naval tactical missile system by fuzzy AHP based on the grade value of membership function, *European Journal of Operational Research*, 96:343-350.
- C.H. Cheng, L.L. Yang, C.L. Hwang (1999) Evaluating Attack Helicopter by AHP Based on Linguistic Variable Weight, *European Journal of Operational Research*, 116: 423-435.
- C. H. Cheng, T. L. Chen & L. Y. Wei (2010) A hybrid model based on rough sets theory and genetic algorithms for stock price forecasting. *Information Sciences: and International Journal*, 180(9).
- C.T. Chen (2000) Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment, *Fuzzy Sets and Systems*, 114: 1-9
- K. Ishii & M. Sugeno (1985) A model human evaluation process using fuzzy measure. *International Journal of Man-Machine Studies*, 22: 19-38.
- M. Sugeno (1974) *Theory of fuzzy integral and its application*: Tokyo Institute of Technology
- T.L. Saaty (1980) *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.
- T. Onisawa, M. Sugeno, Y. Nishiwaki, H. Kawai, & Y. Harima (1986) Fuzzy measure analysis of public attitude towards the use of nuclear energy. *Fuzzy Sets and System*, 20: 259-289
- T.J. Ross (2000) *Fuzzy logic with engineering applications (International ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- L.A. Zadeh (1965) Fuzzy sets, *Information and Control*, 8: 338-353.
- Y.W. Chen & G.H. Tzeng (2001) Using fuzzy integral for evaluating subjectively perceived travel costs in a traffic assignment model. *European Journal of Operational Research*, 130(3): 653-664.

國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：99年7月20日

計畫編號	NSC98-2221-E-343-002-		
計畫名稱	模糊階層式 TOPSIS 以軟體專案評選為例		
出國人員姓名	王佳文	服務機構及職稱	南華大學電子商務管理學系 助理教授
會議時間	99年7月7日至 99年7月10日	會議地點	馬來西亞
會議名稱	(中文)2010 國際創新管理研討會 (英文) The 2010 International Conference on Innovation and Management		
發表論文題目	(中文)以模糊 TOPSIS 為基礎之多準則決策方法 (英文) Multi-Criteria Decision Making Based on Fuzzy TOPSIS Method		

一、參加會議經過

今年度航空機票整年度都屬旺季，機票一位難求，在訂位時皆採用候補，最後有幸補到3號吉隆坡出發時航班，非常驚險，順利的於參與研討會議程。研討會於7月7日於馬來西亞 G-HOTEL 開始舉行，其中本人以「Multi-Criteria Decision Making Based on Fuzzy TOPSIS Method」為題被此次會議所接受，並安排於7月9日進行報告。

二、與會心得

首先，感謝國科對於本人參加此次國際會議費用的補助，才使得這一次的論文發表能夠順利而圓滿。

本次論文屬於口頭發表，過程中其他外國學者紛紛提出了一些建議與想法。也有學者對於內容感覺興趣而提出問題，在經過討論後，讓與會學者能進一步瞭解本論文所探討之議題；另外與會學者所提的一些建議，對本人收穫良多，未來將會作為本論文研究發展論述之考量。會議中也有許多不同領域的學者進行發表，其中台北大學 Mei-Chen Lin 所發表的 *The Dynamics of Individual and Institutional Trading in the TAIEX Futures Markets* 獲選這次的最佳論文，另人印象深刻，也讓後進我學習了不少會議上口頭發表應注意的事項，獲得不少經驗上的提升。

本人在學術研究啟發方面，參與國際會議最深刻的感受，莫過於外語學習的重要性。尤其英語是國際共通的語言，透過英語的表達可以瞭解來自不同國家學者在不同文化下所養成的知識與觀念。因此，在臺灣的學者，必須具備可溝通的英語能力，尤其是未來將從事學術研究的教師，更是需要培養足夠的英語能力，才可延伸研究的觸角。

三、建議

多參與國際研討會可開放視野，維持研究的競爭力。尤其有志於長期研究的教師更應鼓勵多參與國際研討會。

四、攜回資料名稱及內容

研討會論文集、收據、與會證明

五、其他

會議議程及發表之論文。



Multi-Criteria Decision Making Based on Fuzzy TOPSIS Method

Jia-Wen Wang ^{1*}, Jing-Wen Chang ²

¹ Department of Electronic Commerce Management, Nanhua University, 32, Chung Kcng Li, Dalin, Chiayi, 62248, Taiwan (jwwang@mail.nhu.edu.tw)

² Department of Electronic Commerce Management, Nanhua University, 32, Chung Kcng Li, Dalin, Chiayi, 62248, Taiwan (g7151018@mail1.nhu.edu.tw)

Corresponding Author: jwwang@mail.nhu.edu.tw

Abstract

Multi-criteria decision-making (MCDM) methods are notable approaches for structuring information and evaluating decisions for problems with multiple, conflicting goals. This study proposes a hybrid technique for solving alternative selection problems. It has 3 advantages: (1) it uses the beta coefficient to obtain the value of the attribute weights; (2) it uses the Kth quantiles method to fuzzify; and (3) it uses fuzzy technique of order preference by similarity to ideal solution (FTOPSIS) to determine the critical alternatives. In experiments and comparisons, Boehm's COCOMO dataset is adopted. Finally, our comparison shows that the proposed approach performs better than other methods.

Keywords: Multi-Criteria Decision Making (MCDM) method, the Constructive Cost Model (COCOMO), and technique for order preference by similarity to Ideal solution (TOPSIS), beta coefficient

● Corresponding Author: Jia-Wen Wang, Department of Electronic Commerce Management, Nanhua University, 32, Chung Kcng Li, Dalin, Chiayi, 62248, Taiwan (jwwang@mail.nhu.edu.tw)

1. Introduction

MCDM methods have been used widely in many research fields (Chen & Hwang, 1992, Hwang & Yoon, 1981, Stelios, 1998, Zimmermann, 1987). In decision-making, decision-makers must address certain problems, including multiple assessment criteria, the use of a single criterion to evaluate an object, and results that do not correspond to actual situations. Therefore, MCDM methods, based on the various attributes of each object, select the best object based on the pros and cons (Stelios 1998). Decision-makers usually evaluate alternatives by performing a cost-benefit analysis as evaluation criteria for each object to determine the minimum cost and maximum benefit.

Feature selection has been an active research area in the pattern recognition, statistics, and data mining fields (Liu, Motoda, & Yu, 2004). There are problems with regard to high complexity and dimensionality in data mining, because much data or information is stored in a database. Attribute selection influences the effect of clustering, and reductions in dimensionality can improve the problem of complexity.

Jain and Chandrasekaran (1982) noted that feature selection is performed as follows: given a set of candidate features, select a subset that performs optimally under a classification system. This process has been very effective in reducing dimensionality, removing irrelevant data, increasing learning accuracy, and improving result comprehensibility (Liu, Motoda, & Yu, 2004).

In multiattribute decision-making assessment methods, attribute weight values impact the assessment—ie, different attribute weight values lead to disparate results of the evaluation (Zadeh, 1965). Decision-makers typically are more confident in making linguistic judgments versus crisp value judgments. This phenomenon results from the inability to state their preferences explicitly, due to the fuzzy nature of the comparison process.

Hence, this study proposes a fuzzy TOPSIS method, based on the Kth quantiles method. It has the following advantages: (1) it uses stepwise regression to reduce the multiattribute complex; (2) it proposes the Kth quantiles method to fuzzify; and (3) it uses fuzzy technique of order preference by similarity to ideal solution (FTOPSIS) to determine the highest cost of software project. To verify the model, the COCOMO dataset is adopted. The paper is organized as follows. Section 2 comprises a literature review. In Section 3, we introduce the proposed algorithm. In Section 4, the proposed method is illustrated with the COCOMO model. Finally, conclusions are made.

2. Literature Review

In this section, the related literature, covering multiple-criteria decision-making, fuzzy theory, technique of order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS), and the beta coefficient, are briefly reviewed.

2.1 Multiple criteria decision making

The development of MCDM models is often dictated by real-life problems. Although most problems are easy to solve, more complex problems and greater criteria are often encountered. Multiple-criteria decisions involve alternatives that typically are evaluated on the basis of a hierarchical system of criteria. The primary goal of MCDMs is to provide a set of criteria aggregation methods to determine the preferential system and judgments of decision-makers.

For example to buy a car, we usually consider a number of factors. These assessment criteria are often conflicting, such as price and security. Such difficult tasks require the implementation of complex processes. Therefore, MCDM methods, based on the various attributes of each object, select the best object by sorting the advantages and disadvantages. Decision-makers often perform a cost-benefit analysis for each object as evaluation criteria to differentiate the minimum cost and maximum benefit.

2.2 The fuzzy theory

The fuzzy sets theory was first proposed by Zadeh (1965). According to the characteristics of fuzzy sets, the fuzzy sets theory can be used to manage both vague and imprecise data (Zadeh, 1965, Zimmermann, 1987), allowing a degree of membership to be associated with a value in a set. In conventional crisp sets, an element can belong to a set, or not, and the degree of an element that belongs to a set is 1 or 0. To handle uncertain and imprecise data, Zadeh (1965) proposed the fuzzy sets theory. The following section will review the basic definitions of fuzzy sets.

Definition 1: Fuzzy sets (Zadeh, 1965)

Let X be a universe of discourse and x be a generic element of X . A fuzzy set \tilde{A} in X is defined as a set of ordered pairs:

$$\tilde{A} = \{ (x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X \} \quad (1)$$

where $\mu_{\tilde{A}}(x): X \rightarrow [0, 1]$ is the membership function (MF) for the fuzzy set \tilde{A} . The membership function maps each element of X to a membership value (or membership grade) between 0 and 1.

Definition 2: Fuzzy numbers (Zadeh, 1965)

A fuzzy number is a fuzzy subset in the universe of discourse X that is both convex and normal, satisfying the following conditions:

$\mu_{\tilde{A}}(X)$ is a continuous interval.

$\mu_{\tilde{A}}(X)$ is a convex.

$\mu_{\tilde{A}}(X)$ is a normalized fuzzy set and $\mu_{\tilde{A}}(m) = 1$, where m is a real number.

The fuzzy number \tilde{A} is a fuzzy set, and its membership function is $\mu_{\tilde{A}}(X): U \rightarrow [0, 1]$

2.3 Technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS)

The TOPSIS method can handle the ratings of both quantitative and qualitative criteria and select the suitable case effectively (Chen and Hwang, 1992). It is based on the principle that the alternative solution that is selected should have the shortest distance to the ideal solution alternative and be the farthest from the negative-ideal solution of all available alternatives.

In an interhouse comparison problem, a house set, the alternatives $X = \{X_i, i = 1, 2, \dots, m\}$, is to be compared with respect to a set of criteria $C = \{C_j, j = 1, 2, \dots, n\}$. The computational procedure is summarized as follows (Chen & Hwang, 1992):

STEP1: The matrix format is as follows:

$$D = [X_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Every decision-maker respectively compares these criteria and the sum of the square values.

$$\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

STEP2: Apply the modified TOPSIS approach that has been developed; the decision matrix that is contained needs to be normalized.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

STEP3: Calculate the weights matrix V of the evaluation criteria.

$$V = [v_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

and

$$v_{ij} = r_{ij} \times w_{ij} \quad (5)$$

Furthermore $\sum_{j=1}^n W_j = 1$

STEP4: The algorithm computes the so-called positive ideal solution (PIS) and negative ideal solution (NIS) of each weight.

Positive Ideal Solution (PIS)

$$A^+ = \text{Max}\{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \quad (6)$$

Negative Ideal Solution (NIS)

$$A^- = \text{Min}\{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \quad (7)$$

STEP5: We calculate the Euclidean distance for each alternative—ie, the two distances (S_i^+) and (S_i^-) of X_i from (A^+) , (A^-)

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

STEP: Separation index (C_i)

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ - S_i^-} \quad (10)$$

STEP7: The alternatives are ranked for the index; the closeness coefficient (C_i) is larger than the higher priority for the evaluation value of the alternative.

2.3 The beta coefficient

The standardized coefficients are known as beta coefficients; the steps of generating beta coefficients are (Draper and Smith, 1998):

(1) Standardize all of the variables $y_1 = (y - \bar{y}) / S_y$, where y_1 denotes the standardized value of the y , \bar{y} represents the mean y , and S_y is the standard deviation of y .

(2) Assume z_1 is the standardized value of X_1 , and z_2 is the standardized value of X_2 .

(3) The regression model can then be obtained as follows: $y_1 = \beta_1 \times z_1 + \beta_2 \times z_2$.

The advantage of beta coefficients (compared with regression coefficients, which are not standardized) is that their magnitudes allow one to compare the relative contribution of each independent variable in predicting the dependent variable.

3. A fuzzy TOPSIS method based on Kth Q-quantiles method

This study proposes a fuzzy approach for solving the alternative selection problem. It has certain advantages: (1) it uses stepwise regression and beta coefficients to obtain the value of the attribute weights; (2) it proposes the Kth quantiles fuzzification method to fuzzify the attributes; and (3) it uses FTOPSIS to identify the critical alternative. In experiments and comparisons, the COCOMO model is adopted. In Section 3.1, the Kth quantiles method is introduced; Section 3.2 presents the algorithm for the fuzzy TOPSIS method.

3.1 Computing membership functions using the Kth Q-uaniles method

The study proposes the kth quantiles fuzzification method to compute membership functions.

- (1) Array the data from lowest to highest.
- (2) Determine the Kth quantiles by the equation:

$$Q_i = N \frac{k}{q}, \quad i=1,2,3..k \tag{11}$$

where n is the number of data, q is the quantiles, and k is kth quantiles.

- (3) Set the spread to obtain the linguistics value ($L_1 \sim L_{k+1}$).

From Figure 1, we see that the linguistics value L is (a, 40.5, b), A is (0+40.5)/2, and b is (40.5+98)/2.

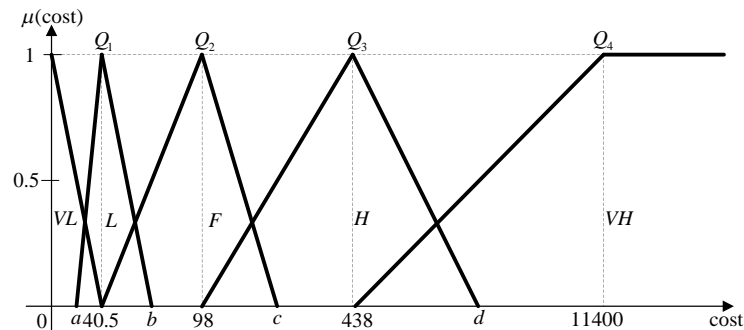


Figure 1 the membership function of COST

Table 1: Calculations for selection of partition point

	Lower	Mid	Upper
VL	0	20.25	40.5
L	20.25	40.5	69.25
F	40.5	98	268
H	98	438	5919
VH	438	11400	11400

$$* Q_1=40.5 ; Q_2=98 ; Q_3=438 ; Q_4=11400$$

3.2 The algorithm for the fuzzy TOPSIS method, based on the *Kth* quantiles method

The algorithm is shown as follows:

STEP 1: Select attributes based on stepwise regression and obtain the beta coefficient.

STEP 2: Fuzzify the attribute based on the *kth* q-quantiles method by equation (11).

STEP 3: From equations (1) ~ (3), the normalized performance rating can be calculated.

STEP 4: Construct the weighted normalized decision matrix based on the beta coefficient.

STEP 5: Calculate the PIS and NIS by equations (6) ~ (7).

STEP 6: The normalized Euclidean distance can be calculated by equations (8) ~ (9).

STEP 7: Calculate the separation index by equation (10).

STEP 8: Rank the alternatives.

4. Verification and comparison

Software project measurement is an important research topic. Barry Boehm (1981) proposed a software cost estimation model, called the constructive cost model (COCOMO). Software project measurement is a major source of cost and schedule estimations, and it also provides decision-making information. The COCOMO software cost drivers are shown in Table 1.

Table 2. Software cost drivers

RELY	Required Software Reliability
DATA	Data base size
CPLX	Product Complexity
TIME	Execution Time Constraint
STOR	Main Storage Constraint
TURN	Computer Turnaround Time
ACAP	Analyst Capability
VIRT	Virtual Machine Volatility
AEXP	Applications Experience
PCAP	Programmer Capability
LEXP	Programming Language Experience
VEXP	Virtual Machine Experience
MODP	Modern Programming Practices
TOOL	Use of Software Tools
SCED	Required Development Schedule
LOC	Line Of Code

This study uses the COCOMO model dataset to verify the proposed method. The dataset has 63 projects and 16 main attributes. We can obtain 4 attributes by stepwise regression. Table 3 lists the beta coefficients of the attributes.

Table 3: Beta coefficient

TIME	TOOL	PCAP	LOC
0.247	0.217	0.262	0.551

The project's costs are ranked from highest to lowest. From the algorithm, the top 5 of project costs and final results are shown in Table 4.

Table 4: The results of TOP5

TOP 5	Actual	Traditional TOPSIS	The proposed method
1	A18	A19	A18
2	A19	A48	A19
3	A20	A32	A20
4	A21	A18	A21
5	A1	A20	A1
Hit ratio		60%	100%

From Table 5, we see the results of the hit ratio. From Table 5, we can see that our results outperform the traditional TOPSIS method.

Table 5: The results of Hit ratio

Hit ratio	Traditional TOPSIS method (with 16 criteria)	The proposed method
Top 5	60%	100%
Top 10	70%	70%

5. Conclusions

Software project measurement is a major source of cost estimations. This study applies a fuzzy TOPSIS method to determine the project that has high cost. It has certain advantages: (1) attribute selection based on stepwise regression—it uses the beta coefficient to obtain the value of the attribute weights; (2) it proposes the Kth q-quantiles method to fuzzify; and (3) it uses FTOPSIS to determine the critical alternative. We used Boehm's COCOMO dataset to

verify our method. Finally, the comparison results demonstrate that the proposed method performs better than other methods.

References

- Boehm, B. (1981). *Software engineering economics*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Chen, S. J., & Hwang, C. L. (1992). *Fuzzy multiple attribute decision making: Methods and Applications*. New York: Springer-Verlag.
- Draper, N. R., & Smith, H. (1998). *Applied Regression Analysis*, New York: John Wiley and Sons.
- Liu, H., Motoda, H., & Yu, L. (2004). A selective sampling approach to active feature selection. *Artificial Intelligence*, 159(1-2), 49-74.
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: methods and applications, a state-of-the-art survey*. Berlin: Springer-Verlag.
- Stelios, H. Z. (1998). Multi-attribute decision making: A simulation comparison of select methods. *European Journal of Operational Research*, 107, 507-529.
- Jain, A. K., & Chandrasekaran, B. (1982) Dimensionality and Sample Size Considerations in Pattern Recognition Practice. In P. R. Krishnaiah, & L. N. Kanal (Eds.), *Handbook of Statistics*, North-Holland, 2, 835-855.
- Yager, R. R., Ovchinnikov, S., Tong, R. M. & Nguyen, H. T. (1987). *Fuzzy Sets and Applications: Selected Papers by L.A. Zadeh*, Wiley-Interscience, 46-79.
- Yoon, K. (1980). *Systems selection by multiple attribute decision making*. Ph.D. dissertation. Manhattan, KS: Kansas State University Press.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets, *Information and Control*, 8, 338-353.
- Zimmermann, Hans J. (1987). *Fuzzy Sets, Decision Making, and Expert Systems*: Kluwer Academic Publishers.

無衍生研發成果推廣資料

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：王佳文		計畫編號：98-2221-E-343-002-				計畫名稱：模糊階層式 TOPSIS 以軟體專案評選為例	
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	1	1	100%	人次	
		博士生	1	1	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	1	100%		
		專書	1	1	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

國際研討會一篇，專書一篇

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研討之概念已於國際研討會中發表，在成果與應用價值方面，本研究主要貢獻有(1)提出一新模糊化方法，克服離散程度較大資料集之問題，使結果較為合理；(2)利用階層式的概念，使用標準化得分係數為整合權重；(3)引入模糊 TOPSIS 與模糊積分架構，讓結果更具效益，(4)最後本研究使用公開資料庫 COCOMO 做為實驗案例。在過去研究中因資料庫的解釋能力較低、離散程度過大等問題，使研究結果不甚理想，在本研究中，由結果可得知，其命中率有所提升，其未來可應用在許多屬性值離散程度較大的方案評選與多準則決策的應用案例上。