

# 基於模糊多屬性決策分析之線上可調式個人決策支援系統

邱宏彬

國立台東大學資訊管理學系

[hpchiu@nttu.edu.tw](mailto:hpchiu@nttu.edu.tw)

康書萍

南華大學資訊管理學系

[spkang600@gmail.com](mailto:spkang600@gmail.com)

湯鎰聰

南華大學資訊管理學系

[eric\\_tang630@hotmail.com](mailto:eric_tang630@hotmail.com)

## 摘要

個人每天都面對著許多待解決的問題，大多數的決策問題都具有多屬性的特性，在評估時，不同的目標及屬性應做完整的考慮。透過有系統的層級架構能讓決策者快速有效地作出最佳決策，以節省更多時間和人力。分析層級程序法（Analytic Hierarchy Process，簡稱AHP）是最常用來協助決策者找出最佳策略方案之工具。

在處理多屬性決策問題時，有些問題答案經常具有模糊及不明確性，傳統非常精確的計量方法已無法完全解決具模糊性的問題，因此，本研究將模糊理論概念融入層級程序分析法中讓決策者選擇他們認為合適的語意來表達個人對其評估準則之指標，以產生最符合決策者需求的決策資訊。再者，傳統AHP方式須靠人工作業與套裝軟體配合以得到決策結果，這種方式具有時間上的限制。本研究將利用資訊科技優勢結合AHP和模糊理論之優點提出一個系統模式，確實能達到改善傳統層級程序分析法半自動化模式之做法及建立可調整式的個人決策系統之目的。

**關鍵詞：**決策支援系統、分析層級程序法、模糊理論

## Abstract

Every day a person has to face many questions unsolved, and most of the decision questions have the multi-attribute character. While they are estimated, different goals and attributes should be considered completely. With the systematic heirarchy structure, a decision maker can draw up the best of decision quickly and efficiently, which then can save more time and human resources. Analytic Hierarchy Process is the most common tool used to assist decision makers to find the best strategy.

Besides, while people deal with multi-attribute decision questions, some of the answers to the questions usually are fuzzy and undefined. Traditional accurate measurement methods weren't unable to solve fuzzy problems completely. Therefore, fuzzy theory concept blends with AHP can let decision makers choose appropriate meanings to express their personal feeling for the index of estimable criteria. Traditional AHP method must depend on human work and packet software collocation that has gained making-decision result but this way restricts to time. This paper provide most suitable decision-making information technology integrated with

the advantage of AHP and fuzzy theory and bring up a system module. It can really achieve the goal of improving the traditional method of AHP and establish a adjustable personal decision support system.

**Keyword** : Decision support system、Analytic Hierarchy Process、Fuzzy theory

## 一、緒論

不論群體或個人幾乎天天都面對著許多待解決的問題。近年來由於高等教育迅速擴充，技職院校數目愈來愈多，使得應屆畢業生經常對如何選填志願難以抉擇。像這類具有多考量因素的個人決策問題，需要適合的決策工具。這類決策分析工具中以 Saaty 於 1971 年提出的分析層級程序法（Analytic Hierarchy Process，簡稱 AHP）是最常用來協助個人或群體決策者找出最佳策略方案之工具[1][10]。

使用傳統 AHP 方式來處理各種決策問題，最大的缺點是得到決策分析結果有時間上的限制，整個過程必須等待一段時間才能獲得分析結果。而且這種半自動化的決策方式對於類似的決策問題無法通用，因為不同決策者針對類似的決策問題所考慮準則項目有所差異，所以利用傳統 AHP 方式來處理決策問題時，問卷設計內容皆必須從頭到尾重新設計過，這樣的過程需耗費相當多的時間和人力，同時也要承擔人工作業所可能發生的失誤風險。

為解決個人決策之問題，本文之研究流程為：（1）建立一個共用的準

則資料倉儲，決策者可以依據個人需要做準則項目的增減調整，能在 Web 上快速地建立一個個人的決策問題層級架構。（2）透過 Web 介面請決策者決定各準則重要比例，以求算出各準則之相對權重。（3）請決策者針對每一方案對各準則之滿意度評估，計算出各方案之模糊數值，以模糊數排序找到最佳方案。（4）以某高職學生為例，來實際驗證提出之個人決策支援系統。

## 二、模糊多屬性決策法

在牽涉層面複雜的決策環境中，有太多相互關聯的資訊需要分析評量，傳統的分析方法就不適宜解決[6][9]。因此本研究採用多屬性決策方法（MADM）去決定個人考量準則項目之重要程度。在評量過程中，個人將以模糊語意的認知區域來表達對選擇方案的滿意程度，取決出最佳方案。

### （一）分析層級程序法（Analytic Hierarchy Process）

AHP 的權重主要是由成對比較，依各要素間相對之重要性而決定其權重[11][12]。Saaty 使用尺度比率得出之成偶比較矩陣最大特徵向量，來找出不同準則下之相對權重[3][4]。

假設在每一層級當中共有  $n$  個要素，分別表示為  $C_1, \dots, C_n$ ，其中某一要素對下一層級要素之影響權重為  $w_1, \dots, w_n$ 。假設  $W=(w_1, w_2, \dots, w_n)^t$ ，此成偶比較可以以矩陣  $A$  的公式來表達：

$$(A - \lambda_{\max} I)W = 0 \quad (1)$$

矩陣  $A$  的最大特徵值之求法若精確度要求不高時，Saaty 提出四種近似法計算出來，其中又以行向量相乘後取幾何平均數方式可求得較精確之結

果。最大特徵值 $\lambda_{\max}$ 之求法如下：

$$\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1' \\ W_2' \\ \vdots \\ W_n' \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \left[ \frac{W_1'}{W_1} + \dots + \frac{W_n'}{W_n} \right] \quad (3)$$

## (二)、模糊理論

Zedeh 提出了模糊理論 (Fuzzy set theory) [13][14]，隨後有不少學者相繼應用模糊理論取代傳統的計量方式來處理具模糊性的問題。分述如下：

模糊數 (Fuzzy Number) 是 Dubios 與 Prade 在 1980 年所提出[8]，若模糊集合滿足下列三種特性則稱為模糊數。

模糊數  $\tilde{A}$  係指一模糊集合其隸屬函數  $\mu_A(\chi) : R \rightarrow [0,1]$ ，具有以下特性：

(1) 此模糊集合是定義在實數軸 R 上。

$\mu_A(\chi)$ ：指定義域 R 至 [0,1] 空間上的連續映射

(2)  $\mu_A(\chi)$ ：此模糊集合是凸集合 (Convex Set)。

(3) 此模糊集合是經過正規化處理 (Normalized)，即存在一個數  $\chi_0$  使得得到  $\mu_A(\chi_0) = 1$ 。

有關三角模糊數  $\mu_A(\chi) = (L, M, U)$  如圖 1

$$\mu_A(\chi) = \begin{cases} (\chi - L) / (M - L) & , L \leq \chi \leq M \\ (U - \chi) / (U - M) & , M \leq \chi \leq U \\ 0 & , otherwise \end{cases}$$

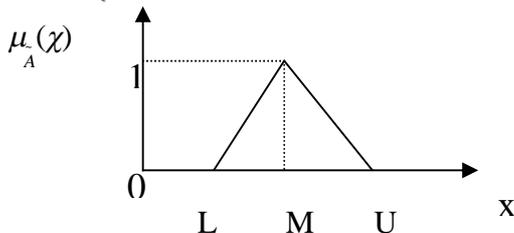


圖 1、三角模糊函數之隸屬函數

設  $\tilde{A}$  和  $\tilde{B}$  是由三元組  $(L_1, M_1, U_1)$  及  $(L_2, M_2, U_2)$  表示的兩個三角模糊數，則其加法及乘法運算，可以表示如下：

模糊數加法  $\oplus$ ：

$$(L_1, M_1, U_1) \oplus (L_2, M_2, U_2) = (L_1 + L_2, M_1 + M_2, U_1 + U_2) \quad (4)$$

模糊數乘法  $\otimes$ ：

$$(L_1, M_1, U_1) \otimes (L_2, M_2, U_2) = (L_1 \times L_2, M_1 \times M_2, U_1 \times U_2) \quad (5)$$

對於任何實數 k

$$k \otimes (L, M, U) = (k \times L, k \times M, k \times U) \quad (6)$$

模糊數排序的主要應用是比較選擇方案之間的優先順序，以提供決策者之參考。在此僅介紹 Chen & Cheng 提出模糊數的測度距離排序方法[5]：

若一梯型模糊函數為  $\tilde{A}(x)$  且具線性關係，則其所對應之隸屬函數  $f_{\tilde{A}}$  如下：

$$f_{\tilde{A}} = \begin{cases} f_{\tilde{A}}^L(x) & a \leq x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ f_{\tilde{A}}^R(x) & c \leq x \leq d \\ 0 & otherwise \end{cases} \quad (7)$$

若  $b=c$  則  $\tilde{A}$  為三角模糊數， $\tilde{A}(x) = (a, b, d)$  可得到一正確的模糊數參數值：

$$\begin{cases} \sigma = \frac{(d-a)}{2} \\ u = \frac{a+2b+d}{4} \end{cases} \quad (8)$$

因此，亦可據此來排序。

## 三、系統設計

本研究利用分析層級程序法與模

糊語意之技術建構一套線上個人支援決策系統雛型，以達到改善傳統使用分析層級程序法半自動化模式之做法，並建立具可調整式的個人決策模組，協助高職應屆畢業生解決選填志願之決策問題。其整體系統架構圖參見圖 2，分別由 Web 使用者介面、決策支援資料倉儲之建構及模糊 MCDM 之運作三大部份所組成。以下為三大部份之概述：

### (一)Web 使用者介面

使用者介面為使用者與系統間的溝通畫面，能傳遞使用者的需求（如查詢、設定與修改等操作）以及呈現分析後的結果（各選擇方案的總分）。為了簡化系統操作的複雜度與提供決策者良好的畫面親和力，本系統採用 Web 的呈現方式讓使用者透過本機端的瀏覽器（如微軟的 IE 或網景的 Netscape communicator）來與系統進行互動。

### (二)決策支援資料倉儲之建構

利用資訊代理人 and 準則智慧代理人在網際網路中搜尋、分析及統整資料，並建立準則整合資料倉儲、資訊收集資料倉儲，支援層級架構建立及方案評估各項準則之參考依據。決策結果與分析內容存於方案資料倉儲，提供未來查詢參考資訊，並作為倉儲的內部資料來源。

### (三)準則智慧代理人

當個人處理決策問題無法確定所要評估的準則項目時，希望系統可以提供相關的準則項目給決策者參考，從網站中所搜集到的網頁內容透過準則智慧代理人去萃取有用的資料，例如將網頁檔中的各種標記、註解捨去，取出與決策者的決策問題有關的

考量因素，並儲存於系統的準則資料倉儲中，以提供決策者做目標條件的查詢。

另一方面，當決策者做方案評估時，若有不知道如何去做評估時，系統可以提供既有的歷史資料作為參考方式，以便決策者能夠清楚掌握評估之重點，並順利完成決策工作取得正確的決策資訊。

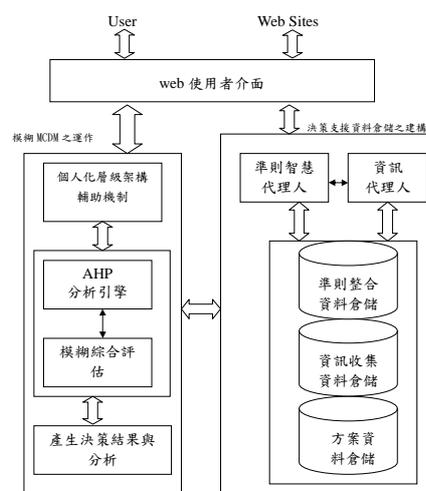


圖 2、架構圖

## 四、個案驗證

### (一)定義問題及決策目標

假設有一個高職應屆畢業生今天要做推薦甄選之選填志願，該生考慮有三間學校分別是高雄應用科技大學、屏東科技大學和高雄第一科技大學。

### (二)準則項目之建立與收集

在本系統中由使用者提供所要推甄的學校資料，準則智慧代理人及資訊代理人根據使用者輸入的資料，代理人會自動找尋各個學校網站，再找出使用者所需要之學校地點各項資料回報並加以連結，或者代理人會以先

前使用者習慣經驗為基礎，主動收集其他相關資料回存至資料倉儲中，以備使用者於方案滿意度評估時可以有參考的依據。

(三) 建立整個問題的層級架構

經由上述步驟將所獲得的準則項目加以整理歸類，建立一個 AHP 決策分析的階層架構，如圖 3，本系統提供了共用模組和個人化模組二種機制來輔助決策者建立三個層面與九個評估準則之層級架構。

(四) 建立各層級準則間之成偶比較矩陣

層級架構建立完成後接著進行每一個層級兩兩準則間的相互比較，並給予適當的評估尺度，以計算出各準則之相對權重，如表 1。

表 1、階層一之成偶比較矩陣

推甄之選填志願	個人本身因素	家庭和環境因素	大專院校因素
個人本身因素	1	5	3
家庭和環境因素	1/5	1	1/3
大專院校因素	1/3	3	1

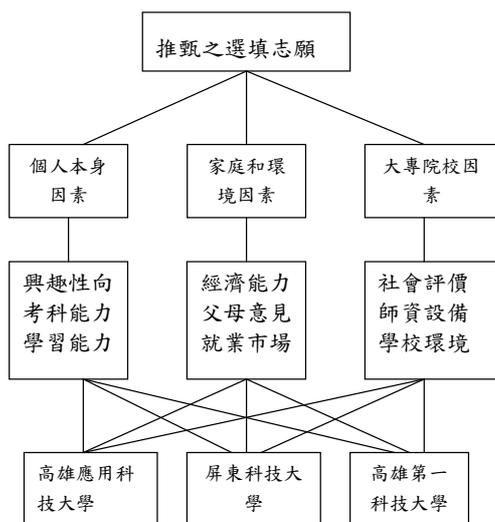


圖 3、推甄選填志願之 AHP 層級架構

(五) 計算標準化後各準則相對權重

將方根向量標準化後處理得到各準則之相對權重值，如表 2。

表 2、階層一標準化後各準則相對權重

準則項目	相對權重
個人本身因素	0.637
家庭和環境因素	0.105
大專院校因素	0.258

(六) 一致性檢驗

為了不影響分析之正確性，因此利用公式(2)求一致性指標 CI，再利用公式(3)求得一致性比率 CR。

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 1/5 \\ 1/3 \end{bmatrix} \times 0.637 + \begin{bmatrix} 5 \\ 1 \\ 3 \end{bmatrix} \times 0.105 + \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \times 0.258 = \begin{bmatrix} 1.936 \\ 0.318 \\ 0.785 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = 1/3 \times (1.936/0.637 + 0.318/0.105 + 0.785/0.258) = 3.0368$$

$$CI = (3.0368 - 3) / (3 - 1) = 0.0184$$

$$CR = 0.0184 / 0.52 = 0.035 < 0.1$$

故此成偶比較矩陣符合一致性檢驗，不需重新進行相對準則評估。

(七) 重複執行步驟四—六，直到完成整個架構中各層級準則的總權重計算。

表 3、階層一個人本身因素之各準則成偶比較矩陣

個人本身因素	興趣性向	考科能力	學習能力
興趣性向	1	3	4
考科能力	1/3	1	3
學習能力	1/4	1/3	1

表 4、階層一個人本身因素之各準則相對權重

準則項目	相對權重
興趣性向	0.614
考科能力	0.268
學習能力	0.117

$\lambda_{\max}=3.076$   $CI=0.038$   $CR=0.073 < 0.1$   
符合一致性。

(1) 階層一個人本身因素之各項準則之總權重：

由表 3 計算可得到表 4 結果，再經由表 2 和表 4 值相乘後可得到下列之結果。

$$\text{興趣性向}=0.637 \times 0.614=0.3911$$

$$\text{考科能力}=0.637 \times 0.268=0.1707$$

$$\text{學習能力}=0.637 \times 0.117=0.0745$$

表 5、階層一家庭和環境因素之各準則成偶比較矩陣

家庭和環境因素	經濟能力	父母意見	就業市場
經濟能力	1	3	1/2
父母意見	1/3	1	1/4
就業市場	2	4	1

表 6、階層一家庭和環境因素之各準則相對權重

準則項目	相對權重
經濟能力	0.320
父母意見	0.122
就業市場	0.558

$\lambda_{\max}=3.018$   $CI=0.009$   $CR=0.017 < 0.1$   
符合一致性。

(2) 階層一家庭和環境因素之各項準則之總權重：

由表 5 計算可得到表 6 結果，再

經由表 2 和表 6 值相乘後可得到下列之結果。

$$\text{經濟能力}=0.105 \times 0.320=0.0336$$

$$\text{父母意見}=0.105 \times 0.122=0.0128$$

$$\text{就業市場}=0.105 \times 0.558=0.0586$$

表 7、階層一大專院校因素各準則成偶比較矩陣

大專院校因素	社會評價	師資設備	學校環境
社會評價	1	3	4
師資設備	1/3	1	3
學校環境	1/4	1/3	1

表 8、階層一大專院校因素之各準則相對權重

準則項目	相對權重
社會評價	0.608
師資設備	0.272
學校環境	0.120

$\lambda_{\max}=3.0935$   $CI=0.0467$   $CR=0.089 < 0.1$   
符合一致性。

(3) 階層一大專院校因素之各項準則之總權重：

由表 7 計算可得到表 8 結果，再經由表 2 和表 8 值相乘後可得到下列之結果。

$$\text{社會評價}=0.258 \times 0.608=0.1568$$

$$\text{師資設備}=0.258 \times 0.272=0.0702$$

$$\text{學校環境}=0.258 \times 0.120=0.0309$$

(八)計算模糊綜合評估值

由上一個步驟已求算出各項準則之總相對權重值，然後決策者透過選單方式在評比項目以「非常滿意」、「很滿意」、「滿意」、「普通」、「不滿意」之五等級主觀語意判斷的表示方式，如表 7，逐一對每一項準則來選擇來評

估語意值，如表 9。根據公式(6)將已求得各項準則的總相對權重值乘上每個選擇方案各項準則的語意值模糊數以求算出綜合評估模糊數，如表 10。最後根據公式(8)將每個選擇方案所得到的綜合評估模糊數做模糊排序，找出優先等級最高的最佳方案。

表 9、選擇方案對各項準則評估滿意值及準則總權重值

介面之個人決策支援系統，以降低人工的作業。

(一)系統畫面

在此主要是呈現出此系統的部份

表 10、各選擇方案之綜合評估模糊數

選擇方案 準則名稱	高雄應用科技大學	屏東科技大學	高雄第一科技大學	準則總權重
興趣性向	滿意	普通	很滿意	0.3911
考科能力	很滿意	不滿意	滿意	0.1707
學習能力	滿意	滿意	普通	0.0745
經濟能力	不滿意	很滿意	很滿意	0.0336
父母意見	不滿意	普通	普通	0.0128
就業市場	普通	很滿意	很滿意	0.0586
社會評價	很滿意	普通	很滿意	0.1568
師資設備	普通	普通	滿意	0.0702
學校環境	滿意	很滿意	非常滿意	0.0309

選擇方案	綜合評估模糊數
高雄應用科技大學	(3.3022,5.2078,7.2062)
屏東科技大學	(1.6406,3.2976,5.296)
高雄第一科技大學	(4.2268,6.2252,8.1618)

表 11、各選擇方案之模糊排序

選擇方案	測度排序	$\mu$	$\sigma$
高雄第一科技大學		6.20975	1.9675
高雄應用科技大學		5.231	1.952
屏東科技大學		3.38295	1.8277

三個志願之選擇方案依據最後的總分數排序出來的結果其優先順序分別為高雄第一科技大學、高雄應用科技大學、屏東科技大學，如表 11，故其最佳學校選擇方案為高雄第一科技大學。

五、系統開發與成果分析

本研究的雛型系統環境平台作業系統以 Microsoft SQL 2000 開發具彈性之 Web-base 系統，使用 HTML + CSS + ASP + Java Script 撰寫具人性化

畫面；圖 4 為個人決策支援系統共用模組介面；圖 5 為使用者建立各層級評估準則；圖 6 為第二層級準則項目之成偶比較評估；圖 7 為選擇方案滿意度評估；圖 8 為最低方案建議分析。



圖 4、個人決策支援系統共用模組介面

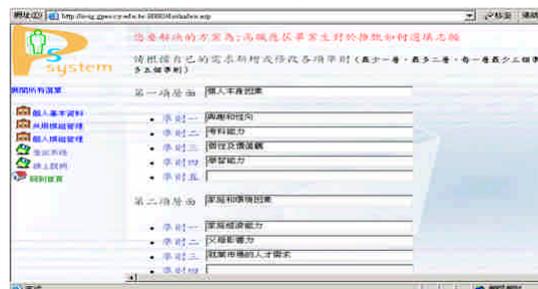


圖 5、使用者建立各層級評估準則



圖 6、第二層級準則項目之成偶比較評估



圖 7、選擇方案滿意度評估



圖 8、最佳方案及建議分析表

## 六、結論與建議

在本文主要貢獻為：

(一)改善傳統使用分析層級程序法半自動化模式之做法

透過本研究的系統可以將原本依賴商業套裝軟體或試算軟體來使用分析層級程序法的方式，改變成透過 Web 介面決策者可以適時於線上輸入決策問題、建立準則項目及選擇方案等資料，系統可以在短時間內回應決策之建議結果提供決策者參考。

(二)建立具可調整式的個人決策系統

決策者可透過系統瀏覽共用模組尋找符合個人需求的決策目標，系統會從共用模組準則資料倉儲讀取既有準則項目顯示於畫面上，協助決策者縮短輸入準則項目的時間，決策者再依據個人本身的需求去做彈性之調

整，以建立適當的評估準則項目進行決策工作。

(三)協助高職應屆畢業生解決選填志願之決策問題

學生對於推薦甄選選擇校系問題透過系統可以將他們所考慮的各種因素建立成評估準則項目，對各項準則項目做兩兩比較重要性評估，由系統計算出準則的相對權重值，再根據學生本身的認知評估選擇方案對各項準則之滿意程度，最後系統將計算出各項選擇方案之總分數，找出最適合學生個人的方案提供給學生作為選擇校系之參考。

在後續研究方面：分析層級程序法已發展多年，在實務上的應用已拓展至各個領域，學者 Buckley 提出了模糊分析層級程序法，基於傳統分析層級程序法的精神，將原本成對比較的明確值改為模糊數，皆可作為後續之研究與應用。本系統僅為雛型系統仍有許多不足之處可供改進，茲提供以下幾點作為後續相關研究參考：

- (1)本研究目前僅為個人決策支援系統，可擴增為群體決策支援系統，在實務上的應用更為廣泛。
- (2)傳統分析層級程序法在成對比較評估上是採用明確值，過於主觀，在群體決策過程中有共識差異性之問題，建議採用模糊分析層級程序法可改善其問題。
- (3)本系統中代理人功能可以更完整，功能更加完善，發揮最大之效率。
- (4)系統操作介面可以更符合人性化和更具親和力。
- (5)查詢歷史決策資料功能可再加入模糊關鍵字比對功能，讓使用者更有彈性找到所需的相關決策參考資

料。

- (6) 共用模組的準則項目資料可以再持續擴充，以提供使用者更多的參考資訊，讓使用者決策工作更加順暢。

### 參考文獻

- [1] 王元仁，「模糊理論應用於技職學校課程評鑑模式之探討」，國立臺北師範學院學報：教育類第 16 卷第 1 期，民國 92 年 3 月，頁 49-62
- [2] 陳進成、許通安、廖莉芬，「遠距教學系統評做模式之研究--AHP 方法之應用」，資管評論，第 13 期，民國 93 年 12 月，頁 207-225
- [3] 鄧振源、曾國雄，層級分析法 (AHP) 的內涵特性與應用(上)，中國統計學報第 27 卷第 6 期，第 5-22 頁，78 年 6 月
- [4] 鄧振源、曾國雄，層級分析法 (AHP) 的內涵特性與應用(下)，中國統計學報第 27 卷第 7 期，第 1-20 頁，78 年 7 月
- [5] 鄭景俗、王佳文、蔡孟峰、黃堃承，模糊語意整合運算法建立高中教師評鑑輔助系統，人力資源管理學報 2004 秋季號，第四卷第三期，民國 93 年，頁 73-77
- [6] Al Khalil, Mohammed I. ,”Selecting the appropriate project delivery method using AHP”,International Journal of Project Management Vol 20, Issue 6, pp. 469-474, August, 2002
- [7] Bodin.Lawrence,Gass. Saul I.,”On teaching the analytic hierarchy process”,Computers and Operations Research Vol 30,Issue 10,pp.1487-1497,September,2003
- [8] Dubois, D and Prade, H., Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications, New York, USA: Academic Press, 1980
- [9] Hwang, C.L., Yoon, K., “Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications”, Springer-Verlag, NY., 1981
- [10] Lai. Vincent S, Wong. Bo K.,Cheung. Wainman,”Group decision making in a multiple criteria environment : A case using the AHP in software selection”,European Journal of Operational Research Vol 137,Issue 1,pp.134-144,February 16,2002
- [11] Saaty, T.L. “A scaling method for priorities in Hierarchical structures”, Journal of Mathematical Psychology, Vol15,No.3, pp.234-281, 1977
- [12] Saaty, T.L. The Analytic Hierarchy Process, McGrawHill, New York, 1980.
- [13] Zadeh, L. A., "Fuzzy sets", Information and Control, Vol. 8, pp338-353,1965
- [14] Zadeh, L. A., "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning I, II, III,", Information Science, 8 ,199-251, Vol.9 , pp43-80,1975