

## 應用模糊網路分析程序法於稽核系統評估模式之建構

施光訓

中國文化大學財務金融學系副教授兼系主任

許旭昇

銘傳大學企業管理系講師

### 摘要

近年國際間企業舞弊事件頻傳，引起各國政府對於稽核管理制度的重視，並致力於加強公司治理與作業風險的控制。稽核之目的在於瞭解公司整體運作狀況，針對潛在風險事件提出預警與改善方法。隨著資訊科技的進步，企業透過電腦系統的輔助改善經營效率，並藉以輔助稽核工作進行，將可有效降低企業營運風險，電腦輔助稽核工具與技術的選擇，遂成為重要的決策議題。本研究參考過去文獻，運用模糊網路分析程序法建立稽核系統評估模式，透過專家訪談方式篩選出四大準則與 19 個因素。研究結果發現稽核系統的評估準則係以系統功能最重要，其次為資料處理、系統公司之支援與服務與成本，並以 ACL、IDEA、FOCAUDIT 三個稽核系統為範例，評估使用者對該稽核系統的滿意度。

**關鍵詞：**電腦輔助稽核工具與技術、電腦稽核、模糊網路分析程序法

### 壹、導論

國家經濟的穩定，仰賴完善之金融監控管理制度，近年國際間企業舞弊事件頻傳，引起各國政府對於稽核管理制度的重視，並且致力於加強公司治理與作業風險的控制。政府主管機關係以內外部稽核作業與定期通報制度，監控組織的經營狀況，藉此評估公司是否遵循法令與依規定建立與執行風險管理制度。國際內部稽核機構 (the institute of internal auditors, IIA) 定義內部稽核為：「組織內部的獨立功能，主要工作為監測、檢查與評估組織活動，目的為創造附加價值與改善組織的營運」。Liu, Li, Lin, and Nguyen (2007) 進一步指出，風險管理能力已成為各企業的成功關鍵因素。Bowen, Cheung and Rohde (2007) 認為，隨著資訊科技的進步，企業透過電腦系統的輔助改善經營效率，並藉以輔助稽核工作的進行，將可有效降低企業營運風險。因此電腦輔助稽核工具與技術 (computer assisted auditing tools and techniques, CAATs) 的選擇，遂成為重要的決策議題。1974 年美國會計師協會 (American institute of certified public accountants, AICPA) 召集八大會計事務所，成立電子資料處理稽核協會 (electronic data

process auditing association, EDPA) ，並在 1994 年更名為資訊系統稽核暨控制協會 (information systems audit and control association, ISACA) ，目的為建立電腦稽核制度的作業準則與程序，成為當前電腦稽核制度與人員須遵循的重要依據。

CAATs 係由電子資料處理稽核作業伴隨著電腦控制作業之進步而演變成可提供稽核人員進行控制、測試、分析與查核，以及持續監控與稽核等相關工作的工具、技術與軟體。Coopers and Lybrand (2002) 指出，由於企業內部的人工作業程序已被電腦系統所取代，大量的資料分散於不同檔案中，使得稽核人員在查核時，變得更加困難與複雜。基本上，Excel 與 Access 可作為基本稽核軟體，其他尚有 ACL、FOCAUDIT、Applaud、IDEA、DYL280、Panaudit、Easytrieve 等專業稽核系統。Liang, Lin, Lin, and Lin (2007) 認為組織在建構稽核系統時，需考量到購買成本、資料分析程序、執行頻率與其對組織績效影響等因素。過去已有研究採用 (analytic hierarchy process, AHP) 或網路分析法 (analytic network process, ANP) 等方法分析稽核系統的選擇決策 (Ayag & Ozdemir, 2007; Lee, Kang, & Kim, 2009; Ngai & Chan, 2005; Yazgan, Boran, & Goztepe, 2009) ，但專業稽核系統評選議題的研究，迄今尚無完整與有效的評選模型。本研究將應用模糊網路分析程序法 (fuzzy analytic network process, FANP) ，找出準則與決策因素的權重，以建構完善之稽核系統評估模式。

## 貳、文獻回顧

### 一、內部稽核

Crouhy, Galai, and Mark (2004) 指出，內部稽核必須利用現代化的管理技術，獨立且客觀地監測營運活動，以降低組織內部舞弊的機會、增加工作效率。最早的稽核報告為美國會計師協會 (American institute of accountants, AIA) 於 1912 年所出版的核計財務報告。1949 年，美國審計財務委員會 (committee on auditing procedure, CAP) 首先定義內部稽核包括企業的組織規則、財產安全之保障、內部資料的正確性與可靠性，以及為增進作業效率所訂定的相關措施。AICPA 在 1988 年提出稽核準則說明第 55 號 (statement on auditing statement, SAS) ，定義了內部稽核必須包括控制環境、會計系統與程序之控制。全美反舞弊性財務報告委員會發起組織 (the committee of sponsoring organizations of the treadway commission, COSO) 在 1992 年 -1994 年間，提出內部稽核包含控制環境、風險評估、控制活動、資訊與溝通、監督等五種要素，成為往後內部稽核發展的依據。美國國會 2002 年通過沙賓法案 (Sarbanes Oxley act, SOX) ，其中第 404 條即針對內部稽核的評估進行詳細的規範。COSO 在 2004 年延伸內部稽核的架構，提出組織之風險管理需重視八個因素：內部環境、目標設定、事件辨認、風險評估、風險回應、控制活動、資訊、溝通與監督。IIA 亦於同年提出內部稽核的重點包括：風險管理制度的建立、企業風險因子的評估、稽核評估過程、稽核評估報告、內部稽核管理的檢討。國際內部審計專業實務準則 (international standards for the professional practice of internal auditing) 指出，內部稽核的特性具有獨立、客觀、穩健與顧問等附加價值。

Moeller and Witt (1999) 指出，建立有效的風險管理機制與健全的公司治理制度，為達成組織目標的關鍵成功因素。Stocks, Albrecht, Howe, and Schueler (1988) 指出，稽核部門在組織的位階高低，對功能的發揮具有一定的關係，

即內部稽核部門在組織的地位愈高，有助於獨立性的提升與稽核制度的落實（Brink, Cashin, & Witt, 1973）。此外，董事會亦為內部稽核人員應提供協助與報告的對象（Sawyar, 1988）。Sarens and De Beelde（2006）指出，內部稽核之目的為確保組織的風險控管與營運順暢。Kimmel, Weygandt, and Kieso（2006）指出，內部控制的限制因素為成本效益、人為因素與公司規模。Hayes, Dassen, Schilder, and Wallage（2005）指出，稽核人員的責任為依據稽核標準，檢核公司的內部狀況，並提出公正的檢核報告。McNamee and Selim（1998）則指出稽核報告的重點，應為真實揭露出組織的經營風險。Hermalin and Weibach（2003）指出，在進行內部稽核時，組織應隨時根據環境之演變做調整。綜合上述，內部稽核的角色對組織相當重要，應由最高階的管理者直接管轄，若組織內部稽核制度沒有適當的確認機制，將會發生重大的錯誤與舞弊行為，使企業受到有形的財務損失與無形的形象傷害，因此組織在落實內部稽核制度時，必須確保稽核人員的獨立性與內部稽核制度的有效性。

## 二、電腦輔助稽核工具與技術

隨著資訊技術的進步，改變了內部稽核的方式（Spira & Page, 2003）。Singleton（2006）指出資訊科技改變了傳統稽核方法，稽核人員使用電腦從事查核工作的需求增加。稽核人員透過資訊技術進行規劃、評估及控制風險，可提高稽核工作效能及效率。管理當局認為企業利用電腦稽核系統輔助查核業務的進行，可提高稽核工作的效率，對監理制度的助益很高（Fernández & González, 2005），即業者透過電腦輔助查核，為目前查核作業中最重要技術。Knechel（2007）指出，若能加入風險概念於內部稽核中，稽核工作會變的更有效率。Wang, Guan, and Zhang（2008）認為電腦稽核作業包括資料內容、安全與及時監控，電腦稽核系統需具備充足的相關資料，方可有效進行分析。Hermanson, Hill, and Ivancevich（2000）指出，稽核人員處於電腦化的環境中，應重視資訊的防護措施、應用程序與資料安全。Kanter（2001）指出電腦稽核系統的採用，可幫助企業評估交易與內部控制的狀況，以及建立電子審計軌跡。CAATTs 的優點為自動化的查核程序、增加查核結果的準確性與有效性、透過自動化程序縮短稽核時間與較傳統稽核方法更具成本效益。

Watne and Turney（1990）將電腦稽核方式分為三類，第一類為繞過電腦審計（auditing around the computer），主要是將輸入系統的資料與查核輸出結果進行比對，檢查是否有異常現象，不考慮電腦的處理方式，僅依據電腦週邊的人事物進行查核。第二類為透過電腦審計（auditing through the computer），若採用該系統，則稽核人員須具備相當程度的知識與技能，需實際測試系統運作與評估處理過程的正確性。第三類為利用電腦審計（auditing with the computer），稽核人員需使用系統作輔助查核、測試與實證之工作，以提高稽核的效率。

Weber（1999）指出，若公司之資訊系統為分開的，且資料與檔案沒有標準規格，將難以採用稽核系統進行稽核作業。Public Oversight Board（2000）指出，稽核人員在會計資訊系統（accounting information system, AIS）的專業能力與電腦檢測（computer assurance specialist, CAS）的評估能力，為稽核品質的主要因素。Brazel and Agoglia（2004）進一步檢驗稽核人員之 CAS 能力與 AIS 專業能力對稽核制度的影響，結果顯示高 CAS 能力的稽核人員，能夠提供更準確的稽核報告，而高 AIS 專業性的稽核人員，在電腦化的稽核環境下，會訂定較高的標準。

透過 CAATTs 的輔助，稽核人員能夠快速的分析組織營運狀況，找出有潛在問題的地方，進行詳細的分析與追蹤，使其能著重於高風險區域的監控。Excel 為最簡易的電腦稽核系統，透過巨集元件降低了查核公式設計上的複雜性，缺點是如果使用不當將會改變原始資料，影響查核結果的準確性。另外尚有專業的稽核系統，例如：ACL、IDEA，優點為系統只能以唯讀的方式讀取資料，並不會變更到原始資料內容。因此 CAATTs 的採用，是公司建置稽核輔助系統時，必須謹慎思考的重要決策。

### 三、模糊網路分析程序法

在一般實務上，人們對於事物的看法需明確歸類，此即為數學上所表達的特徵函數，非 0 即 1，如 (1) 式所示。但許多主觀意識的表達不易有明確的界限，因此 Zadeh (1965) 提出模糊集合理論，導入屬性的概念，以隸屬函數代替特徵函數，值為 0-1 之間的任一實數，可解決該類不確定性的問題。

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & x \in A \\ 0 & x \notin A \end{cases} \quad (1)$$

Dubois and Prade (1980) 指出模糊數具有以下特性：

1.  $\mu_{\bar{a}}(x)$  為定義域  $R$  至  $[0,1]$  空間上的連續映射。
2.  $\mu_{\bar{a}}(x)$  為凸模糊子集。
3.  $\mu_{\bar{a}}(x)$  存在一個實數  $x_0$ ，使得  $\mu_{\bar{a}}(x) = 1$ ，其為正規化模糊子集。

三角形模糊數 (triangular fuzzy number) 為最常用的模糊數，隸屬函數如式 (2) 所示，其以三個數值 ( $a_1, a_2, a_3$ ) 表示模糊數， $a_2$  為模糊集合的平均，隸屬程度最大，而  $a_1, a_3$  分別表示模糊數的下界與上界，如圖 1 所示，本研究亦採用該模糊數進行模糊化。

$$\mu_{\bar{a}}(x) = \begin{cases} 0 & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2} & a_2 < x \leq a_3 \\ 0 & a_3 < x \end{cases} \quad (2)$$

AHP 係由 Saaty (1980) 所提出，主要用於解決層級模式之問題，已廣泛使用在各個領域，例如：Huang, Chang, Li, and Lin (2004) 採用 Delphi 與 AHP 建立 ERP 專案之風險評估架構。AHP 主要應用在不確定的情況下，具有多評估準則的決策問題，其假設每個準則與其他準則彼此互相獨立。AHP 的層級結構可幫助決策者解決複雜的多準則決策問題，但並沒有考慮準則之間與因素之間的相互影響情況，在實務中有許多決策問題無法以結構化的層級方式呈現，且可能並無上下層級關係，而是類似網路的概念，各準則與各因素之間為相互影響的

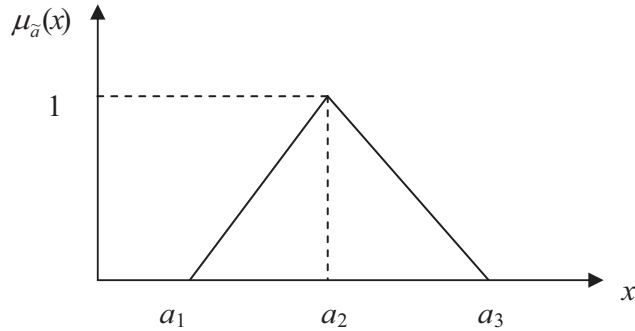


圖 1 三角模糊數

關係，故 Saaty (1996) 改良 AHP 的模式提出 ANP，ANP 即是用來解決多準則與多因素相依性的決策問題。Wolfslehner, Vacik, and Lexer (2005) 認為考慮因素相依性的 ANP，所獲得之權重值的鑑別力較高。Buyukozkan, Ertay, Kahraman, and Ruan (2004) 認為 ANP 依據決策問題的類型，將決策模式結構分為層級結構與網路結構，能考慮準則彼此的關聯與回饋關係，Wu and Lee (2007) 認為 ANP 更適合用於解決複雜的多準則決策問題。

ANP 的網路概念如圖 2 所示，分為控制層與網路層兩個部份，控制層包括目標、準則與次準則，網路層可分解成許多集群，形成複雜的網路結構。各集群之間以箭頭符號表示影響方向，例如集群 1、集群 2、集群 4 會互相影響，而集群 1 會單向影響集群 3，每個集群內又包含數個元素，若元素之間會互相影響，代表內部具有回饋的關係，會有指向自己的箭頭方向，例如集群 4。

傳統 AHP 或 ANP 仍具有缺點，原因來自於人類思維具有模擬兩可的答案，會影響專家的判斷，且決策者對於決策情境的看法，亦沒有納入討論。

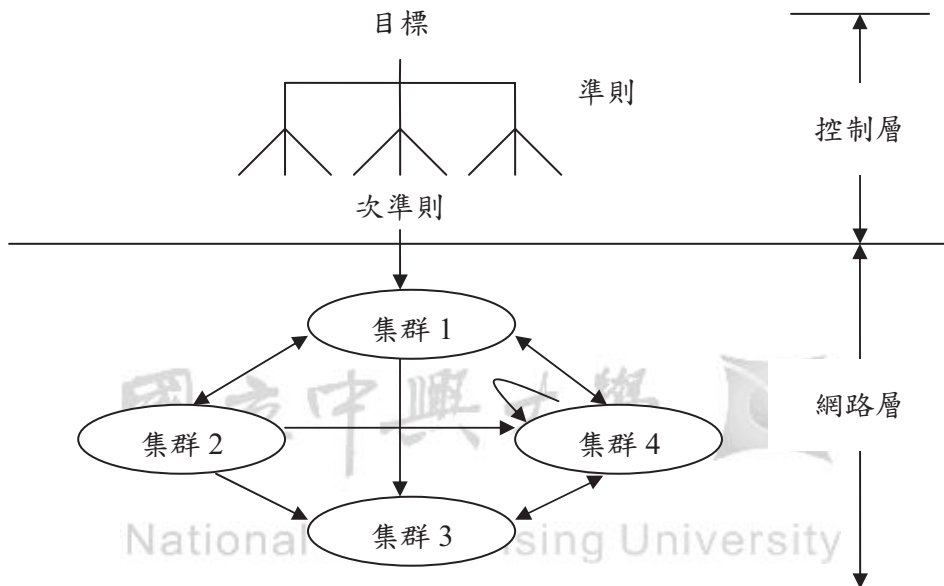


圖 2 ANP 結構

過去已有學者採用 Fuzzy 的概念解決決策不明確的問題，例如：Chen, Liaw, and Chen (2001) 使用 Fuzzy 集群分析法，以財務指標對公司的生產力進行分群；Buckley (1985) 應用 Fuzzy 的概念於 AHP 的模式發展與應用；Sevкли, Koh, Zaim, Demirbag, and Tatoqlu (2008) 結合 AHP、Fuzzy 與線性結構模式，建構供應商的評選模式。關於系統評估問題的文獻，例如：Chang, Wu, and Lin (2008) 採用 Fuzzy AHP，建構一系統品質評估模式；Ayag and Ozdemir (2007) 運用 FANP，探討 ERP 系統的評選問題；Buyukozkan, Kahraman, and Ruan (2004) 利用 Fuzzy AHP 於軟體發展決策的選擇問題。目前尚無完整之稽核系統評估架構，因此考量專家問卷的模糊性問題，以及各準則與各因素之間的相依性問題，本研究將應用 FANP 建構稽核系統之決策模式，以獲得更準確之評估結果。

### 參、研究方法

本研究參考過去文獻 (Ayag & Ozdemir, 2007; Chang et al., 2008; Saaty, 1996; Meade & Sarkis, 1999)，運用 FANP 建立稽核系統評估模式，分析流程分為七個階段，詳細說明如下。

#### 步驟 1：建立評估架構

Krueger and Casey (2000) 指出若研究者需要發展初步的研究概念、計畫或政策，可經由焦點群體蒐集所需的資訊。故此部份將以焦點群體進行深入的會談，蒐集多方的意見與篩選後，得到重要的稽核系統準則、因素與相依性關係，以建立完整稽核系統的層級架構與網路關係，其中層級的結構係由上往下的方式排列，第一層為所訂定的決策目標，第二層為該目標所重視的準則，最後一層為各準則內的重要評估因素，能夠提供整體系統結構與功能方面的資訊，網路關係則是各因素或準則之間的交互影響關係。

#### 步驟 2：建立成對比較模糊矩陣

成對比較模糊矩陣的建立，包含準則之間的比較與因素之間的比較兩部份，其中因素的比較又分為準則內與跨準則的比較。比較評估的尺度與 AHP 法相同，由專家針對任兩準則 ( $C_i, C_j$ ) 或兩因素 ( $F_i, F_j$ )，以九個尺度來進行一連串的成對比較。Buckley (1985) 指出，採用幾何平均數彙整專家意見，可增加因素判斷之一致性與精確性，故本研究在專家的綜合分數採用幾何平均數如 (3) 式，做為三角模糊數的中間值  $M_{ij}$ ，以所有受訪者評分的最小值與最大值，分別做為三角模糊數的下限值  $L_{ij}$  與上限值  $U_{ij}$ ，即可將所有專家意見化成模糊數，如式 (4) 所示，其中  $B_{ijk}$  代表第  $k$  個專家針對兩準則 ( $C_i, C_j$ ) 或兩因素 ( $F_i, F_j$ ) 的相對比較分數。例如有三位專家對某因素的成對比較值為 9、3、0.25、7、0.2，則該項目的模糊數為 (0.2, 1.57, 9)。

$$M_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n B_{ijk}} \quad (3)$$

$$\tilde{a}_{ij} = (L_{ij}, M_{ij}, U_{ij}) \quad (4)$$

模糊成對比較矩陣可表示如 (5) 式：

$$\tilde{A} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \frac{1}{\tilde{a}_{12}} & 1 & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \frac{1}{\tilde{a}_{1n}} & \frac{1}{\tilde{a}_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (5)$$

步驟 3：解模糊化

本研究以 Liou and Wang (1992) 所提出之公式進行解模糊化，如公式 (6) 所示，其中  $\alpha$  是指決策者之風險偏好度，可視為真實環境的穩定變動狀態，當值為 0 時，代表環境不確定性的變動範圍最大，當值愈大時則代表決策環境相對穩定，決策變異性愈小。 $\lambda$  是指決策者之風險承擔度，決策者可根據不同的狀況給予不同的風險值，當  $\lambda$  為 0 時，代表決策者認為該決策為低風險，值為 1 時則代表為高風險。

$$D_{\alpha,\lambda}(a_{ij}) = [\lambda * f_{\alpha}(L_{ij}) + (1 - \lambda) * f_{\alpha}(U_{ij})], 0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \lambda \leq 1 \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \text{其中：} f_{\alpha}(L_{ij}) &= (M_{ij} - L_{ij}) * \alpha + L_{ij} \\ f_{\alpha}(U_{ij}) &= U_{ij} - (U_{ij} - M_{ij}) * \alpha \end{aligned}$$

透過解模糊化的處理，式 (5) 的矩陣轉換為式 (7) 的矩陣。

$$D_{\alpha,\lambda}(A) = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & D_{\alpha,\lambda}(a_{12}) & \dots & D_{\alpha,\lambda}(a_{1n}) \\ D_{\alpha,\lambda}(a_{21}) & 1 & \dots & D_{\alpha,\lambda}(a_{2n}) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ D_{\alpha,\lambda}(a_{n1}) & D_{\alpha,\lambda}(a_{n2}) & \dots & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (7)$$

步驟 4：計算特徵值與特徵向量

三角模糊數透過式 (6) 解模糊化後，即轉換為單一數值，此部份計算的概念與 ANP 的方法相同，特徵值與特徵向量的公式如式 (8) 所示，每個比較矩陣皆需進行一致性檢定，如式 (9)、式 (10) 所示，其中 RI 值的對照如表 1 所示。Saaty (1996) 建議 CR 值小於 0.1 最佳，代表專家問卷的前後判斷具有一致性。

表 1 RI 值對照表

層級因素總數	1	2	3	4	5	6	7	8
RI 值	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41
層級因素總數	9	10	11	12	13	14	15	
RI 值	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.58	

資料來源：Saaty (1996)

$$D_{\alpha,\lambda}(A) \times W = \lambda_{\max} \times W \quad (8)$$

$$\text{其中：} \lambda_{\max} = \sum_{j=1}^n \frac{W_j}{W_i}$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (9)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (10)$$

#### 步驟 5：建立超級矩陣

超級矩陣是將各群組與其包含之因素，依序排列於矩陣內，如式 (11) 所示，包含目標 (goal, G)、準則 (criteria, C)、因素 (factor, F) 與方案 (project, P)，子矩陣包含準則 ( $w_{21}$ )、準則間相依性 ( $w_{22}$ )、次準則 ( $w_{32}$ )、次準則間相依性 ( $w_{33}$ ) 與方案間 ( $w_{43}$ ) 之相互比較的特徵向量。若準則之間或因素之間並無相依性關係，則其在矩陣中的值為 0。超級矩陣能夠顯示彼此間的相依關係與相對重要性，每個子矩陣包含本身元素的相互關係，若矩陣的元素彼此相依，則矩陣經過多次相乘後會得到一固定不變的收斂極值。

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} G & C & F & P \end{matrix} \\ \begin{matrix} G \\ C \\ F \\ P \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ w_{21} & w_{22} & 0 & 0 \\ 0 & w_{32} & w_{33} & 0 \\ 0 & 0 & w_{43} & I \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (11)$$

#### 步驟 6：計算權重

權重的計算包括三個矩陣：未加權超級矩陣、加權超級矩陣與極限化超級矩陣。原始的超級矩陣即為未加權超級矩陣，正規化超級矩陣的行向量，使得各行向量的總和為 1，此時超級矩陣即為加權超級矩陣。將加權矩陣以  $2k + 1$ ,  $k \rightarrow \infty$  的方式相乘如 (12) 式，最後會得到收斂的極限值，此即為極限化超級矩陣，便能得到各準則與因素的權重。

$$W_{sp} = \lim_{k \rightarrow \infty} W^{2k+1} \quad (12)$$



步驟 7：選擇最佳方案

經過超級矩陣極限化運算後，會得到各準則與因素所對應之權重，即得到評估架構下，各評估準則與因素之相對重要程度，所得到的權重值，可作為方案評估的優先排序。

肆、研究結果

在建構稽核系統評估模式之前，需先找出評估的準則與因素，本研究邀請 3 位大學會計資訊系教授、4 位財務金融學系教授與 5 位具十年使用稽核系統經驗的管理者進行焦點訪談，透過多方知識、經驗、資訊的交流與討論，最後經由主持人的歸納，共彙總出支援與服務 (support and service, SS)、成本 (cost, C)、系統功能 (system function, SF) 與資料處理 (data process, DP) 四大準則與 19 個因素，如圖 3 所示，準則與因素之說明則如表 2 所示。

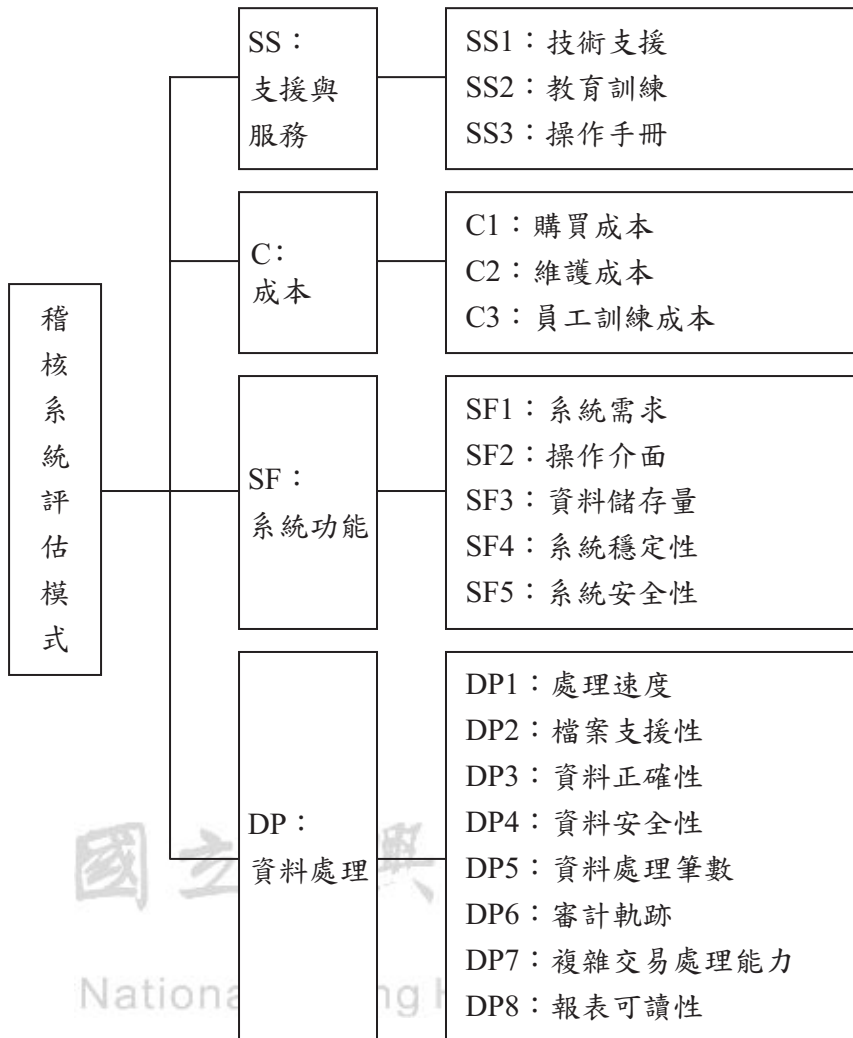


圖 3 稽核系統評估模式

表 2 準則與因素說明

準則與因素	代號	說明
<b>系統公司之支援與服務</b>		
技術支援	SS1	系統公司是否有提供系統使用上的各種協助。
教育訓練	SS2	系統公司是否會安排教育訓練的課程。
操作手冊	SS3	系統操作手冊的內容是否易瞭解且能符合使用者需求。
<b>成本</b>		
購買成本	C1	系統買進的金額。
維護成本	C2	每年的系統維護成本。
員工訓練成本	C3	訓練員工熟悉系統的成本。
<b>系統功能</b>		
系統需求	SC1	系統對硬體備配的需求
操作介面	SC2	操作介面是否具親和性，能夠讓使用者易上手。
資料儲存量	SC3	系統可儲存的資料量。
系統穩定性	SC4	系統是否穩定不易當機。
系統安全性	SC5	系統是否不易被入侵、資料不易外洩。
<b>資料處理</b>		
資料處理速度	DP1	處理資料所花的時間。
檔案的支援性	DP2	資料是否能其他不同的檔案格式做連結與處理。
資料的正確性	DP3	經過處理後的資料是否可信賴。
資料的安全性	DP4	資料可否設加密、唯讀。
資料處理筆數	DP5	一次可處理多少筆資料。
資料處理審計軌跡	DP6	可否保留審計的軌跡。
複雜交易資料處理能力	DP7	面對複雜交易邏輯資料驗證處理程度。
報表的可讀性	DP8	資料處理後的報表是否易讀且清楚明瞭。

ANP 與 AHP 最大的不同在於有考慮準則之間與因素之間的相依性關係，本研究由參與焦點群體的專家中，針對所選出之準則與因素的關係進行確認，採用問卷填寫的方式，詢問每位專家針對各準則與因素之影響關係進行確認，例如第 1 題：請問您認為因素 SS1 是否會影響因素 SS2，是的話請打勾。後續再累計各因素影響關係有打勾的次數，大於 7 次（12 位專家的一半）即確定該影響關係存在，結果如表 3 所示。

表 3 因素影響關係

影響因素	被影響因素	影響因素	被影響因素
SS1	SS2, C1, C2, C3	SF5	SF2, SF4, DP3, C2, DP4
SS2	C1, C3	DP1	SF3, SF4, SF5
SS3	C3	DP2	C3, SF1, SF2
C1	SS1	DP3	SF4
C2	C1	DP4	SF5
C3	C1	DP5	SF2, DP3
SF1	SF3, SF4, C1, C2 DP1	DP6	DP4
SF2	SS3, C3, SF4, SF5	DP7	DP3, DP8
SF3	C1, DP1	DP8	C3, SF2
SF4	C2, DP7, DP1		

建構出稽核系統評估架構後，下個階段為 ANP 專家問卷的填寫，本研究請有參與焦點訪談的 12 位專家，進行兩兩準則、兩兩因素及其相依性的成對比較，根據 Saaty (1980) 指出，兩兩比較的方式以九尺度較佳，且 Wind and Saaty (1980) 指出採用九尺度具有較佳的信度，故本研究採用九尺度的方式來評分，之後根據 (4) 式轉換成模糊數，以準則的比較為例，如表 4 所示。

表 4 模糊數矩陣表

	SS	C	SF	DP
SS	(1, 1, 1)	$(\frac{1}{3.03}, 1.38, 4)$	$(\frac{1}{5}, 0.49, 3)$	$(\frac{1}{5.88}, 0.58, 6)$
S	-	(1, 1, 1)	$(\frac{1}{7.14}, 0.46, 4)$	$(\frac{1}{5.88}, 0.46, 3)$
SF	-	-	(1, 1, 1)	$(\frac{1}{7.14}, 1.44, 7)$
DP	-	-	-	(1, 1, 1)

在解模糊化前，需先確定決策者之風險偏好度  $\alpha$  與風險承擔度  $\lambda$ ，該決策問題為稽核系統的選擇，各稽核系統的使用資訊充足，環境對決策的影響不大，然採購金額高，組織若採用不適的稽核系統，後續的維護、技術訓練與操作問題等皆會受到影響，因此採購風險高，經與專家的討論，將  $\alpha$  設為 0.7、 $\lambda$  設為 0.9，即可依據 (6) 式，得到解模糊化的矩陣，如圖 4 所示。

透過公式 (8)-(10)，計算準則 ( $w_{21}$ )、準則間相依性 ( $w_{22}$ )、次準則 ( $w_{32}$ )、次準則間相依性 ( $w_{33}$ ) 與方案間 ( $w_{43}$ ) 之相互比較的特徵向量，準則的 CI 值為 0.0046，共有 4 個比較因子，因此 CR 值為 0.0051 (0.0046/0.9)，並檢驗所有成對比較矩陣的 CI 值與 CR 值，均通過一致性檢定。FANP 的分析結果如表 5 所示，稽核系統的評估準則係以系統功能 (0.3980) 最重要，其次為資料處理 (0.3455)、系統公司之支援與服務 (0.1333) 與成本 (0.1232)。在系統功能準則中，以系統穩定性因素 (0.6568) 最重要，對稽核人員而言，若系統不穩定將導致系統需時常重設定，嚴重時甚至會損害資料的保存，因此無論是採用何種稽核系統，電腦系統的穩定度皆為優先考量。由於稽核系統存有公司大量的內部資料，若安全性不足，將導致機密資料外流，增加營運的風險，因此系統的安全性 (0.1584) 為次要之考慮因素。

$$D_{0.7,0.9}(A) = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{SS} & \text{C} & \text{SF} & \text{DP} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{SS} \\ \text{C} \\ \text{SF} \\ \text{DP} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1.0385 & \frac{1}{2.0619} & \frac{1}{1.5004} \\ \frac{1}{1.0385} & 1 & \frac{1}{2.0284} & \frac{1}{2.1906} \\ 2.0619 & 2.0284 & 1 & 1.113 \\ 1.5004 & 2.1906 & \frac{1}{1.113} & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

圖 4 解模糊化準則矩陣

表 5 準則與因素權重

準則	權重	因素	權重
系統公司之支援與服務	0.1333	技術支援	0.7070
		教育訓練	0.2927
		操作手冊	0.0002
成本	0.1232	購買成本	0.6841
		維護成本	0.0646
		員工訓練成本	0.2513
系統功能	0.3980	系統需求	0.0330
		操作介面	0.1056
		資料儲存量	0.0462
		系統穩定性	0.6568
		系統安全性	0.1584
資料處理	0.3455	處理速度	0.2054
		檔案支援性	0.0270
		資料正確性	0.3135
		資料安全性	0.0595
		資料處理筆數	0.0405
		審計軌跡	0.0270
		複雜交易處理能力	0.2649
報表可讀性	0.0514		

在資料處理準則中，以資料的正確性因素（0.3135）最重要，若稽核系統所得到的結果不正確，將會誤導管理者的決策方向，嚴重危害公司的正常營運，故在決定稽核系統的採用前，需參考其他公司對該系統之信賴度。稽核系統透過多方證據佐證才能提出最終的分析報告，因此常會處理複雜的交易資料，系統若有處理上的問題，包括使用限制、處理限制與時間限制等，或是在處理複雜資料時就當機的情況，將會影響報告的及時性與可靠度，因此複雜交易的處理能力（0.2649）為系統功能準則中，次要的重要因素。

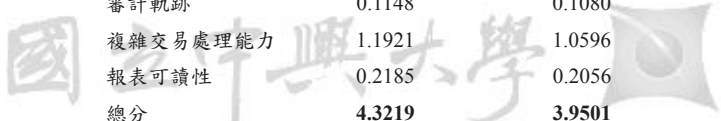
系統公司之支援與服務準則中，以技術支援因素（0.7046）最重要，教育訓練因素（0.2927）為其次，公司在採用稽核系統前，需考量系統公司後續的支援與服務狀況，是否有提供相關人員的教育訓練系統課程、系統上的更新、作業系統的相容性與硬體的維修服務等。若碰到系統操作問題，是否能提透過電話、電子郵件與網際網路，找到易於溝通的工程師，並可根據個人的需求，提供及時的講解與系統的除錯。系統的技術支援對公司的影響重大，完整的技術支援架構，將可提高系統的可信度，進而提昇公司整體的營運績效。

隨著資訊科技的進步，公司硬體與軟體資產占總預算的比重愈高，在成本準則中，以購買成本因素（0.6921）的重要性最高，其次為員工的訓練成本（0.2513），不同版本與不同功能之系統需求，在售價上皆有差異，若是採用量身訂作的開發系統，則售價會更高。一套系統的採用，需考量其生命週期，使用期限為1年或數年，採用租賃或買斷，所考量的決策因素皆會不同，公司係以永續經營為前提，因此成本的降低為所有公司的目標。公司在引進稽核系統前，需做多方比較的價格與功能評估，謹慎選擇要採購的系統。

1995年審計部委託學術機構進行電腦審計作業的研究,即選擇ACL(Audit Command Language)、IDEA(Interactive Data Extraction Analysis)、FOCAUDIT做為評估比較的對象,且該三套軟體為企業最常用的稽核系統,因此本文將以ACL、IDEA、FOCAUDIT做為評估比較的範例。本研究邀請36位具有稽核系統使用經驗的人員,與之前12位專家並不重覆,該組問卷對象係以目前實際有在使用稽核系統的從業人員為主,皆有三年以上的使用經驗且皆熟知不同稽核系統的差異,請其依照所建立之評估架構,分別評估使用該三套稽核系統的滿意度,結果如表6所示。ACL除成本的因素外,系統公司之支援與服務、資料處理能力與系統功能的滿意度最高,IDEA在各因素的表現普通,但其功能與ACL系統相似,皆能提供查核人員存取、分析、驗證與抽樣資料等,在資料安全性的表現也不錯,採取唯讀的方式讀取資料,不會變更原始資料。FOCAUDIT則是以低成本取勝,若組織採購的經費有限,僅要求具有基本功能且資料處理不大,可考慮採用該系統。

表6 方案評估結果

準則	因素	ACL	IDEA	FOCAUDIT
系統公司之支援與服務	技術支援	3.1815	2.6513	2.4745
	教育訓練	1.1708	1.0976	1.0245
	操作手冊	0.0007	0.0006	0.0005
	總分	<b>4.353</b>	<b>3.7495</b>	<b>3.4995</b>
成本	購買成本	2.0523	2.5654	2.7364
	維護成本	0.1938	0.2423	0.2584
	員工訓練成本	0.9424	1.0680	1.0052
	總分	<b>3.1885</b>	<b>3.8757</b>	<b>4.0000</b>
系統功能	系統需求	0.1485	0.1320	0.1238
	操作介面	0.4488	0.4224	0.3960
	資料儲存量	0.1964	0.1848	0.1733
	系統穩定性	2.7914	2.6272	2.4630
	系統安全性	0.6732	0.6336	0.5940
	總分	<b>4.2583</b>	<b>4.0000</b>	<b>3.7501</b>
資料處理	處理速度	0.9243	0.8216	0.7703
	檔案支援性	0.1148	0.1013	0.0945
	資料正確性	1.3324	1.2540	1.1756
	資料安全性	0.2529	0.2380	0.2231
	資料處理筆數	0.1721	0.1620	0.1519
	審計軌跡	0.1148	0.1080	0.1013
	複雜交易處理能力	1.1921	1.0596	0.9934
	報表可讀性	0.2185	0.2056	0.1928
	總分	<b>4.3219</b>	<b>3.9501</b>	<b>3.7029</b>



## 伍、結論

內部稽核係運用內部獨立的組織與人員，對公司的經營活動做整體且連續週期性的檢查、建議和評估，由於資訊科技的快速進步，公司採用電腦系統輔助相關作業的情況日益頻繁，傳統的人工作業系統已轉為電子化的商業活動，CAATs的選擇已成為公司重要的決策問題。組織在採用電腦輔助稽核系統時，有許多因素需考量，例如採購與維護成本、功能是否能符合公司需要、分析報表的易讀性等，皆對公司營業的影響重大，故建立一稽核系統評估模式實為重要。ANP已廣泛用於各產業的決策問題，目的為找出整體決策模式中，各準則與因素的權重，而在進行ANP前，需先找出決策模式考量的準則與因素。因此本研究以焦點群體方式找出稽核系統的評估準則與因素，後續以FANP對所有準則與因素進行兩兩比較，最後以極限超級矩陣找到各準則與各因素之權重。本研究以ACL、IDEA、FOCAUDIT三種稽核系統做為範例，透過本研究所建立的評估模式，能得知各稽核系統的優缺點，公司可依據不同的需求，選擇適合自己公司環境與營運狀況的系統。後續研究者可依該篇所使用的方法，應用在其他的決策議題上，例如企業資源系統工具的選擇、合作夥伴的遴選與設廠位置的評估等。

本文的研究貢獻主要有兩點，第一點為採用FANP建構稽核系統的評估模式，過去相關研究大多採用AHP建構遴選模式，然AHP並無考慮準則之間與因素之間的相互影響關係，無法符合實際公司運作的狀況。此外，準則與因素的兩兩成對比較係採用九點尺度的專家問卷，然人類的思維上具有模擬兩可的答案，會影響專家的判斷，因此加入可處理模擬兩可答案的模糊理論，以找出最接近專家實際所想之答案。未來國內其他企業在評選稽核系統時，可依據本文所建立的架構評估不同的稽核系統，或根據該模式重新找出不同系統之準則與因素的權重，以找出符合企業環境與現況的稽核系統。第二點為模式的準則與因素，可做為稽核系統商在開發與更新軟體的參考，企業在導入稽核系統時，最先考慮的因子為系統功能，其次為資料處理、系統公司之支援與服務，最後才是考量到成本。若以各別因素來看，系統的穩定性、資料正確性、技術支援與購買成本最重要。系統功能為企業優先考量的指標，系統商應以開發更符合企業環境與實用的功能，企業對於成本的考量反而低，因為一套稽核系統的引進，除非日後有重大技術的突破或法令的改變，才可能會再買新的稽核系統，且學習新系統又需再投入人力與物力，其無形成本會大於實質購買的成本。

參考文獻

- Ayag, Z., & Ozdemir, R. G. 2007. An intelligent approach to ERP software selection through FANP. *International Journal of Production Research*, 45: 2169-2194.
- Bowen, P. L., Cheung, M. Y. D., & Rohde, F. H. 2007. Enhancing IT governance practices: A model and case study of an organization's efforts. *International Journal of Accounting Information Systems*, 8: 191-221.
- Brazel, J. F., & Agoglia, C. P. 2004. *The effects of computer assurance specialist competence and auditor accounting information system expertise on auditor planning judgments*. Philadelphia: Drexel University.
- Brink, V. Z., Cashin, J. A., & Witt, H. 1973. *Modern internal auditing: An operational approach*. New York: Ronald.
- Buckley, J. J. 1985. Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 17: 233-247.
- Buyukozkan, G., Ertay, T., Kahraman, C., & Ruan, D. 2004. Determining the importance weights for the design requirements in the house of quality using the fuzzy analytic network approach. *International Journal of Intelligent Systems*, 19: 443-461.
- Buyukozkan, G., Kahraman, C., & Ruan, D. 2004. A fuzzy multi-criteria decision approach for software development strategy selection. *International Journal of General Systems*, 33: 259-280.
- Chang, C. W., Wu, C. R., & Lin, H. L. 2008. Integrating fuzzy theory and hierarchy concepts to evaluate software quality. *Software Quality Journal*, 16: 263-276.
- Chen, L. H., Liaw, S. Y., & Chen, Y. S. 2001. Using financial factors to investigate productivity: An empirical study in Taiwan. *Industrial Management & Data Systems*, 101: 378-384.
- Cooper, C., & Lybrand, L. L. P. 2002. *Security, audit and control features SAP R/3: A technical and risk management reference guide*. Rolling Meadows, IL: IT Governance Institute.
- Crouhy, M., Galai, D., & Mark, R. 2004. *Risk management*. New York: McGraw-Hill.
- Dubois, D., & Prade, H. M. 1980. *Fuzzy sets and systems: Theory and applications*. New York: Academic Press.
- Fernández, A. I., & González, F. 2005. How accounting and auditing systems can counteract risk-shifting of safety-nets in banking: Some international evidence. *Journal of Financial Stability*, 1, 466-500.
- Hayes, R., Dassen, R., Schilder, A., & Wallage, P. 2005. *Principles of auditing: An introduction to international standards on auditing*. Essex, UK: Financial Times Prentice Hall.
- Hermalin, B. E., & Weibach, M. S. 2003. Boards of directors as an endogenously determined institutions: A survey of the economic literature. *Economic Policy Review*, 9: 7-26.
- Hermanson, D. R., Hill, M. C., & Ivancevich, D. M. 2000. Information technology-related activities of internal auditors. *Journal of Information Systems*, 14: 39-53.
- Huang, S. M., Chang, I. C., Li, S. H., & Lin, M. T. 2004. Assessing risk in ERP project: Identify and prioritize the factors. *Industrial Management & Data Systems*, 104: 681-688.
- Kanter, H. A. 2001. Systems auditing in a paperless environment. *Ohio CPA Journal*, 60(1): 43-47.

- Kimme, P. D., Weygandt, J. J., & Kieso, D. E. 2006. *Financial accounting: Tools for business decision making*. New York: Wiley.
- Knechel, W. R. 2007. The business risk audit: Origins, obstacles and opportunities. *Accounting, Organizations and Society*, 32: 383-408.
- Krueger, R. A., & Casey, M. A. 2000. *Focus groups: A practical guide for applied research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Lee, J., Kang, S., & Kim, C. K. 2009. Software architecture evaluation methods based on cost benefit analysis and quantitative decision making. *Empirical Software Engineering*, 14: 453-475.
- Liang, T. P., Liu, C. C., Lin, T. M., & Lin, B. 2007. Effect of team diversity on software project performance. *Industrial Management & Data Systems*, 107: 636-653.
- Liou, T. S., & Wang, M. J. 1992. Ranking fuzzy numbers with integral value. *Fuzzy Sets and Systems*, 50: 247-255.
- Liu, J., Li, B., Lin, B., & Nguyen, V. 2007. Key issues and challenges of risk management and insurance in China's construction industry. *Industrial Management & Data Systems*, 107: 382-396.
- McNamee, D., & Selim, G. M. 1998. *Risk management: Changing the internal auditor's paradigm*. Altamonte Springs, FL: The Institute of Internal Auditors Research Foundation.
- Meade, L. M., & Sarkis, J. 1999. Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: An analytical network approach. *International Journal of Production Research*, 37: 241-261.
- Moeller, R. R., & Witt, H. N. 1999. *Brink's modern internal auditing*. New York: Wiley.
- Ngai, E. W. T., & Chan, E. W. C. 2005. Evaluation of knowledge management tools using AHP. *Expert Systems with Applications*, 29: 889-899.
- Public Oversight Board. 2000. *Panel on audit effectiveness: Report and recommendations*. Stamford: American Institute of Certified Public Accountants.
- Saaty, T. L. 1980. *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. 1996. *The analytic network process: Decision making with dependence and feedback*. Pittsburgh, PA: RWS.
- Sarens, G., & De Beelde, I. 2006. Internal auditors' perception about their role in risk management: A comparison between US and Belgian companies. *Management Auditing Journal*, 21: 63-80.
- Sawyer, L. B. 1988. *Sawyer's internal auditing*. Altamonte Springs, FL: The Institute of Internal Auditors Research Foundation.
- Sevcli, M., Koh, S. C. L., Zaim, S., Demirbag, M., & Tatoqlu, E. 2008. Hybrid analytical hierarchy process model for supplier selection. *Industrial Management & Data Systems*, 108: 122-142.
- Singleton, T. W. 2006. COBIT -- A key to success as an IT auditor. *Information Systems Control Journal*, 1: 11-13.
- Spira, L. F., & Page, M. 2003. Risk management: The reinvention of internal control and the changing role of internal audit. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 16: 640-661.



- Stocks, K. D., Albrecht, W. S., Howe, K. R., & Schueler, D. R. 1988. What makes an effective internal audit department? *The Internal Auditor*, 45: 45-49.
- Wang, W., Guan, X., & Zhang, X. 2008. Processing of massive audit data streams for real-time anomaly instruction detection. *Computer Communications*, 31: 58-72.
- Watne, D. A., & Turney, P. B. B. 1990. *Auditing EDP systems*. Upper Saddle River, NJ: Pentice Hall.
- Weber, R. 1998. *Information systems control and audit*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Wind, Y., & Saaty, T. L. 1980. Marketing application of the analytic hierarchy process. *Management Science*, 26: 641-658.
- Wolfslehner, B., Vacik, H., & Lexer, M. J. 2005. Application of the analytic network process in multi-criteria analysis of sustainable forest management. *Forest Ecology and Management*, 207: 157-170.
- Wu, W. W., & Lee, Y. T. 2007. Selecting knowledge management strategies by using the analytic network process. *Expert Systems with Application*, 32: 841-847.
- Yazgan, H. R., Boran, S., & Goztepe, K. 2009. An ERP software selection process with using artificial neural network based on analytic network process approach. *Expert Systems with Applications*, 36: 9214-9222.
- Zadeh, L. A. 1965. Fuzzy sets. *Information and Control*, 8: 338-353.

國立中興大學



National Chung Hsing University

## Applying Fuzzy Analytic Network Process to Construct an Auditing System Evaluation Model

**Kuang-Hsun Shih**

Associate Professor & Chairman, Department of Banking & Finance, Chinese Culture University

**Shiuh-Sheng Hsu**

Lecturer, Department of Business Administration, Ming Chuan University

### Abstract

The continuous rise of international corporation scandals has led to concern by various governments on the auditing management systems, as well as reinforcement of control on corporate governance and operational risks. The purposes of auditing are to understand the overall operational conditions of corporations, and to propose warnings and improvements on potential risky events. With the advancement of information technology, companies have used computer systems to improve operational efficiency and aid in auditing works, thus effectively reducing the operational risks. The selection of computer assisted auditing tools and techniques has become a major decision-making issue. This study conducted literature review, and used Fuzzy Analytic Network Process to construct an auditing system evaluation model. Expert interviews were conducted to select four criteria and 19 factors. The results showed that the evaluation criteria for auditing systems are in the order of system functions, data processing, support and service of the system provider, and cost. This study also used auditing systems of ACL, IDEA, and FOCAUDIT as examples to evaluate the user satisfaction on the systems.

**Keywords:** computer assisted auditing tools and techniques, computer assisted auditing, fuzzy analytic network process



National Chung Hsing University