

# 應用模糊階層 TOPSIS 方法評估入口網站之 服務品質

## Applying Fuzzy Hierarchical TOPSIS to Evaluate Portal Site Service Quality

葉燉烟<sup>1</sup> Duen-Yian Ye 鄭景俗<sup>2</sup> Ching-Hsue Cheng 黃堃承<sup>2</sup> Kun-Cheng Huan  
環球技術學院資訊管理系 國立雲林科技大學資訊管理系

<sup>1</sup>Department of Information Management, Transworld Institute of Technology and

<sup>2</sup>Department of Information Management, National Yunlin University of Science &  
Technology

(Received May 17, 2006; Final Version August 24, 2007)

**摘要：**入口網站為資訊通路上的控制點，網站業者一旦能掌控多數人進入該網站，便可以獲取龐大的廣告收入與商機。隨著入口網站家數的增加，服務的多樣化與服務品質的好壞將影響使用者持續進入的意願，因此網站服務品質的評估與提升勢必是網站業者必需面對的重要課題。然而面對此課題時，不可避免地將至少遭遇兩個難題，其一是現階段評估資訊服務業服務品質的研究較少，因此缺少一個公平且適切的評估模式；其二是隨著使用者對服務品質要求的多元化，使得服務品質政策的制定實為一個存有不確定性與模糊性的多準則決策問題。準此，評估入口網站的服務品質將是一個極具挑戰的研究課題。本文的目的在於整合知名的模糊分析層級程序法 (Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP) 及模糊理想解類似度順序偏好法 (Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, FTOPSIS) 各自之優點，提出「模糊階層 TOPSIS」評估模式以評估入口網站的服務品質。此模式的優勢主要有二，其一在於利用 FAHP 將複雜的決策問題系統化，加上語意變數的運用，克服人為主觀認知上的不確定性，以制定合適的階層式準則權重；其二在於修改並且簡化原有的 FTOPSIS 部份演算過程，使所得最佳方案必會距正理想解最近且距負理想解最遠，同時避免距正、負理想解最近或最遠的困擾產生，進而得到公平且適切的評估結果。在實例應用方面，以國內四家知名的入口網站為評選對象，

並就專家使用者及網站工作者觀點，依演算結果分別探討雙方在評估準則權重與服務品質表現的認知差異。在制定階層式評估準則方面，以統計方法萃取出七個主準則及其轄下三十二個次準則項目，以做為評估入口網站服務品質之準則架構。最後，分析結果除可公平且適切評量入口網站的服務品質，部分分析結果亦可做為業者在行銷宣傳與經營管理上的改善建議外，亦可提供給使用者選擇入口網站之參考。

**關鍵詞：**入口網站、服務品質、多準則決策制定 (MCDM)、模糊階層TOPSIS

**Abstract :** As one of the control points on the Internet, the portal sites stand at the position possible for obtaining a lot of advertisement incomes and commercial opportunities. The intensive competition makes the evaluation and promotion of portal site service quality being an important issue. However, two difficulties are involved in this issue. One lies in the lack of proper criterion structure for evaluating the service quality of portal site. The other is due to the multiple-criteria-decision-making oriented characteristic that fuzziness and uncertainty will be inevitable. This study aims at proposing the “Fuzzy Hierarchical TOPSIS” model to evaluate the portal site service quality by integrating the merits of two famous models, Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (FTOPSIS) and Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP). In this model, FAHP is used to identify the weighting distributions of hierarchical criterion structure, while the FTOPSIS model proposed by Chen (2000) is modified to evaluate and rank all the alternatives. In the empirical verification, 4 famous portal sites in Taiwan are selected as the target alternatives. As results, the hierarchical criterion structure with seven criteria and thirty-two sub-criteria is constructed and the difference analyses on criterion weighting distribution and service quality behavior from user perspective and worker perspective are also conducted. All the outcome analyses provide useful information not only for the users in their portal site selection, but also for the owners in their operation strategy proposal.

**Keywords :** Portal Site, Service Quality, Multiple-Criteria Decision-Making (MCDM), Fuzzy Hierarchical TOPSIS

## 1. 緒論

自網際網路開放商業使用以來，已經融入全世界每一個人的生活當中。搜尋網站是提供使用者一個可以在浩瀚的資訊大海中，快速且有效地獲得其所要資訊的管道，但單純的搜尋網站只是一個媒介網站，使用者一閃即過，並不能為業者帶來商機，因此為了吸引並增加使用者駐

留的時間，原本的搜尋網站紛紛推出各式各樣化的服務功能，即形成「入口網站」。入口網站既為網際網路資訊通路的控制點，網站業者一旦能掌控多數人進入該網站，便可以獲取龐大的廣告收入與商機 (Keyser, 1998)。隨著入口網站越來越多，服務的多樣化與服務品質的好壞將影響使用者持續進入的意願，因此網站服務品質的評估與提升勢必是網站業者一個必需面對的重要課題。

在評估服務品質方面，知名的 SERVQUAL 量表 (Parasuraman *et al.*, 1988) 是調查、萃取、調整與評估分析服務業與製造業服務品質影響構面因素的好工具，但其對於網際網路或資訊服務業之服務品質構面的研究與應用案例較為少見。Xie *et al.* (1998) 發表了一篇關於以搜尋引擎為主的服務品質構面研究，其發現 Parasuraman, Zeithaml, and Berry (以下簡稱 PZB) 三位學者修訂後的 SERVQUAL 量表 (1994)，並不合適於評量搜尋網站的服務品質。另一方面，隨著網路技術的快速進步，使用者對於服務品質的要求也不斷地提升，對使用者整體品質要求的動向瞭解亦難以單一評估準則加以解釋，亦即入口網站服務品質的評量已是一個多準則的決策問題。再則，部分質性評估準則並不純然可以直接量化，並且不同的評量者對每一準則意義的主觀感受亦有所不同，其中存在著無可避免的不確定性 (Uncertainty) 與模糊性 (Fuzziness)。綜觀之，上述存在的問題著實讓入口網站服務品質的評估難以輕易處理。

多準則決策分析方法 (Multi-Criteria Decision Making, MCDM) 在決策問題上的研究與應用已行之多年，其中分析層級程序法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 與理想解類似度順序偏好法 (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS) 等方法相繼被提出後，皆廣泛地被應用到各個領域，原因在於其具有觀念簡單易懂、計算方式不複雜及可輔助決策者快速制定可行決策的優點，例如：AHP 可將一個決策問題藉由其所含的因素特性，將問題簡化分解成好幾個層級加以評估；而 TOPSIS 則是利用各候選方案距正理想解最近與距負理想解最遠的概念找出最佳可行解，但此兩者不足之處在於無法掌握人類在制定決策過程中經常遭遇的模糊性及不確定性。因此部分學者陸續將模糊概念引入，以解決此類問題，例如：模糊 AHP (FAHP) (Cheng and Mon, 1994；Cheng, 1996) 及模糊 TOPSIS (FTOPSIS) (Chen, 2000)。

然而在 Chen (2000) 的 FTOPSIS 法中，存在兩個可改善之瑕疵：其一，在於直接將每一評估準則的正、負理想解定為  $\tilde{1}$  及  $\tilde{0}$ ，此設定將可能影響正、負理想解的合宜性而產生問題，例如當權重與評分的值皆很小時，其會拉大所有準則下各候選方案與模糊正、負理想解的距離，將可能造成明顯地違反 TOPSIS 的最佳方案要同時距正理想解最近，並且距負理想解最遠的基本概念；其二，評估準則之權重由專家群直接給定，恐將喪失客觀性與精確度，所得結果亦容易導致錯誤的決策。另一方面，其實 FAHP 在運用上亦有其自身問題存在，例如因解模糊化方式的不同而產生評估因素或候選方案不同的排序結果。

本文的研究目的在於重新尋找適合評估入口網站服務品質的準則架構，並且以 Chen (2000)

的 FTOPSIS 法為基礎，整合 FAHP 可系統化制定階層式準則權重之優點，同時修改和簡化 FTOPSIS (Chen, 2000) 部份演算過程，發展一套具有模糊多準則的入口網站服務品質評估模式，以期妥善處理上述難題。本文的預期貢獻為：

- (1) 彙整服務品質相關文獻並整合學者、專家意見，以問卷調查的方式分析及萃取出最合適評估入口網站服務品質的準則架構。繼而以 FAHP 制定評估準則之權重，確保其客觀性與精確度。
- (2) 引入模糊理論與語意變數來表達評量者的主觀認知，以克服部份準則無法直接量化及問題本身不確定性及模糊性的難題。
- (3) 以 MAX 及 MIN 運算子求得模糊正、負理想解取代直接將其定為  $\tilde{1}$  及  $\tilde{0}$ ，使其具有合宜性。
- (4) 所提「模糊階層 TOPSIS」評估模式，因整合 FTOPSIS 與 FAHP 之各自優點及修改和簡化 FTOPSIS 部份演算過程，可公平且適切地評估入口網站的服務品質。
- (5) 在實例應用方面，以國內四家知名的入口網站為評估對象，研究結果除可提供使用者在選擇入口網站時的參考之外，並依業者及使用者觀點，分別進行雙方認知的差異分析，以供業者制定改善經營策略之參考。

## 2. 文獻探討

本章共分為二部份，第一部份整理文獻上服務品質的準則構面，而第二、三部份則是針對與模糊理論相關的方法加以介紹。

### 2.1 服務品質

在服務品質模式的評估工具中，PZB發表的SERVQUAL量表 (1988) 是在服務品質領域中最重要的評估工具之一，雖然有不少學者加以批評及修改，但是基本上仍然離不開其基本思維及運用模式。在實務應用方面，PZB (1994) 曾提及此量表被廣泛的應用於評估各種產業的服務品質，如零售業、保險業與電腦製造商等等。PZB (1985) 認為服務品質可藉由下列十個構面加以評估，如表1所示；而以此十個服務品質構面為基礎，發展出97項有關服務品質的問項，並經因素分析與五種服務業實證研究後，精簡成五個構面 (PZB, 1988)，如表2所示。

在資訊服務業的服務品質評估方面，雖有許多學者以不同的觀點發表許多研究成果 (例如：Novak *et al.* (2000) 及Huang (2005))，但多數的學者仍使用五構面SERVQUAL量表做為評估的工具，然而在使用上尚且存在許多問題，其中最常被討論的問題，即是構面的問題。Van Dyke *et al.* (1997) 提出在此五個構面中，其中兩個構面包含原先十個構面中的七個，因而是否能夠反映真實的世界，尚需更多的實證研究；Xie *et al.* (1998) 以五大構面評估搜尋網站的服務品質，發現此五個構面並不能完全描述使用者的需求，甚或評估其服務品質；另外，部分文獻亦建議針對不同的資訊服務業特性做必要修改 (Chase *et al.*, 2004)，例如在Kettinger and Lee (1994) 的研究

表 1 PZB 服務品質的初始構面

項次	構面	內容
1	可靠性 (Reliability)	指績效的一致性與可靠程度
2	反應性 (Responsiveness)	與提供服務人員的意願或準備狀態有關
3	勝任性 (Competence)	指擁有履行服務所需要的技能及知識
4	接近性 (Access)	包含接觸的容易及可接近性
5	禮貌 (Courtesy)	接觸人員的殷勤、尊敬、深思熟慮及友善
6	溝通性 (Communication)	以顧客能理解的方式將資訊持續告知顧客並聆聽顧客的意見
7	可信性 (Credibility)	服務提供者是可信賴、信任與誠實的
8	安全性 (Security)	指免除危險、風險或懷疑
9	瞭解顧客 (Understanding /Knowing the Customer)	致力瞭解顧客的需求
10	有形性 (Tangibles)	與服務有關的實體證據

資料來源：Parasuraman, Zeithaml and Berry, 1985

表 2 PZB 服務品質的精簡構面

項次	構面	內容
1	有形性 (Tangibles)	提供服務的實體設備、人員外表
2	可靠性 (Reliability)	提供正確且可靠地執行服務承諾的能力
3	反應性 (Responsiveness)	協助顧客及提供即時服務的意願
4	信任性 (Assurance)	人員的知識、禮貌及能力受到顧客信任及信心
5	關懷性 (Empathy)	對顧客親切，並給予個別的關注

資料來源：Parasuraman, Zeithaml and Berry, 1988

中，「有形性」構面被刪除；而Pitt *et al.* (1995) 發現在經過因素分析後，「有形性」與「關懷性」二構面可各再被分成兩個構面，同時他認為SERVQUAL並不能清楚的描述各構面間的關係。由這些研究結果可發現PZB於1988年發展出來的五個構面常常遭遇到質疑，但卻沒有學者對1985年的十個初始構面做出批評。因此，本文擬以PZB十個初始構面為基礎，據以發展合適於評估資訊服務業服務品質的準則構面。

## 2.2 FAHP

在多準則的決策制定方面，AHP是一套廣被使用的方法 (Saaty, 1980)，其可匯集學者專家的意見，以簡明的因素層級結構將複雜的評估問題予以系統化，並且藉由名目尺度進行各層級的因素對偶比較，以量化後數值作為評估資訊接受與否的參考。而FAHP (Cheng and Mon, 1994；

Cheng, 1996) 因引入模糊理論的概念，藉以表達人們在評估候選方案時所帶有的模糊性語意與認知，使評估結果更趨於真實。其作業程序有四：建立層級關係；建立各層級之成對比較矩陣；求解各層級的權重並檢定一致性；以及求解各方案之優勢比重值，以便排列方案之優先順序。其中，在建立成對比較矩陣部份，對某層級下之因素間進行成對比較。另外，當決策問題是由群體進行決策時，利用幾何平均數將群體成員的偏好（個別權重）加以整合。然而，準則之間獨立性的理想假設及其解模糊化的方式將影響評估準則與候選方案的排序，間接影響此方法的適用範圍。

依 Saaty (1980) 的經驗，AHP 可應用在下列各類型之問題上，其中包括優先次序的決定、最佳方案的選擇、績效的評估等，例如運用於：醫院績效評估 (Dey and Hariharan, 2003)，產品設計規劃 (Hummel *et al.*, 2002)，地鐵路線的選擇 (Mouetta and Fernandes, 1996)，國防武器系統評估 (Cheng and Mon, 1994; Cheng, 1996)，公路專案的成本效益評估 (Azis, 1990)，博物館服務品質評估 (劉伯村，民 93) 等。

### 2.3 FTOPSIS

TOPSIS 法是由 Hwang and Yoon (1981) 所發展出來的一種多準則決策制定方法，此法主要在於對正理想解 (Positive Ideal Solution, PIS) 與負理想解 (Negative Ideal Solution, NIS) 之界定與運用。所謂正理想解是各候選方案中利益準則 (Benefit Criteria) 值最大而成本準則 (Cost Criteria) 值最小者；反之，負理想解是各候選方案中利益準則值最小而成本準則值最大者。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，而距負理想解最遠者為最佳方案。本評選方法的優點為簡單、容易計算與理解，而且可以避免方案距正理想解最近同時距負理想解最近，以及距正理想解最遠同時距負理想解最遠之兩種情形的產生，得以排除不知如何評選方案的困擾。甚而由於模糊理論的引入，雖然計算步驟較為複雜，但可發展輔助系統協助計算，使得 FTOPSIS 的應用性更加寬廣，其演算步驟如下 (Chen, 2000)：

#### (1) 建立正規化模糊績效矩陣

$k$  位專家分別使用語意變數對所有候選方案在每個準則下的表現進行評估 (給分)，其中有  $m$  個方案 ( $A_i, i = 1, \dots, m$ ) 及  $n$  個準則 ( $C_j, j = 1, \dots, n$ )。當  $k$  位專家皆評估完畢後，以幾何平均法來整合所有專家的意見，所得之模糊績效矩陣如下：

$$\tilde{X} = (\tilde{x}_{ij}) = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} \quad \forall i, j, \quad (1)$$

其中  $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$  為三角模糊數，代表第  $i$  個候選方案在第  $j$  個準則的模糊績效值。從下式獲得正規化的模糊績效矩陣  $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$ ：

$$\begin{aligned}\tilde{r}_{ij} &= \left( \frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad j \in B \\ \tilde{r}_{ij} &= \left( \frac{c_j^-}{c_{ij}}, \frac{c_j^-}{b_{ij}}, \frac{c_j^-}{a_{ij}} \right), \quad j \in C, \\ c_j^* &= \max_i c_{ij} \quad \text{if} \quad j \in B \\ c_j^- &= \min_i a_{ij} \quad \text{if} \quad j \in C\end{aligned}\quad (2)$$

其中， $B$  與  $C$  分別代表利益準則集合與成本準則集合；所得之  $\tilde{r}_{ij}$  值介於  $[0,1]$ 。

(2) 建立加權正規化模糊績效矩陣

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

其中  $\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \times \tilde{W}_j$ ，而值介於  $[0,1]$ 。 $\tilde{W}_j$  為第  $j$  個準則的模糊權重值，其值由專家群直接給定。

(3) 決定模糊正、負理想解

$$\text{正理想解直接設定為 } A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*) = (\tilde{1}, \tilde{1}, \dots, \tilde{1})_n \quad (4)$$

$$\text{負理想解直接設定為 } A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) = (\tilde{0}, \tilde{0}, \dots, \tilde{0})_n \quad (5)$$

(4) 以測度法求各候選方案與正、負理想解之差距

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}^-, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (6)$$

其中  $d(\cdot, \cdot)$  代表兩個模糊數的測度距離。假設兩個三角模糊數  $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$  及  $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ ，則兩者之測度距離以下式計算：

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2] / 3} \quad (7)$$

(5) 計算候選方案  $A_i$  的接近係數 (Closeness Coefficient), CC

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (8)$$

(6) 以接近係數排序所有候選方案，排序規則為接近係數值越大者越是理想方案。

FTOPSIS 普遍被應用於管理決策領域中，主要包括候選方案的排序及選擇、整體績效的評估等方面，其中在評估服務品質的研究例如：Tsauro *et al.* (2002) 及 Chang and Yeh (2002) 在航空業的應用、李易喻 (民 84) 在銀行業的應用等。

至於此兩種方法的結合部分，AHP 與 TOPSIS 結合的應用研究文獻為數不少，例如：Yurdakul and Ic (2005)；畢威寧 (民 94)；曾國雄等 (民 83) 等。然而，FAHP 與 FTOPSIS 的結合，則尚未得見於相關文獻之中。

### 3. 研究方法與設計

本章共分為四個部份說明本文所採行的方法、過程及步驟。第一部份說明研究的流程架構；第二部份敘述服務品質構面與評估準則的設計；第三部份描述問卷的設計與研究對象；第四部份詳述本文所提出的模糊階層 TOPSIS 及其演算步驟。最後，以一個例子比較此模式與相關方法之演算結果。

#### 3.1 研究架構

本文的研究架構如圖 1 所示，首先在於以統計方法架構適合於評估入口網站服務品質的階層式評估準則，以做為下一階段評估入口網站服務品質之用；繼而以本文所發展之模糊階層 TOPSIS 模式分二階段演算，依序決定階層式評估準則之模糊權重及各個候選方案的偏好排序；最後，適切地分析與比較演算結果以給予改善其經營管理之建議。

#### 3.2 服務品質構面與評估準則設計

本文參考 PZB (1985) 所提出的十個初始構面，並且綜合多位學者評估資訊服務品質時所使用的構面，最後配合入口網站本身所應具有的特性與專家訪談而成七個初始構面及其所轄之 32 個評估次準則，其中保留 PZB (1985) 原始十個構面中較符合本文的三個構面，以及加入較符合評估入口網站特性的四個構面。七個構面及其意涵分別說明於表 3。

#### 3.3 問卷設計

##### (1) 問卷研擬過程

本文以問卷為尋找服務品質構面與評估準則的工具，問卷研擬過程包括四個階段：初擬調查項目、研擬問卷初稿、彙整專家意見 (前測) 及進行問卷預試 (試測)。其中試測部分採用網路

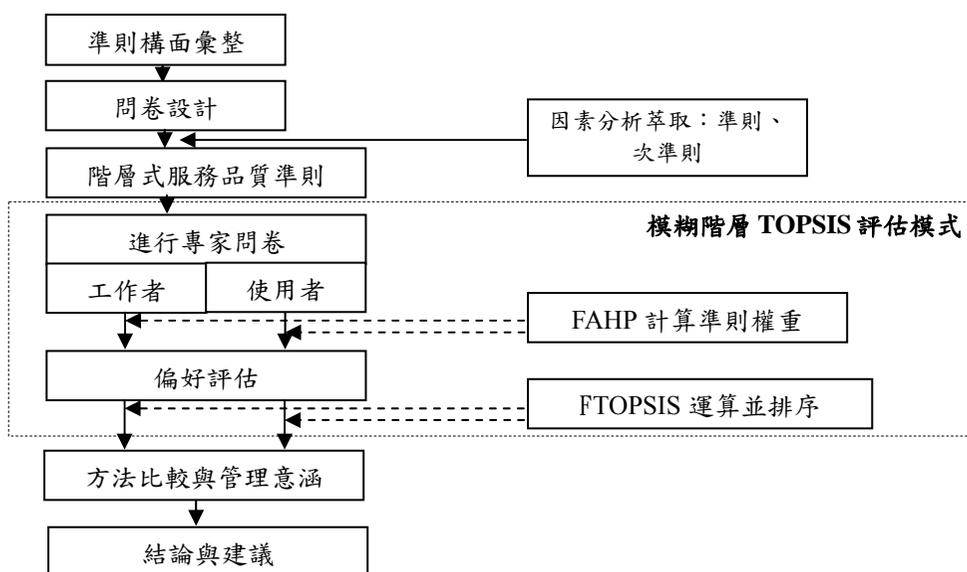


圖 1 研究架構圖

表 3 評估入口網站服務品質七構面及其意涵說明

項次	構面名稱	意涵說明
1	有形性	根據 PZB(1985)對有形性下的定義即是提供服務時的一切實體證據。而入口網站要提供良好的服務則本身必須具備有足夠的頻寬與軟、硬體設施...等等。
2	可靠性	可靠性是常被用來評估資訊系統效益或服務品質的因素之一 (Bailey and Pearson, 1983; PZB, 1985; Garvin, 1987; Chase <i>et al.</i> , 2004), 也可以說是提供正確且可靠地執行服務承諾的能力。對入口網站而言, 其所提供的服務或資訊必須要具有一定程度的可靠性與正確性, 如此才能讓使用者對其產生信任感增加使用率。
3	完整性	提供多元化的內容與服務以滿足使用者的各種需求是入口網站極欲達成的目標 (PZB, 1985), 而部分學者使用完整性來評估服務內容的廣度 (Sasser <i>et al.</i> , 1978; Bailey and Pearson, 1983)。因此考慮入口網站本身具有可提供多元化資訊的特性, 而採用完整性這個構面。
4	便利性	入口網站必須考量操作上的便利性、易用程度與容易連結, 以利聚集人氣獲取商機 (Etezadi-Amoli and Farhoomand, 1996; Bailey and Pearson, 1983; Chase <i>et al.</i> , 2004)。
5	即時性	一般使用「展示速度」與「獲得資訊的速度」評估入口網站的效益, 而資訊內容的更新速度及服務與問題的立即回應皆為其重要內涵, 因此即時性便為評估服務品質時的重要因素 (Sasser <i>et al.</i> , 1978; Bailey and Pearson, 1983; Chase <i>et al.</i> , 2004)。
6	個人化	個人化的服務是目前所有入口網站致力發展的重點項目, 而資訊系統所提供的輸出或服務是否能滿足使用者的需求, 亦是影響服務品質的重要因素 (PZB, 1985; Etezadi-Amoli and Farhoomand, 1996; Bailey and Pearson, 1983; Chase <i>et al.</i> , 2004)。
7	安全性	入口網站所提供的個人化服務都需要輸入個人的基本資料甚或機密資料, 所以入口網站是否能防範使用者的基本資料不受侵犯, 其安全性的考量勢必是所有資訊系統與網際網路服務必須考量的重要因素 (PZB, 1985; Etezadi-Amoli and Farhoomand, 1996; Chase <i>et al.</i> , 2004)。

問卷的方式來進行調查，根據試測結果再予以修訂問卷中部份問題的用詞和先後順序，以改善問卷的品質且使之具有表面效度及內容效度。

## (2) 問卷內容

本文之問卷設計乃經由文獻探討並與學者、專家訪談後加以綜合修改而來，各構面與其所屬的評估準則以及參考文獻列於表 4。

## (3) 研究範圍與對象

本文的母體為使用過國內入口網站的使用者，而評估方案為 HiNET (中華電信)、PC home (網路家庭)、Yahoo!奇摩 (雅虎!奇摩) 與 Yam (蕃薯藤) 等四家知名入口網站。在專家的選擇方面，由數名資深使用者與入口網站工作者以協助本文繼續進行。

## (4) 施測狀況

網路問卷的調查工作於 92 年 10 月初開放網頁進行隨機問卷調查，調查時間為期一個月。問卷回收共計 367 份，有效問卷為 359 份，樣本資料描述於表 5。

## (5) 資料分析

利用主成分分析法及最大變異轉軸法，以擷取特徵值大於 1 者為準則因素 (Kaiser, 1960)，並刪掉因素負荷量不足 0.5 之問項，進行因素縮減的動作使結構單純化。最後再以 Cronbach's  $\alpha$  值檢定內部一致性，一般取值大於 0.6。表 4 呈現所採用的七個因素，累積可解釋變異 57.75%，對於資訊管理議題，此解釋變異量已大於 50%，屬可接受狀態 (Hair *et. al.*, 2006)。

## (6) 信度分析

在信度分析方面，採用 Cronbach's  $\alpha$  值檢定各變項之間的內部一致性，由表 4 可以發現各個因素的 Cronbach's  $\alpha$  值皆達 0.6。

## (7) 專家問卷設計與實施

專家問卷主要分為兩個部份，第一部份為評估準則的重要性兩兩比較，以利後續權重的計算；第二部份則是對各候選方案的滿意度給分。為了解網站工作者與使用者間對服務品質的認知差異，分別設計由網站工作者專家與使用者專家 (資深使用者) 填寫的問卷。在網站工作者專家的認定上，則是以各入口網站的資深網頁設計人員為主，使用者的身分可能是瀏覽但未註冊者、已註冊之免費會員、付費會員或其他以公司或組織名義購買入口網站各種服務者，其中以已註冊之免費會員佔大多數，本研究之使用者專家的認定，則是以均在此四家入口網站註冊之免費會員，具有入口網站五年以上使用經驗，並且平均每日上網二小時以上者。

在網站工作者專家問卷設計方面，因考慮專家本身對自己的公司瞭解程度會比其它公司來得高，因此在完成第一部份後，在選擇方案評分上只需對自己的公司進行評分即可，而無互評的動作。另外，使用者專家問卷設計上，除了同樣要完成第一部份外，在方案評分上則必須對各方案進行評定給分的動作。

表 4 問卷內容及其因素分析與信度分析

題號	構面與評估準則	文獻來源	因素負荷量	Cronbach's $\alpha$ 值
<因素一：個人化>		解釋變異量：26.71%		
1	提供使用者建立個人化的風格環境設定之功能	Bailey and Pearson (1983)、Etezadi-Amoli and Farhoomand (1996)、PZB (1985)、呂怡緯 (民 88)	0.8088	0.8628
2	對不同的族群會提供不同的個人化服務		0.7953	
3	能提供豐富的版面色彩與版面製作樣式		0.7843	
4	個人化服務會依照使用者所希望的輸出結果呈現		0.7739	
5	查詢所輸出的結果能提供中文簡、繁體的轉換		0.6213	
6	能提供進階搜尋的功能		0.5911	
<因素二：便利性>		解釋變異量：8.77%		
7	入口網站的網址易於記憶	Bailey and Pearson (1983)、DeLone and McLean (1992)、Etezadi-Amoli and Farhoomand (1996)、Eighthmey (1997)、羅凱揚 (民 87)、呂怡緯 (民 88)	0.6578	0.8212
8	很容易的連結上入口網站首頁		0.7008	
9	找到所需要的資訊或服務是很容易的		0.5298	
10	版面配置簡潔明瞭		0.6749	
11	提供的服務、功能易於使用		0.7377	
12	有清楚的服務、功能說明		0.6040	
<因素三：可靠性>		解釋變異量：5.58%		
13	提供的服務不會故障或停用(系統穩定)	Bailey and Pearson (1983)、DeLone and McLean (1992)、PZB (1985)、呂怡緯 (民 88)	0.6784	0.7614
14	提供的的超連結沒有無法連結的情況		0.7148	
15	提供的資訊內容是正確、可靠的		0.6104	
16	搜尋引擎搜尋的結果與所查詢的關鍵字有很高的相關		0.7240	
<因素四：即時性>		解釋變異量：4.98%		
17	隨時造訪入口網站皆能立即取得資訊或服務	Bailey and Pearson (1983)、DeLone and McLean (1992)、PZB (1985)、翁翠媛 (民 88)	0.5859	0.7705
18	首頁的資訊會即時更新		0.5831	
19	使用搜尋引擎搜尋之結果會很快的呈現		0.5313	
20	有最新的資訊與技術服務會立即告知使用者		0.7246	
21	網站服務人員能迅速、及時回應顧客的問題		0.6445	
<因素五：完整性>		解釋變異量：4.29%		
22	能提供多樣化的資訊	Bailey and Pearson (1983)、DeLone and McLean (1992)、PZB (1985)、楊淑鈞 (民 89)	0.6966	0.7653
23	提供的服務很完整		0.6044	
24	能搜尋到全部所需要的資訊		0.6263	
25	能提供完整且深入的資訊內容		0.6167	
<因素六：有形性>		解釋變異量：3.77%		
26	入口網站本身有足夠的頻寬與軟、硬體	PZB(1985)	0.6225	0.6894
27	能提供使用者足夠的儲存空間		0.6569	
28	能提供足夠的軟體小程序與圖庫讓人下載		0.6609	
29	能結合最新技術與創新功能來提供線上服務		0.7026	
<因素七：安全性>		解釋變異量：3.65%		
30	入口網站不會將我的個人基本資料外洩	Etezadi-Amoli and Farhoomand (1996)、PZB (1985)、洪世揚 (民 90)	0.8595	0.8088
31	在資料傳輸、接收時不會被截取		0.8204	
32	使用入口網站查詢資料不會對使用者的電腦造成傷害		0.7971	

表 5 網路問卷調查樣本描述

項次	說明
性別分佈	男女比例分別為 51.3%與 48.7%，顯示目前男性使用網路的人數仍略多於女性，此與過去各種有關網路使用者調查的結果類似 (楊淑鈞, 2000; 洪世揚, 2001)，但兩者間的差距已縮小 (近乎各半)。
年齡的分佈	二十至三十歲者佔 81.1%，而二十歲以下的使用者數亦佔了 16.9%。
職業分佈	以學生佔 73%為最多，其次為電腦資訊的從業人員 9.7%。
教育程度分佈	大學以上人數即超過九成，明顯反應出目前網路使用者具有高學歷的特色。
網路使用經驗	已具有五至六年經驗的人數為最多，且接觸五年以上的人數佔了 67.1%。
每天平均瀏覽網站時間	以二至五個小時居多

### 3.4 模糊階層 TOPSIS

「模糊階層 TOPSIS」以 FAHP (Csutora and Buckley, 2001) 決定評估準則架構下各階層的主準則及其次準則模糊權重，而以 FTOPSIS (Chen, 2000) 之修改版本排序所有候選方案。此評估模式預期有以下優點：

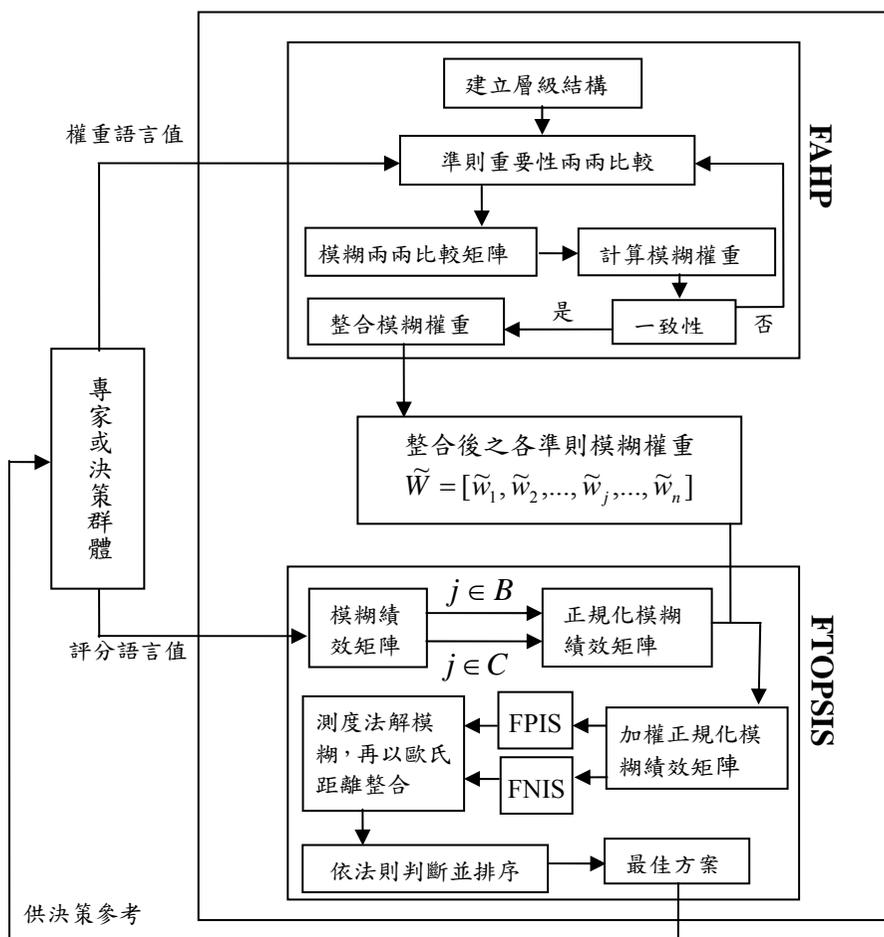
- (1) 承襲 FAHP 可將複雜的決策問題系統化，並分解成層級式的架構之優點，加上運用語意變數來評估人們主觀認知上的不確定性，使計算所得之階層式準則架構及其準則權重更趨於精確及符合真實環境。
- (2) 承襲 FTOPSIS 易於瞭解及模糊權重計算較符合真實之優點，並保證所得的最佳方案必會距正理想解最近且距負理想解最遠，而同時距正、負理想解最近或最遠的困擾則可避免產生。
- (3) 改良正、負理想解的決定方式及其與各候選方案的測度距離方法，以避免當模糊數很小時，產生最佳方案與正理想解之距離比與負理想解之距離還大的不合理現象，進而增廣 FTOPSIS 的應用性。
- (4) 簡化決定最佳候選方案之計算過程，以簡易判定法則取代接近係數判定方法。

「模糊階層 TOPSIS」評估模式之架構及演算過程說明如下：

#### (1) 層級式架構

本模式主要由兩大部份所組成，如圖 2 所示：

- 1) 第一部份為 FAHP：利用層級式的架構來計算、整合各階層的主準則及其次準則模糊權重。
- 2) 第二個部份為 FTOPSIS：依準則的特性建立正規化模糊績效矩陣，接著整合各準則權重形成加權正規化績效矩陣。繼之，分別決定正、負理想解 (FPIS、FNIS)，再以測度法分別計算各準則下的方案評分值與正、負理想解之差，最後採用歐氏距離法整合多維度的準則後，即可依判定法獲得最佳方案的排序。



註：B 為利益準則、C 為成本準則、FPIS 為模糊正理想解、FNIS 為模糊負理想解。

圖 2 模糊階層 TOPSIS 評估模式

(2) 二階段演算步驟

第一階段：以FAHP決定階層式評估準則之權重

1) 建立階層結構

假設  $k$  位專家，針對  $n$  個評估準則  $(C_1, C_2, \dots, C_n)$ ， $m$  個候選方案  $(A_1, A_2, \dots, A_m)$  將問題分解，並建立評估準則之階層結構。

2) 建立兩兩比較模糊矩陣

每位專家可利用語意變數語言值表達其對於任兩個準則間相對重要性的主觀認知，語意變數利用正三角模糊數表達，如表6所示。建立模糊正倒數矩陣如下：

表 6 重要性強度所對應之模糊數

重要性強度	語意變數	正三角模糊數
$\tilde{1}$	相等重要 (Equal Importance)	(1,1,1)
$\tilde{2}$	介於兩判斷尺度之間 (Weak)	(1,2,4)
$\tilde{3}$	稍重要 (Moderate Importance)	(1,3,5)
$\tilde{4}$	介於兩判斷尺度之間 (Moderate Plus)	(2,4,6)
$\tilde{5}$	頗重要 (Strong Importance)	(3,5,7)
$\tilde{6}$	介於兩判斷尺度之間 (Strong Plus)	(4,6,8)
$\tilde{7}$	很重要 (Very Strong Importance)	(5,7,9)
$\tilde{8}$	介於兩判斷尺度之間 (Very Very Strong)	(6,8,9)
$\tilde{9}$	極重要 (Extreme Importance)	(7,9,9)

$$\tilde{T}^k = [T_{jj}^k], \tag{9}$$

其中， $\tilde{T}^k$  是第  $k$  位專家的模糊正倒數矩陣； $\tilde{T}_{jj}^k$  是第  $k$  位專家對於第  $j$  個準則相對於第  $j'$  個準則的重要性比較值； $\tilde{T}_{jj}^k = 1, \forall j = j'$ ； $\tilde{T}_{jj}^k = 1/\tilde{T}_{j'j}^k, \forall j, j' = 1, 2, \dots, n$ 。

3) 計算模糊權重

根據模糊正倒值矩陣，本文運用Csutora and Buckley (2001) 所提出的Lambda-Max方法，計算模糊層級分析的方案模糊權重值。計算步驟方式如下：

- (a) 令  $\alpha = 1$ ，利用  $\alpha$ -cut 可求得第  $k$  位專家的明確值正倒值矩陣  $T_m^k = [t_{ijm}^k]_{n \times n}$ 。利用層級分析法計算權重的方式(即求特徵值、特徵向量的方法)，求取權重矩陣  $W_m^k$ 。其中， $W_m^k = [w_{jm}^k], j = 1, 2, \dots, n$ 。
- (b) 令  $\alpha = 0$ ，利用  $\alpha$ -cut 得出第  $k$  位專家的下限正倒值矩陣與上限正倒值矩陣，分別為  $T_l^k = [t_{ijl}^k]_{n \times n}$  及  $T_u^k = [t_{iju}^k]_{n \times n}$ 。利用層級分析法分別求得權重矩陣  $W_l^k$  及  $W_u^k$ 。其中， $W_l^k = [w_{jl}^k], W_u^k = [w_{ju}^k], j = 1, 2, \dots, n$ 。
- (c) 確保所計算的權重值，為一模糊數，乃利用下式求取調整係數：

$$Q_l^k = \min \left\{ \frac{w_{jm}^k}{w_{jl}^k} \mid 1 < j < n \right\}$$

$$Q_u^k = \max \left\{ \frac{w_{jm}^k}{w_{ju}^k} \mid 1 < j < n \right\}$$
(10)

使用調整係數之後，計算每個方案之權重的下限與上限為：

$$\begin{aligned}w_{jl}^{k*} &= Q_l^k \times w_{jl}^k \\w_{ju}^{k*} &= Q_u^k \times w_{ju}^k\end{aligned}\quad (11)$$

因此， $W_l^{k*} = [w_{jl}^{k*}]$ ， $j=1,2,\dots,n$ ，而 $W_u^{k*} = [w_{ju}^{k*}]$ ， $j=1,2,\dots,n$ 。

(d)結合 $W_l^{k*}$ 、 $W_m^{k*}$ 與 $W_u^{k*}$ ，可得出第 $k$ 位專家的正三角模糊數權重矩陣 $\tilde{W}^k = [\tilde{w}_j^k]$ ， $j=1,2,\dots,n$ 。

其中， $\tilde{W}_j^k = (w_{jl}^{k*}, w_{jm}^{k*}, w_{ju}^{k*})$ 即為第 $k$ 位專家對第 $j$ 個準則的模糊權重值。

#### 4) 計算一致性程度

為了解模糊判斷矩陣的一致性程度，本文以中間正倒值矩陣的特徵值，計算一致性指標(C.I.)。若 $C.I. \leq 0.1$ 表示專家的評估具有一致性。

#### 5) 整合群體意見

根據以往研究者的經驗，利用幾何平均數的方法來整合 $k$ 位專家的模糊權重值會比採用算術平均數時來得更具一致性(Buckley, 1985)。因此本文採用幾何平均數法來整合 $k$ 位專家的模糊權重值，計算方法如下：

$$\tilde{W}_j = (\tilde{W}^1 \otimes \tilde{W}^2 \otimes \dots \otimes \tilde{W}^k)^{1/k}, \quad (12)$$

其中， $\tilde{W}_j$ 為整合 $k$ 位專家意見後第 $j$ 個準則的模糊權重值。

第二階段：以 FTOPSIS 排序候選方案

#### (1) 建立正規化模糊績效矩陣

依照 Chen (2000) 方式，以公式(1)及(2)執行。

#### (2) 建立加權正規化模糊績效矩陣

依照 Chen (2000) 方式，以公式(3)執行。

#### (3) 決定模糊正、負理想解

為避免產生候選方案不恰當的排序結果，並且當權重與評分值皆很小時，其會拉大所有準則下各候選方案與模糊正、負理想解的距離，將可能造成明顯地違反 TOPSIS 的基本精神，本文利用下列運算式求得模糊正、負理想解，以取代在 Chen (2000)文中直接將其設定為 $\tilde{1}$ 及 $\tilde{0}$ 之作法：

$$A^* = \left\{ \left( \begin{cases} \text{MAX}_{i=1}^m \tilde{v}_{ij} & \text{if } j \in B \\ & \\ \text{MIN}_{i=1}^m \tilde{v}_{ij} & \text{if } j \in C \end{cases} \right), j = 1, 2, \dots, n \right\} = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_j^*, \dots, v_n^*\} \quad (13)$$

$$A^- = \left\{ \left( \begin{cases} \text{MIN}_{i=1}^m \tilde{v}_{ij} & \text{if } j \in B \\ & \\ \text{MAX}_{i=1}^m \tilde{v}_{ij} & \text{if } j \in C \end{cases} \right), j = 1, 2, \dots, n \right\} = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-\}, \quad (14)$$

其中  $B$  與  $C$  分別代表利益準則集合與成本準則集合。由於各元素皆為模糊數，必須先行對模糊數排序，始得做 MAX 及 MIN 運算。如若  $\tilde{v}_{ij}$  以  $(a, b, c)$  表之，則其解模糊化參數值以  $(a + 2b + c)/4$  表之 (Cheng and Mon, 1994)，本文以此值做為模糊數排序之依據。

(4) 以測度法計算各候選方案與正、負理想解之差距

為便利測度距離之計算，本文利用下列運算式求得測度距離 (2- norm) (Chen and Cheng, 2005)，以取代原 Chen (2000) 文中之運算式。以  $h_{ij}^*$  與  $h_{ij}^-$  表為候選方案  $A_i$  在評估準則  $C_j$  上的評分值與正、負理想解之差距：

$$h_{ij}^* = D(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad h_{ij}^- = D(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad (15)$$

其中  $D(\dots)$  代表兩個模糊數的測度距離，假設兩個三角模糊數分別為  $\tilde{A} = (a, b, c)$  及  $\tilde{B} = (d, e, f)$ ，則兩者之測度距離以下式計算：

$$D(\tilde{A}, \tilde{B}) = \left[ (d-a)^2 + \frac{[(e-d)-(b-a)]^2}{3} + (d-a)[(e-d)-(b-a)] + (f-c)^2 + \frac{[(e-f)-(b-c)]^2}{3} + (f-c)[(e-f)-(b-c)] \right]^{1/2} \quad (16)$$

(5) 計算候選方案在所有準則上與正、負理想解之整合差距

本文以歐氏距離法 (Cha et al., 2001) 來整合各候選方案在所有準則上與正、負理想解的綜合測度差距，公式如下：

$$S_i^* = \left[ \sum_{j=1}^n (h_{ij}^*)^2 \right]^{1/2}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (17)$$

$$S_i^- = \left[ \sum_{j=1}^n (h_{ij}^-)^2 \right]^{1/2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (18)$$

#### (6) 以簡易判定法則決定最佳方案

就幾何位置的概念而言，由距離正理想解 $A^*$ 最近及/或距離負理想解 $A^-$ 最遠即可簡易地確認該候選方案為最佳方案。另外，源自於TOPSIS法利用測度距離之概念，可直接利用 $S^*$ 及 $S^-$ 做為排序之依據。基於此等概念，而有下列的簡易判定法則，以取代原本合併兩個距離之作法：

判定法則 1：當 $S_i^*$ 最小，表示第 $i$ 個候選方案離正理想解 $A^*$ 最近，其為最佳候選方案，並且以此值排序所有候選方案；及/或採用

判定法則 2：當 $S_i^-$ 最大，表示第 $i$ 個候選方案離負理想解 $A^-$ 最遠，其為最佳候選方案，並且以此值排序所有候選方案。

### 3.5 案例比較

假設有某公司三位主管負責評選三棟建築物（分別以X、Y及Z代表之），以做為未來該公司之辦公大樓（Chen and Cheng, 2005），其中評選依據包括空間大小、大眾運輸方便性、周邊環境及租金高低四個評估準則，三種演算方法評選結果之比較如表7所示。由表7可知，三個評選結果皆為 $Y \succ Z \succ X$ ，然而Chen (2000) 所得之測度距離值 $S^*$ 及 $S^-$ 因加入模糊數的運算，通常造成大於1的情形產生，此情形與傳統TOPSIS之計算結果皆介於0與1之間有所不同，至於本文所提之模糊階層TOPSIS方法，則無此情形發生。

表 7 三種演算方法評選結果之比較

演算方法	方案	測度距離		評選結果
		$S^*$	$S^-$	
本文所提方法	X	0.47	0.23	Y $\succ$ Z $\succ$ X
	Y	<b>0.10</b>	<b>0.50</b>	
	Z	0.34	0.28	
FTOPSIS (Chen, 2000)	X	5.22	0.95	Y $\succ$ Z $\succ$ X
	Y	<b>4.81</b>	<b>1.35</b>	
	Z	5.08	1.09	
TOPSIS (Cha, 2001)	X	0.29	0.14	Y $\succ$ Z $\succ$ X
	Y	<b>0.06</b>	<b>0.30</b>	
	Z	0.22	0.17	

## 4. 實例分析與方法驗證

本文的研究對象為國內四家知名的入口網站，HiNet、PC home、Yahoo!奇摩及 Yam (基於對各入口網站之尊重，接續章節內將以 A、B、C 及 D 亂數配對代稱此四家入口網站)。本章將分為實例分析與方法比較兩個部份，在實例分析方面，分別以網站工作者與專家使用者的觀點分析和探討入口網站的服務品質；在方法正確性的比較方面，則利用簡單加權平均法 (Simple Additive Weighting method, SAW) 及專家使用者滿意度高低與之比較。

### 4.1 實例分析

#### (1) 評估準則權重

##### 1) 專家使用者觀點

本文所謂「專家使用者」定義為在此四家入口網站註冊之免費會員，具有入口網站五年以上使用經驗，並且平均每日上網二小時以上。此部份的專家使用者經另行選定後，由 8 位分屬不同大學校院的資訊管理研究所博、碩士研究生組成。專家使用者問卷分為服務品質評估準則重要性的兩兩比較及對候選方案的評分兩個部份，填答方式以專家使用者的觀點一一比較準則的重要程度，而對候選方案評分的部份，專家使用者則需分別針對上述四家入口網站在各評估準則下的服務品質進行給分。

經由第一階段 FAHP 計算權重的步驟 4 計算一致性程度 (C.I.值皆在 0.1 以下)，整合 8 位專家使用者的意見後，所得之階層式評估準則架構及其解模糊化權重如圖 3 所示。其中，Utility 值實質上代表權重，以次準則「不會將個人基本資料外洩 (0.6394)」為例，由於其佔所隸屬於主準則「安全性(0.3005)」之 0.6394，而「安全性」佔整體權重之 0.3005，所以「不會將個人基本資料外洩」之權重 (Utility 值) 為  $0.3005 \times 0.6394 = 0.1921$ 。

就第一層的主準則而言，結果顯示專家使用者認為「安全性」是評估入口網站服務品質最重要的因素；其次為「可靠性」，表示專家使用者認知入口網站尚須提供具有正確且可靠足以讓人信賴的資訊；而「即時性」與「便利性」則具有相等的重要性，其餘準則的重要性依序為：完整性、個人化及有形性。此部分與網路問卷調查之結果有所差異，可能之肇因來自於專家使用者與一般網路使用者在網路使用的認知有所不同 (林珊如，民 91；翁崇雄、田文良，民 92)。

在第二層的次準則部份，「不會將個人基本資料外洩」的重要性遠超過其他次準則，其次「不會對使用者的電腦造成傷害」、「提供的資訊是正確可靠的」及「系統穩定」為較重要的前幾項評估準則，而「提供足夠的儲存空間」、「不同族群有不同個人化服務」及「查詢結果能提供簡繁體轉換」則為重要性較差的幾項評估準則。圖 3 入口網站服務品質的評估準則架構除將做為本文評估四家入口網站服務品質之準則架構外，亦可做為其他資訊服務業評估其服務品質時之參考。

目標	主準則	次準則	Utility
入口網站 服務品質	有形性 (0.0373, 0.0389, 0.0470)	有足夠頻寬與軟、硬體(0.4114)	0.0191
		提供足夠的儲存空間(0.2548)	0.0118
		提供足夠小程式下載(0.0959)	0.0045
		結合最新技術提供服務(0.2379)	0.0110
	可靠性 (0.1335, 0.1652, 0.1800)	系統穩定(0.3140)	0.0579
		超連結沒有無法連結的情形(0.1483)	0.0274
		提供的資訊是正確可靠地(0.3211)	0.0593
		搜尋結果與所查關鍵字有很高的相關	0.0400
	完整性(0.1107) (0.0790, 0.0959, 0.1156)	提供多樣化的資訊(0.3071)	0.0340
		提供廣泛的服務(0.1575)	0.0174
		搜尋到全部所需要的資訊(0.2426)	0.0269
		提供完整深入的資訊內容(0.2929)	0.0324
	便利性(0.1415) (0.1022, 0.1251, 0.1413)	入口網站的網址易於記憶(0.0927)	0.0131
		容易連上入口網站首頁(0.1189)	0.0168
		易於找到所需資訊或服務(0.2202)	0.0312
		版面配置簡潔瞭(0.1910)	0.0270
		提供的服務、功能易於使用(0.2559)	0.0362
		有清楚的服務、功能說明(0.1213)	0.0172
	即時性(0.1547) (0.1102, 0.1353, 0.1588)	隨時造訪皆能立即取得資訊(0.2449)	0.0379
		首頁資訊會即時更新(0.2040)	0.0316
		搜尋結果會很快的呈現(0.3286)	0.0508
		有最新服務訊息會立即告知(0.1370)	0.0212
	個人化(0.0616) (0.0476, 0.0530, 0.0612)	客服員能即時回應顧客問題(0.0854)	0.0132
		提供建立個人化風格的功能(0.1735)	0.0107
不同族群有不同個人化服務(0.0905)		0.0056	
提供豐富的版面製作樣式(0.1270)		0.0078	
個人化服務會依使用者希望格式輸出		0.0187	
查詢結果能提供簡繁體轉換(0.0952)		0.0059	
安全性(0.3005) (0.2170, 0.2742, 0.2831)	能提供進階搜尋的功能(0.2106)	0.0130	
	不會將個人基本資料外洩(0.6394)	0.1921	
	資料傳輸接收時不會被截取(0.1324)	0.0398	
		不會對使用者的電腦造成傷害(0.2283)	0.0686

圖 3 入口網站服務品質評估準則架構及其解模糊化權重

## 2) 網站工作者與專家使用者的認知差異

此部分的網站工作者分別由 4 家入口網站業者各一名負責該公司網頁設計的資深工程師組成 (分別給予 W1、W2、W3 及 W4 之編號)，而專家問卷分為比較服務品質準則的重要性與評估其所屬入口網站的服務品質滿意程度。

表 8 內的數值意義代表重要性的認知排序，其乃透過第二階段 FTOPSIS 求出值後，再予以解模糊化排序，其中列出四位入口網站工作者及專家使用者對各主準則及次準則重要性的認知排序，由此表可以看出四位工作者各自所重視的項目及分別與專家使用者所認知的差距。

在主準則方面，「安全性」幾乎是四位工作者與專家使用者一致認為最為重要的項目，而雙方在「可靠性」、「個人化」兩項的重要性認知較具共識。在七個主準則中，只有「即時性」項目是專家使用者的排序比四位工作者還高，表示專家使用者較網站工作者認為「即時性」可帶來更好的服務品質。因此，建議業者需要加強其「即時性」的服務以提供使用者滿意的服務品質。

在次準則項目方面，表 8 呈現四位網站工作者與專家使用者對 32 項評估準則不同的重要性認知，資料顯示各方認知的確存在明顯的差異性。在有共識的部分，皆認為「不會將個人基本資料外洩」、「不會對個人電腦造成傷害(如病毒)」及「系統穩定」是重要的評估準則，而「個性化」下之「提供建立個人化風格的功能」、「查詢結果能提供簡繁體轉換」及「提供進階搜尋的功能」則是公認較不重要的評估準則。

### (2) 入口網站的服務品質表現

此部分乃由使用者觀點，整合評估準則的模糊權重值與四家入口網站服務品質的滿意度評分，以第二階段的模糊階層 TOPSIS 法進行運算，所得如下：

#### 1) 整體表現

依據簡易判定法則 1 獲得候選方案排序結果如表 9 所示。由排序結果顯示，使用者的觀點認為 C 入口網站 的整體服務品質是此四家入口網站中最令人感到滿意。

#### 2) 細部表現

表 10 呈現入口網站工作者與專家使用者分別對該網站服務品質滿意度的感知比較，藉以了解雙方對服務品質表現的感知差異。表中同時列出專家使用者在單一主準則構面下，對四家業者的滿意度排序。結果分析如下：

(a)就四家入口網站在各主準則上的表現而言，在專家使用者認知中 C 入口網站 的表現除在「有形性」稍差之外，在其餘六項的表現皆優於其他三家業者；綜合言之，C 入口網站 所提供的服務品質可說是幾乎以壓倒性的優於其他業者。另一方面，A 入口網站 所提供在整體上的服務品質，則是幾乎處於極端的劣勢，值得 A 入口網站 業者正視此一現象，更應適時提出改善策略，以利其永續之經營。

表 8 入口網站工作者及專家使用者對各評估主準則及次準則重要性的認知排序

		W1	W2	W3	W4	專家使用者
主準則項目						
	有形性	2	5	7	5	7
	可靠性	3	3	2	3	2
	完整性	5	4	4	7	5
	便利性	4	2	3	1	4
	即時性	6	7	5	4	3
	個人化	7	6	6	6	6
	安全性	1	1	1	2	1
次準則項目						
有形性	有足夠頻寬與軟、硬體	4	14	22	7	18
	提供足夠的儲存空間	6	24	19	16	26
	提供足夠小程式下載	18	28	27	28	32
	結合最新技術提供服務	8	8	31	23	27
可靠性	系統穩定	5	4	3	3	4
	超連結沒有無法連結的情況	13	23	4	6	14
	所提供的資訊是正確可靠地	7	11	13	11	3
	搜尋結果與所查詢關鍵字有很高的相關	12	18	4	26	6
完整性	提供多樣化的資訊	23	27	20	24	10
	提供廣泛的服務	15	13	21	30	20
	搜尋到全部所需要的資訊	22	17	6	14	16
	提供完整深入的資訊內容	9	6	7	24	11
便利性	入口網站的網址易於記憶	17	12	28	9	24
	容易連結上入口網站首頁	11	7	9	22	22
	易於找到所需資訊或服務	25	15	9	15	13
	版面配置簡潔明瞭	10	3	23	2	15
	提供的服務、功能易於使用	16	20	9	10	9
	有清楚的服務、功能說明	21	5	15	5	21
即時性	隨時造訪皆能立即取得資訊	28	30	8	18	8
	首頁資訊會即時更新	28	32	24	18	12
	搜尋結果會很快呈現	24	19	24	12	5
	有最新服務訊息會立即告知	19	29	30	20	17
	客服員能即時回應顧客問題	14	25	14	4	23
個人化	提供建立個人化風格的功能	31	31	17	29	28
	不同族群有不同個人化服務	31	16	18	17	31
	提供豐富的版面製作樣式	20	22	26	31	29
	個人化服務會依使用者所希望的格式輸出	26	10	16	27	19
	查詢結果能提供簡繁體轉換	30	26	32	32	30
	提供進階搜尋的功能	26	21	29	21	25
安全性	不會將個人基本資料外洩	1	1	1	1	1
	資料傳輸接收時不會被截取	1	9	12	13	7
	不會對個人電腦造成傷害(如病毒)	1	2	1	8	2

表 9 服務品質排序結果

	S*	S <sup>-</sup>	排序
A 入口網站	0.0589	0.0153	4
B 入口網站	0.0442	0.0271	3
C 入口網站	<b>0.0039</b>	<b>0.0620</b>	<b>1</b>
D 入口網站	0.0258	0.0409	2

表 10 入口網站工作者與使用者對各準則下該網站服務品質滿意度的感知比較

主準則	次準則項目	A 入口網站		B 入口網站		C 入口網站		D 入口網站	
		W1	使用者	W2	使用者	W3	使用者	W4	使用者
有形性	有足夠頻寬與軟、硬體	0.6019	0.1242	0.0993	0.1194	0.0451	0.1194	0.4393	0.1099
	提供足夠的儲存空間	0.5775	0.0621	0.0304	0.0592	0.0593	0.0562	0.1117	0.0621
	提供足夠小程序下載	0.0399	0.0256	0.0238	0.0301	0.0194	0.0145	0.0242	0.0200
	結合最新技術提供服務	0.2259	0.0663	0.3092	0.0608	0.0123	0.0608	0.0788	0.0525
	小計	1.4451	0.2782	0.4627	0.2694	0.1361	0.2509	0.6539	0.2445
	排序	-	<b>1</b>	-	<b>2</b>	-	<b>3</b>	-	<b>4</b>
可靠性	系統穩定	0.6229	0.3477	0.2210	0.2897	0.5665	0.4056	0.6538	0.3477
	超連結沒有無法連結的情況	0.1548	0.1505	0.0300	0.1300	0.2515	0.1505	0.3639	0.1163
	所提供的資訊是正確可靠地	0.2980	0.3260	0.1642	0.3260	0.1482	0.3556	0.2582	0.3408
	搜尋結果與所查詢關鍵字有很高的相關	0.1606	0.1699	0.0347	0.1899	0.3520	0.2199	0.0680	0.1899
	小計	1.2363	0.9941	0.4498	0.9356	1.3182	1.1316	1.3438	0.9947
	排序	-	<b>3</b>	-	<b>4</b>	-	<b>1</b>	-	<b>2</b>
完整性	提供多樣化的資訊	0.0468	0.1870	0.0319	0.2551	0.0743	0.2551	0.0573	0.2125
	提供廣泛的服務	0.1091	0.0828	0.1765	0.1264	0.0692	0.1308	0.0241	0.1046
	搜尋到全部所需要的資訊	0.0303	0.0806	0.0418	0.1209	0.2317	0.1410	0.0923	0.1343
	提供完整深入的資訊內容	0.1327	0.1054	0.2585	0.1378	0.0965	0.1459	0.0573	0.1540
	小計	0.3188	0.4558	0.5086	0.6402	0.4717	0.6728	0.2311	0.6055
	排序	-	<b>4</b>	-	<b>2</b>	-	<b>1</b>	-	<b>3</b>
便利性	入口網站的網址易於記憶	0.0857	0.0820	0.2037	0.0984	0.0250	0.1017	0.3634	0.0885
	容易連結上入口網站首頁	0.1937	0.1093	0.3807	0.1220	0.2052	0.1262	0.0820	0.1136
	易於找到所需資訊或服務	0.0212	0.1091	0.1422	0.1636	0.2052	0.2181	0.1219	0.1792
	版面配置簡潔明瞭	0.2015	0.1149	0.7562	0.1216	0.0458	0.1757	0.5656	0.1351
	提供的服務、功能易於使用	0.0540	0.1720	0.0823	0.2082	0.2052	0.2353	0.2054	0.1991
	有清楚的服務、功能說明	0.0288	0.0730	0.4678	0.0901	0.0965	0.0987	0.2860	0.0858
	小計	0.5849	0.6602	2.0330	0.8039	0.7830	0.9557	1.6243	0.8014
	排序	-	<b>4</b>	-	<b>2</b>	-	<b>1</b>	-	<b>3</b>
即時性	隨時造訪皆能立即取得資訊	0.0233	0.2273	0.0204	0.2462	0.2314	0.2557	0.1281	0.2367
	首頁資訊會即時更新	0.0140	0.1578	0.0090	0.1972	0.0347	0.2209	0.1281	0.1814
	搜尋結果會很快呈現	0.0575	0.3050	0.0967	0.3304	0.0347	0.3812	0.2095	0.3304
	有最新服務訊息會立即告知	0.0397	0.0954	0.0262	0.1007	0.0185	0.1166	0.0934	0.1007
	客服員能即時回應顧客問題	0.0818	0.0562	0.0327	0.0694	0.0939	0.0694	0.3274	0.0628
	小計	0.2164	0.8415	0.1850	0.9438	0.4133	1.0437	0.8864	0.9120
	排序	-	<b>4</b>	-	<b>2</b>	-	<b>1</b>	-	<b>3</b>

個人化	提供建立個人化風格的功能	0.0056	0.0401	0.0096	0.0454	0.0421	0.0614	0.0233	0.0427
	不同族群有不同個人化服務	0.0056	0.0237	0.1410	0.0251	0.0372	0.0251	0.0730	0.0223
	提供豐富的版面製作樣式	0.0318	0.0332	0.0206	0.0313	0.0215	0.0430	0.0132	0.0332
	個人化服務會依使用者所希望的格式輸出	0.0247	0.0654	0.1776	0.0794	0.0717	0.0887	0.0251	0.0747
	查詢結果能提供簡繁體轉換	0.0080	0.0235	0.0038	0.0249	0.0055	0.0264	0.0059	0.0249
	提供進階搜尋的功能	0.0247	0.0584	0.0618	0.0746	0.0086	0.0713	0.1018	0.0713
	小計	0.1003	0.2442	0.4144	0.2807	0.1867	0.3160	0.2422	0.2692
排序	-	4	-	2	-	1	-	3	
安全性	不會將個人基本資料外洩	0.6070	0.7205	1.7194	0.7205	0.9726	0.9126	1.7120	0.8166
	資料傳輸接收時不會被截取	0.6070	0.1989	0.1848	0.1889	0.1180	0.1989	0.1937	0.1889
	不會對個人電腦造成傷害(如病毒)	0.6070	0.4116	1.5445	0.3944	0.9726	0.4459	0.4213	0.3944
	小計	1.8209	1.3310	3.4487	1.3039	2.0633	1.5574	2.3271	1.3999
	排序	-	3	-	4	-	1	-	2

- (b) 就服務品質表現的感知差異而言，在「完整性」、「即時性」及「個人化」等三個軟性項目上，使用者普遍滿意此四家入口網站業者提供令人滿意的服務品質；然而在「有形性」、「可靠性」及「安全性」等三個硬體相關的項目上，專家使用者普遍認知或預期不到業者所提供的服務品質，意即業者可能在此三大項目投入相當多的資金與努力，但或因行銷宣傳不足，以致於使用者無法真實感受其努力，此現象值得四家業者正視。
- (c) 就個別業者而言，在 B 入口網站之工作者與專家使用者對「便利性」與「安全性」的滿意度認知相差頗大，因此建議業者在此二項目上應多努力或改進方針，以符合使用者的實際需求。

## 4.2 方法比較

為瞭解本文所提評估模式的合宜性，擬以 SAW 之演算結果進行比較。SAW 是一個眾所皆知且廣泛應用於 MCDM 中的一種方法 (Hwang and Yoon, 1981)，在使用上先對績效矩陣 (Performance Matrix) 進行正規化的動作，使得績效分數具有可比較的尺度，其正規化的方式如下：

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}}, & \text{if } j \in B \\ \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}}, & \text{if } j \in C \end{cases}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (19)$$

而  $r_{ij}$  即為方案  $i$  在準則  $j$  下的正規化績效分數，而  $B$  與  $C$  分別代表利益準則集合與成本準則集合。而方案  $i$  的整體績效值為：

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (20)$$

其中  $w_j$  為評估準則之權重，當  $V_i$  的值越大，就越偏好此方案  $A_i$ 。以前一節使用者觀點所得解模糊化資料為基礎，演算結果如表 11 所示。

另外，本文亦利用實際使用者的滿意程度做為瞭解本文所提評估模式的合宜性，在本文使用者的滿意程度之計算乃由表 10 中，加總使用者對各入口網站在七個構面的認知分數。由表 11 得知，本文「模糊階層 TOPSIS 法」之計算結果與 SAW 及使用者滿意程度計算之結果是一致的，此結果說明本文提出候選方案評選模式的合宜性。

## 5. 結語

本文主旨在提出一套「模糊階層 TOPSIS」評估模式以適切地評估入口網站的服務品質，此模式之建構分別擷取 FAHP 及 FTOPSIS 的各自優點，其優勢主要有二，其一在於利用 FAHP 將複雜的決策問題系統化，加上運用語意變數來評估人們主觀認知上的不確定性，得以更符合真實環境地決定階層式準則之權重；其二在於利用 FTOPSIS 易於瞭解、模糊權重計算較符合真實之優點，使所得最佳方案必會距正理想解最近同時距負理想解最遠，同時避免距正、負理想解最近或最遠的困擾產生。

在實例應用方面，以國內四家知名的入口網站為評選對象，並依據演算結果，就專家使用者及網站工作者觀點，分別探討雙方在評估準則權重與服務品質表現的認知差異。在制定階層式評估準則方面，以統計方法萃取出「有形性」、「可靠性」、「完整性」、「便利性」、「即時性」、「個人化」與「安全性」等七個主準則及其轄下三十二個次準則，以做為評估入口網站服務品質之準則架構。最後，分析結果除可公平且合宜評量入口網站的服務品質，部分分析結果可做為業者在行銷宣傳與經營管理上的改善建議外，亦可提供給使用者選擇入口網站之參考。

表 11 SAW 及使用者滿意程度與本文排序結果的比較

	A 入口網站	B 入口網站	C 入口網站	D 入口網站
SAW 整體績效值	0.5339	0.5753	0.6587	0.5808
使用者滿意程度值	4.8050	5.1775	5.9281	5.2272
SAW 之排序	4	3	1	2
使用者滿意程度值之排序	4	3	1	2
本文之排序	4	3	1	2

## 參考文獻

- 李易喻，「模糊理論與多準則服務品質評估方法」，第一屆服務業管理研討會論文集(二)，台北市：國立政治大學企業管理系，民國 84 年。
- 呂怡緯，「入口網站服務品質之研究－以搜尋網站為例」，國立台灣科技大學未出版碩士論文，民國 88 年。
- 林珊如，「網路使用者特性與資訊行為研究趨勢之探討」，圖書資訊學刊，第 17 卷，民國 91 年，35-47 頁。
- 洪世揚，「理財網站線上服務服務品質之研究－以理財內容網站為例」，國立台灣科技大學未出版碩士論文，民國 90 年。
- 翁崇雄、田文良，「網際網路使用者涉入對線上服務品質評量的影響--以搜尋引擎之線上服務為例」，臺大管理論叢，第十三卷第二期，民國 92 年，29-57 頁。
- 翁翠媛，「網際網路服務品質構面之探討－以專業財經資料庫為例」，國立台灣大學未出版碩士論文，民國 88 年。
- 畢威寧，「結合AHP與TOPSIS法於供應商績效評估之研究」，科學與工程技術，第一卷第一期，民國94年，75-83頁。
- 曾國雄、歐嘉瑞、林成蔚，「平衡國內外汽車產業競爭條件可行措施之模糊多評準決策－AHP 與模糊 TOPSIS 法之應用」，中華民國二屆模糊理論與應用研討會，台北：中華民國模糊學會，民國83年，514-520頁。
- 楊淑鈞，「電子商務服務品質與消費者購買意願關係之研究」，銘傳大學未出版碩士論文，民國89年。
- 劉伯村，「應用模糊多屬性決策法於博物館服務品質評估之研究」，南台科技大學未出版碩士論文，民國93年。
- 羅凱揚，「網路報紙使用者滿意度評估模式之建立」，國立台灣科技大學未出版碩士論文，民國87年。
- Azis, I. J., "Analytic Hierarchy Process in the Benefit-Cost Framework: A Post-Evaluation of the Trans-Sumatra Highway Project," *European Journal of Operational Research*, Vol. 48, No. 1, 1990, pp. 38-44.
- Bailey, J. E. and Pearson, S. W., "Development of a Tool for Measuring and Analyzing Computer User Satisfaction," *Management Science*, Vol. 29, No. 5, 1983, pp. 530-545.

- Buckley, J. J., "Fuzzy Hierarchical Analysis," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.17, No.3, 1985, pp.233-247.
- Cha, Y., Cho, S., and Jung, M., "Satisfaction Assessment of Production Schedules Using Extended TOPSIS," In *Proceedings of The 2001 IE/MS Joint Spring Conference*, YangYang, Korea, April 27-28, 2001, pp. 556-559.
- Chang, Y. H. and Yeh, C. H., "A Survey Analysis of Service Quality for Domestic Airlines," *European Journal of Operational Research*, Vol. 139, No. 1, 2002, pp. 166-177.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., and Aquilano, N. J., *Operations Management for Competitive Advantage*, New York: McGraw-Hill, 2004.
- Chen, C. T., "Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making under Fuzzy Environment," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 114, No. 1, 2000, pp. 1-9.
- Chen, L. S. and Cheng, C. H., "Selecting IS Personnel Use Fuzzy GDSS Based on Metric Distance Method," *European Journal Operational Research*, Vol. 160, No. 3, 2005, pp. 803-820.
- Cheng, C. H. and Mon, D. L., "Evaluating Weapon System by Analytic Hierarchy Process Based on Fuzzy Scales," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 63, No. 1, 1994, pp. 1-10.
- Cheng, C. H., "Evaluating Naval Tactical Missile System by Fuzzy AHP Based on the Grade Value of Membership Function," *European Journal of Operational Research*, Vol. 96, No. 2, 1996, pp. 343-350.
- Csutora, R. and Buckley, J. J., "Fuzzy Hierarchical Analysis: the Lambda-Max Method," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 120, No. 1, 2001, pp. 181-195.
- DeLone, W. H. and McLean, E. R., "Information System Success: the Quest for the Dependent Variable," *Information Systems Research*, Vol. 3, No. 1, 1992, pp. 60-95.
- Dey, P. K. and Hariharan, S., "Service Performance Measurement: A Case of Intensive Care Unit of Hospital," at *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*, Portland, 2003.
- Eighmey, J., "Profiling User Responses to Commercial Web Sites," *Journal of Advertising Research*, Vol. 37, No. 1, 1997, pp. 21-35.
- Etezadi-Amoli, J. and Farhoomand, A. F. "A Structural Model of End User Computing Satisfaction and User Performance," *Information and Management*, Vol. 30, No. 2, 1996, pp. 65-73.
- Garvin, D. A., "Competing on the Eight Dimensions of Quality," *Harvard Business Review*

- (November-December) 1987, pp. 101-109.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., and Black, W. C., *Multivariate Data Analysis*, Pearson Prentice Hall, N. J., 2006.
- Huang, M. H., "Weg Performance Scale," *Information and Management*, Vol. 42, No. 1, 2005, pp. 841-852.
- Hummel, J. M., Rossum, W. V., Verkerke, G. J., and Rakhorst, G., "Product Design Planning with the Analytic Hierarchy Process in Inter-Organizational Networks," *R&D Management*, Vol. 32, No. 2, 2002, pp. 451-458.
- Hwang, C.L. and Yoon, K., *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*, New York: Springer-Verlag, 1981.
- Kaiser, H. F., "The Application of Electronic Computers to Factor Analysis," *Educational and Psychological Measurement*, Vol. 20, No. 1, 1960, pp. 141-151.
- Kettinger, W. J. and Lee, C. C., "Perceived Service Quality and User Satisfaction with the Information Services Function," *Decision Science*, Vol. 25, No. 5, 1994, pp. 737-766.
- Keyser, B., "Portal Power," *Info World*, Vol. 20, No. 1, 1998, pp. 1-3.
- Mouetta, D. and Fernandes, J., "Evaluating Goals and Impacts of two Metro Alternatives by the AHP," *Journal of Advanced Transportation*, Vol. 30, No. 1, 1996, pp. 23-35.
- Novak, T. P., Hoffman, D. L., and Yung, Y. F., "Measuring the Customer Experience in Online Environments: a Structural Modeling Approach," *Marketing Science*, Vol. 19, No. 1, 2000, pp. 22-42.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and Berry, L.L., "A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research," *Journal of Marketing*, Vol. 49, No. 4, 1985, pp. 41-50.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., and Berry, L. L., "SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality," *Journal of Retailing*, Vol. 64, No. 1, 1988, pp. 12-40.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., and Berry, L. L., "Alternative Scales for Measuring Service Quality: A Comparative Assessment Based on Psychometric and Diagnostic Criteria," *Journal of Retailing*, Vol. 70, No. 3, 1994, pp. 201-230.
- Pitt, L. F., Watson, R. T., and Kavan, C. B., "Service Quality: A Measure of Information Systems

- Effectiveness,” *MIS Quarterly*, Vol. 19, No. 2, 1995, pp. 173-187.
- Sasser, W. E., Olsen, R. P. and Wyckoff, D. D., *Management of Service Operations: Text and Cases*, Boston: Allyn and Bacon Inc., 1978.
- Saaty, T. L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980.
- Tsaur, S. H., Chang, T. Y., and Yen, C. H., “The Evaluation of Airline Service Quality by Fuzzy MCDM,” *Tourism Management*, Vol. 23, No. 1, 2002, pp. 107-115.
- Van Dyke, T. P., Kappelman, L. A., and Prybutok, V. R., “Measuring Information Systems Service Quality: Concerns on the Use of the SERVQUAL Questionnaire,” *MIS Quarterly*, Vol.2 1, No. 2, 1997, pp. 195-208.
- Xie, M., Wang H., and Goh, T. N., “Quality Dimensions of Internet Search Engines,” *Journal of Information Science*, Vol. 24, No. 5, 1998, pp. 365-372.
- Yurdakul, M. and Ic, Y. T., “Development of a Performance Measurement Model for Manufacturing Companies Using the AHP and TOPSIS Approaches,” *International Journal of Production Research*, Vol. 43, No. 21, 2005, pp. 4609-4641.