

企業智財經營平台評選決策模式之建立 —模糊群體決策理論應用

The Application of Fuzzy Group Decision Theory for Selecting Enterprise's Intellectual Property Management System

王 平¹ Ping Wang
崑山科技大學資訊管理系

羅濟群² Chi-Chun Lo
國立交通大學資訊管理研究所

¹Department of Information Management, Kun Shan University and ²Institute of
Information Management, National Chiao Tung University

(Received September 13, 2006; Final Version December 21, 2006)

摘要：隨著知識經濟的發展，智慧財產研發成爲企業競爭中重要的考量，現有的專利管理工具，著重於專利引用分析及專利申請管理；其缺乏專利保護、專利鑑價、技術授權等功能，針對企業智財管理所需專利投資組合及技術發展預測亦無法支援。因此，組織要有效積極專利管理，須選擇一個合適的「智財管理經營平台 (Intellectual patent Management System, IPMS)」。目前已有數位學者運用模糊多屬性決策理論，進行軟體平台的評選，但傳統模糊邏輯要求決策者，針對各評估準則給予固定區間 (正面信心度) 的答案；但在專案評選初期，因資訊不完整，經常無法針對兩兩準則相對重要性給予評分，故本研究引進直覺式模糊集合 (Intuitionistic Fuzzy Set, IFS)，以提供決策者表達對問題的正面與負面信心度；此外，本研究介紹一個新的方案綜合滿意指標，整合所有決策者的滿意度 (concord) 及不滿意度 (discord)，以強化現有模糊排序法的鑑別能力，並運用敏感性分析加以驗證。最後舉一高科技單位的IPMS評選案例，進行方案綜合評鑑。由案例驗證得知，面對不完整資訊情況下，本模式可有效放寬決策者在不确定意見的表達，強化方案排序的鑑別能力。

* 本研究由國科會計畫NSC 95-2416-H-168-007支援部份預算，在此獻上我們最誠摯的感謝。此外，本文的審查委員所提的寶貴意見，促進內容的精進及文章的豐富度，在此一併表達謝意。

關鍵詞：智慧財產、直覺式模糊集合、模糊排序、敏感性分析

Abstract : The research and development of Intellectual Property (IP) becomes a significant concern for competition among enterprises increasing along with the popularity of knowledge-based economy. Current IP management systems mainly focus on analyzing patent citation and managing patent application, which might be neglect to identify the protection, valuation and licensing issues for patent assets, and also not to be fitting well for predicting investment portfolio and tendency of technology development. To effectively handle the patent management, enterprise needs to select an appropriate IPMS (IP Management System). Many researches have studied the selection issues of software platform. In general, the traditional fuzzy multiple criteria decision-making theory is employed to select software platform, which constraints the decision makers to express their ratings or scorings with positive confidence interval. However, decision makers often cannot discriminate the importance of criteria pairwise with incomplete information in the early stage of project development. In this paper, a new scheme for right selection of IPMS which exploits Intuitionistic Fuzzy Set (IFS) to assign their ratings based on decision maker's positive and negative confidence. Then, an improved fuzzy ranking index is introduced to enhance the discrimination of current approach, which aggregates both concord and discord degree to calculate the synthetic alternative's satisfaction degree for all decision makers. Furthermore, it is verified by the sensitivity analysis. Finally, a real case of IPMS selection for Hi-Tech organization is given to illustrate our approach. From the results of computations, this model not only can relax the expression of uncertainty of decision makers, but also improve the discrimination of current IFS ranking approach under incomplete information.

Keywords : IP, Intuitionistic Fuzzy Set, Fuzzy ranking, Sensitivity analysis

1. 概述

1.1 研究背景

1996年「經濟合作開發組織」(OECD)發表了「知識經濟報告」,認為以知識為主體的經濟即將改變全球經濟發展型態,隨著資訊通訊科技的快速發展與高度應用,世界各國的產出、就業及投資將明顯轉向知識密集型產業。哈佛大學波特(M. Porter)教授在「國家競爭優勢」(The Competitive Advantage of Nations)書中指出,在目前競爭激烈的商業環境中,傳統的天然資源與資本已不再是贏得優勢的主要因素,企業須不斷的在智慧財產權的創造與運用,方能在新知識

經濟時代贏得勝利 (麥克·波特, 民87)。張忠謀先生出席「前瞻2004全球經濟趨勢高峰會」時亦表示, 要讓臺灣再繁榮起來就要透過建立品牌認知、加強管理和行銷、開發智慧財產權, 來創造臺灣產品的價值 (張忠謀, 民93)。相較於鄰國的競爭者的成本優勢, 台灣缺乏天然資源, 靠的就是人才教育與辛勤工作, 目前國際間高科技產業競爭激烈, 新知識的創造與運用、研發與創新已是企業成功不可或缺的因素。

我國智慧財產權 (Intellectual Property Right; IPR) 內容涵蓋商標權、專利權、工業設計、積體電路布局及著作權等, 其為企業經營及研發所衍生出一種權利。在新經濟時代, 企業欲大幅提升競爭力, 須在新產品 (new products)、製程 (manufacture process)、作業流程或材料來源取得獲得進展, 而新產品、製程、作業流程或材料來源取得須配合智慧財產權的有效管理, 才能阻止競爭者的滲入市場, 加大與競爭者的實力距離, 創造企業的經營優勢。我國自2002年加入世界貿易組織 (WTO) 後, 國際貿易的競爭已是全球化, 昔日靠工資低廉及辛勤勞力已無法與大陸競爭, 此時加強創新與經營品牌以賺取微笑曲線兩端的高利潤, 是目前企業經營管理重要的心法。國際間的專利授權 (patent licensing) 即是智慧財產權運用的重要過程, 借由談判授權順利將研發成果轉至它國或企業, 促進新產品研發或新技術相互授權, 創新智慧財產權並帶給人類便利與金錢利益 (鄧穎懋等, 民93); 依據2003年美國專利及商標局資料庫 (USPTO) 統計, 美國共核准我國6676件專利排名第三, 統計2001~2003三年的平均核准專利數為6683件, 亦是占第三位。世界經濟論壇 (WEF) 所公布的2003~2004年全球競爭力中, 台灣的成長競爭力排名第五名, 在多項評比中, 表現最優異者即為名列世界第三的「科技指標」, 其關鍵影響因素是我國在美國USPTO專利核准量 (蔡惠言, 民93)。

高科技公司之競爭源於不斷領先之創新技術, 而「人才是主要的關鍵」, 大部份企業對有形資產 (土地、設備、廠房等) 已有相關法令、作業準則作管理與保護, 而部份企業對無形資產 (如專利權) 的管理尚在啓蒙階段, 故如何製定一套公司智慧財產權經營之策略, 作業準則, 有效管理企業長期累積之知識、經驗及專利資訊是企業主經營的重要事務。當企業創造出核心科技及其相關科技時, 智慧資產管理於是展開。這些科技究竟應該以「專利保護」或是以「營業秘密保護」, 或其他如「著作權」或「商標」來保護, 這將會與企業文化及政策相結合, 直接影響市場之導向, 並決定企業的長期價值 (陳怡之等, 民91)。智慧財產權怎能發揮效益呢? 最直接的方法就是化為專利, 接受法律的保護。知識是無形的, 專利則是有形的知識化利器 (連穎科技, 民94)。因此, 企業智財管理中首重便是研發與專利管理, 故本研究範疇著重於組織內的「研發管理」及「專利管理」兩大項目, 「智財管理經營平台」管理內容將涵蓋企業的專利權、商標權、工業設計、積體電路布局及著作權等管理。

縱觀國內外IPMS相關軟體之發展, 可以看出下列兩類趨勢 (亞太智財, 民94): (1) 視覺化分析工具: 此類軟體用途主要在於將複雜的專利資料分析, 透過視覺化的呈現方式, 將專利間的

引用及專利申請與被引用數量，以圖表方式顯示，例如專利引證 (patent citation) 分析、專利指標 (patent indicators) 分析等。(2)行政管理工具：此類軟體的用途主要在於將繁瑣的專利行政管理作業事務，提高事務處理之即時性與有效性，例如專利申請控管、專利統計與分類工具等。然而，當這兩類軟體已經無法滿足目前智慧資本的競爭的需求；其亦無法支援研發人員、智權部門處理如「侵權分析 (infringement analysis)」、「專利鑑價 (patent valuation)」等技術及財務問題。此外，對「技術研發趨勢」及「專利佈局 (patent portfolio)」等策略規劃問題，亦未能提供具體有用的建議方案。

「智財管理經營平台的評選與建立」牽涉到企業競爭力的消長。若正確的評選與建立「智財管理經營平台」，是企業邁向全球經濟競爭時代的第一步，其可輔助內部員工活用智慧財產權，分析產業技術發展趨勢，掌握創新技術精要，刺激研發創意，並且透過創意發明之綿延不斷，鼓勵內部員工進行知識的分享，刺激技術發明提案的新動力，支援企業研發競爭策略擬定與專利佈局；故企業若可有效運用「智財管理經營平台」則可強化企業競爭力，反之則可能被競爭者超越，而步入衰敗的命運。

1.2 研究問題

由上節IPMS軟體發展與效用分析可知，企業智慧財產權經營之積極管理有賴於「智財管理經營平台」的建立，其能協助研發以集中管理方式完整蒐整科技文件，支援智財管理人員執行專利檢索、專利申請、侵權管理、專利監控與專利鑑價管理等作業，配合內部制度及政府法規，充分保護智慧資產，進一步利用智財權回饋支持研發，透過轉售、移轉或是授權等智財權運用，活絡創意能量。

1.3 研究動機

因企業轉型的需求，須進行智財管理經營平台的建立，但在專案評選的初期，因資訊不完整或決策者背景不同，常遇到決策者無法對各準則進行兩兩重要性評分的困擾，故不適合直接使用權重分析法 (AHP) (Satty, 1980)。與輔導顧問進行研討，並未獲解答，乃激發解決之道，期能利用模糊決策理論建立一個評選模式，以提供企業建立智財管理經營平台評選作業的參考。

1.4 研究目的

為全面加強企業內部同仁對專利智財品質之提昇和鼓勵員工養成創新智財，本研究進行企業『智財管理經營平台的評選與建立』，依其目的可分為兩個主要方向：(1)運用模糊多準則決策法 (Fuzzy Multiple Criteria Decision Making, FMCDM) 評選企業的智財管理經營平台，系統化分析方案的綜合績效，提供企業主或專業主管正確選擇供應商；(2)本研究結合直覺式模糊關連 (Intuitionistic Fuzzy Relation, IFR) 及模糊排序 (fuzzy ranking) 理論，進行IPMS評選多準則決策

模式的建立；允許決策者在評估初期以直覺式模糊集合來表達決策者的正、負面信心程度及不確定程度，改進傳統模糊集合 (fuzzy set) 於語意表達的限制，並引進方案綜合滿意指標 (synthetic alternative's satisfaction index)，強化現有模糊排序法的鑑別能力。

第2節文獻探討介紹IPMS的功能需求與分析方法，第3節推導本研究所提的分析模式，第4節列舉實例說明，第5節討論評估準則的選取與模糊排序方法的鑑別能力，最後作出結論及建議未來研究方向。

2. 文獻探討

2.1 IPMS的功能需求

我國高科技公司面對全球化競爭，如何正確選擇一個智財管理經營平台負責企業的研發管理、外部競爭者情報的蒐整、技術趨勢分析、專利範疇分析、專利授權、侵權管理及專利投資組合 (patent portfolio) 分析，是研發部門主管與企業主重要的課題。但是智財管理經營平台的評選，牽涉研發、法令、資訊、人資及會計等部門，依據企業需求，評估準則的構面包括「工具功能需求」、「服務品質需求」、「營運成本需求」、「產品市占率與聲譽」及「與資訊系統整合」五個構面的多準則 (multiple criteria) 評估，理論上並無法由單一部門作出令各部門均滿意的決策，故建立一個多準則的決策模式，整合各部門的專業意見為可行的方法。

依據亞太智財公司 (民94) 的分析，一個完整的智財管理經營平台 (IPMS) 應須能管理專利生命週期的四大階段—專利產出階段、專利申請階段、專利維護階段、專利運用階段並具備下列功能：(1)研發專案管理:包括專案設定、專利檢索、研發決策建議、發明提案，(2)專利檢索，(3)專利分析:包括專利數量與範疇 (claim) 分析、技術趨勢分析及專利地圖 (patent map) 製作(4)專利申請管理，(5)研發決策輔助建議，(6)侵權處理，(7)專利監控 (8)授權管理 (licensing)，(9)人資管理系統及績效評鑑系統的界面整合。此外，服務提供者 (ASP) 是否長期累積智財服務經驗的知識、提供知名企業全方位顧問服務經驗、代理各國智財局專利資料庫及建置中文專利檢索網站經驗，亦是評估的重要因素。

2.2 評鑑方法與案例介紹

國外學者發表了數篇軟體工具評選的方法和模式，以協助管理者找到符合企業需求的軟體平台。Reimann and Waren (1985) 依據使用者導向的需求，建立評估準則及選擇決策輔助系統 (DSS)。Kontio (1996) 使用多個面向的屬性來選擇可重覆使用的發展成熟的商品 (Commercial Off-The-Shelf, COTS)；Illa *et al.* (2000) 使用自然語意為基礎的SHERPA方法論，提出評估模式，依據ERP各種特性，系統化評選ERP產品方案。

國內學者運用多準則決策理論，以解決智財管理與方案評選，相關的研究包括陳振東、王重凱 (民92) 結合模糊理論及模糊積分提出一個知識密集服務業之智慧資本的評估模式，以評估企業智慧資本的蘊涵量；施宏彬、林建仲 (民93) 運用德菲爾法 (Delphi) 及層級分析法 (AHP)，研擬出一個符合功能與需求的整合性知識管理系統發展架構，並建立知識管理發展評估模型。黃開義、馬麗莎 (民93) 應用模糊層級分析法 (Fuzzy AHP) 及資料包絡分析法 (DEA)，深入探討高等教育系所評鑑指標之權重，衡量各系所之績效表現，提供學校經營管理參考，促使學校改善教育品質。

多準則決策方法的選擇須根據不同的決策狀況來判斷。Hwang and Yoon (1981) 將多準則決策技術分成十三類。其中決策者有提供的資訊且資訊為基數型的分析方法共有五種：(1)線性指派法，(2)簡單加權法，(3)層級分析法，(4) ELECTRE，(5) TOPSIS。其中線性指派法及簡單加權法適用決策者直接指派準則權重或準則權重為已知的情況，以簡單加權法決定各方案績效值；AHP法假設評估架構為階層式，依次為目標 (goal)，構面 (aspects/objectives) 及準則 (criteria) 三層，選擇準則權重可表達為相對順序尺度，進而決定評估架構與權重；AHP作業之程序有四：(1) 建立評估準則層級，(2)建立各層級之成對比較矩陣，(3)計算各層級的權重並做一致性檢定，(4) 求解個方案之績效值，排列方案之優先順序；鄧振源、張浩鈞 (民88) 指出ELECTRE及TOPSIS均為優勢排序法。ELECTRE法主要是運用優勢排序函數，計算各方案之優勢程度並淘汰較差方案，定出方案的排序。其經數年發展，已有數種模式包括ELECTRE I 模式—可求得各方案間的準排序 (preorder)，可能有同優方案 (nondominated alternatives) 的問題；ELECTRE II 模式—可得到方案的完全順序 (complete order)，較為廣泛應用的方法。ELECTRE III 模式—考慮無差異與偏好門檻 (preference thresholds)，構建虛擬準則 (pseudo-criterion)，再配合權重值計算滿意與不滿意指標，最後以綜合方案的優勢程度 (dominance degree) 進行排序。TOPSIS法其主要之概念便是利用妥協解 (compromise solution) 概念所發展出的方法。其方案之選擇準則為同時滿足與「理想解最近」及「負理想解最遠」之方案為最佳解。

智財管理經營平台的評選，通常是由公司組成一個評鑑委員會 (assessment committee) 進行評估準則篩選及方案的評分，面對各部門代表參與資訊平台決策時，因個人專業與經驗不同，於專案初期缺乏完整資訊情況下，決策者對某些準則重要性評鑑不易，在此情況下，不可直接套用線性指派法、簡單加權法，此外亦不適用權重分析法 (AHP)；故本研究將結合直覺式模糊集合 (intuitionistic fuzzy set) 及模糊排序理論 (fuzzy ranking)，進行IPMS的模糊多準則決策分析。

2.3 模糊排序方法

回顧模糊排序方法，自1970年迄今，已有十數種排序方法被提出。Chen and Hwang (1992) 將模糊排序方法區分成四大類：第一類為偏好關係法 (preference relations) 包括：(1)Degree of

optimality，(2)Hamming distance，(3) α -cuts；第二類為模糊統計法 (fuzzy mean and spread) 包括 Comparison function；第三類為模糊評分排序法；第四類為模糊評分法 (fuzzy scoring) 包括 (1)Fuzzy mean and speed，(2)Left and right score，(3)Centroid index，(4)Area measurement，第五類為語意表達法包括：(1) Intuition，(2)Linguistic ranking。依據Chen及Hwang研究指出模糊排序方法，常無法找到一個完全一致排序的準則或函數；本研究分析De *et al.* (2001) 所提出直覺式模糊數的排序法，發現其使用多次IFS的交集及加法運算，對數值取極大 (maximum) 及取極小 (minimum) 交叉運算，其解為一折衷解，對過於相近的兩個直覺式模糊數可能無法有效鑑別。

3. 智財管理經營平台評選模式

本研究提出一個模糊決策模式，使用語意量詞 (Zadeh, 1983)，進行高科技公司的智財管理經營平台系統化的評選。此一方法結合直覺式模糊集合 (intuitionistic fuzzy set) (Atanassov, 1986, 1989, 1994; Atanassov and Gargov, 1990) 及模糊排理論 (fuzzy outranking theory)，以改進傳統模糊偏好分析法的弱點，並針對模糊排序的鑑別能力提出改進。

考量智財管理經營平台評選問題描述如下:由 m 個決策者 d_1, d_2, \dots, d_m 組成委員會，對 n 個備選的軟體平台 a_1, a_2, \dots, a_n 進行評估。每個決策者獨立使用比例語意量詞執行「評估準則的重要性」及「準則項目的得分」的評估，並將評估的語意量詞，轉成相對應之直覺式模糊數如表1、表2。表1及表2的設計考量決策者的不確定度(π)，語意量詞(L)設計為 $L(\pi)$ 並表示為 $[u, v]$ ，其為一區間數，本研究選用正面信心度導向的定義(即 u 設定選為固定值)，因為決策者較習慣以正面信心度 u 作評估，而負面信心度 v 的計算，可依據方程式(2)求得， $v = 1 - u - \pi$ ；舉例當決策者的不確定度為0.1，使用“重要 (Important, I) 語意量詞”為 $I(0.1)=[0.7, 0.2]$ ，其中 $\mu = 0.7, v = 1 - 0.7 - 0.1 = 0.2$ 。

3.1 直覺式模糊集合的簡介

傳統使用模糊邏輯 (fuzzy logic) 的語言變數，通常要求每位評估者給一明確或正面信心度區間的答案；例如在專案初期的評估，要求決策者以順序尺度對兩準則的相對重要性作出評估，

表1 評估準則的重要性的語意量詞

非常不重要 (VU)	$[0.1, 0.9 - \pi]$
不重要 (U)	$[0.3, 0.7 - \pi]$
普通(M)	$[0.5, 0.5 - \pi]$
重要 (I)	$[0.7, 0.3 - \pi]$
非常重要 (VI)	$[0.9, 0.1 - \pi]$
不知道(N)	$[0.0, 0.0]$

表2 準則項目的得分之語意量詞

效益非常差/價格非常低(VP)	[0.1,0.9- π]
效益差/價格低(P)	[0.3,0.7- π]
效益普通/價格適中(F)	[0.5,0.5- π]
效益好/價格高 (G)	[0.7,0.3- π]
效益非常好/價格非常高(VG)	[0.9,0.1- π]
不知道(N)	[0.0,0.0]

便常無法獲得明確的答案，進而影響評估的正確性；這個問題的根本解決之道，在於允許評估者針對非專長的問題回答「我不確定」或「我存疑」，再針對此項問題作細部的評估。回顧以模糊集合來表示語意變數的研究發現，模糊集合的隸屬函數可表現決策者正面隸屬程度 (true-membership)，無法表現決策者認定的負面隸屬程度 (false-membership)，而直覺式模糊集合可同時可表現決策者的正面及負面信心度，允許決策者表示「部份我不確定」或「我無法回答」，其適合處理於決策者「遲疑」或「待確定」之語意。

直覺式模糊集合是由Atanassov (1986, 1989, 1990, 1994) 所提出，直覺式模糊集合是模糊集合的一般化 (generalization)，簡述如下：

直覺式模糊集合 $A(x)$ 定義於集合 $X, X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ，其可為運用正面隸屬函數的程度 (a degree of membership function) u_A 及負面隸屬函數的程度 (non-membership function) v_A 加以表示，其中元素 $x \in X$ 且 $A(x) \in X, (k=1, 2, \dots, n)$ ； $u_A: X \rightarrow [0,1]$ and $v_A: X \rightarrow [0,1]$ 。當 X 為一有限集合，直覺式模糊集合 A 可表示為

$$A = \{ \langle x, u_A(x), v_A(x) \rangle \mid x \in X \}, \quad (1)$$

其中函數 $u_A(x)$ 和 $v_A(x)$ 受到 $0 \leq u_A(x) + v_A(x) \leq 1$ 的限制。

若 $x \in X$ ， $\pi_A(x)$ 定義為 $x \in A$ 的遲疑程度 (a hesitation degree of whether x belongs to A)，且滿足下列方程式

$$\pi_A(x) = 1 - u_A(x) - v_A(x), \quad \text{且 } 0 \leq \pi_A(x) \leq 1. \quad (2)$$

對定義於 X 的模糊集合 A ，

$$\pi_A(x) = 1 - u_A(x) - (1 - u_A(x)) = 0, \quad x \in X. \quad (3)$$

故模糊集合 A 必須座落於 $u(1,0,0)$ ， $v(0,1,0)$ 所構成的平面，表示成直覺式模糊集合的形式如下

$$A = \{ \langle x, u_A(x), 1 - u_A(x) \rangle \mid x \in X \} \quad (4)$$

同理，直覺式模糊集合 A 的補集合， \bar{A} ，可表示為

$$\bar{A} = \{ \langle x, v_A(x), u_A(x) \rangle \mid x \in X \} \quad (5)$$

「直覺式模糊數」為直覺式模糊集合的單一元素，以下以範例說明：

範例1. 假設以直覺式模糊數 A 來表示“專利侵權重要性”，若以直覺式模糊集合表示 $A = [0.5, 0.4]$ ，表示決策者贊成程度為0.5，不贊成程度為0.4，暗示不確定度為0.1 ($u = 0.5, v = 0.4, \pi = 0.1$)。

範例2. 若決策者無法確定或回答我不知道，則直覺式模糊數 A 的正面及負面信心度均為0.0，則不確定度 π 為1.0 ($u = 0.0, v = 0.0, \pi = 1.0$)。

由方程式(3)可知，每一直覺式模糊數 x 必須座落於 $u(1,0,0)$ 、 $v(0,1,0)$ 及 $\pi(0,0,1)$ 所構成的斜平面上且滿足 $u_A(x) + v_A(x) + \pi_A(x) = 1$ 限制條件。直覺式模糊數運用幾何圖形表示如圖1。

依據 Atanassov (1989) 的研究，兩個直覺式模糊集合 A 和 B ，滿足下列的等式：

$$A \subset B \text{ iff } \{ (u_A(x) \leq u_B(x), v_A(x) \geq v_B(x)), \forall x \in X \}; \quad (6)$$

$$A = B \text{ iff } \{ (u_A(x) = u_B(x), v_A(x) = v_B(x)), \forall x \in X \}; \quad (7)$$

$$A \cap B = \{ (x, \min(u_A(x), u_B(x)), \max(v_A(x), v_B(x))) \mid x \in X \}; \quad (8)$$

$$A \cup B = \{ (x, \max(u_A(x), u_B(x)), \min(v_A(x), v_B(x))) \mid x \in X \}; \quad (9)$$

$$A \oplus B = \{ (x, u_A(x) + u_B(x) - u_A(x) * u_B(x), v_A(x) * v_B(x)) \mid x \in X \}; \quad (10)$$

$$A \otimes B = \{ (x, u_A(x) * u_B(x), v_A(x) + v_B(x) - v_A(x) * v_B(x)) \mid x \in X \}. \quad (11)$$

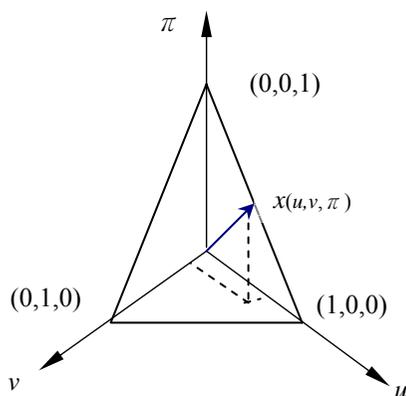


圖1 直覺式模糊數

De *et al.* (2001) 三位學者使用直覺式模糊關連 (Intuitionistic Fuzzy Relation, IFR)，進行醫學診斷 (medical diagnosis) 問題的研究，並定義直覺式模糊關連如下：

定義1 直覺式模糊關連 (IFR): 對兩個直覺式模糊集合 A 和 B 的直覺式模糊關連表示為 $\tilde{R}(A \rightarrow B)$ ， $\tilde{R} = \{(a,b), u_R(a,b), v_R(a,b) \mid (a,b) \subseteq A \times B\}$ 。

定義2 極大—極小—極大組合 (Max-Min-Max Composition)：Max-Min-Max Composition 可有效整合直覺式模糊集合 A 與直覺式模糊關連 $\tilde{R}(A \rightarrow B)$ ，以進行 IFS 與 IFR 間的推理 (reasoning) 運算，表示為 $B = R \circ A$ 且滿足下列等式：

$$\begin{aligned} u_B(b) &= \bigvee_a [u_A(a) \wedge u_R(a,b)], \\ v_B(b) &= \bigwedge_a [v_A(a) \vee v_R(a,b)], \end{aligned} \quad (12)$$

其中 $\wedge = \min$ ， $\vee = \max$ 。

3.2 模式建立

本模式運用模糊多屬性決策理論，利用語意項 (linguistic term) 來表達決策者語意，針對決策者非專長的問題，允許回答「我不知道」或「我存疑」，再運用直覺式模糊數提供分析；此外，本研究融入群體決策 (Group Decision Making, GDM) 理論，整合多位決策者意見，再進行方案績效的排序，其依以下五個步驟進行分析：(1) 評估準則的建立，(2) 各準則重要性的分析，(3) 各方案的評分，(4) 決策者群評分的彙總，(5) 各方案績效的排序，詳細內容說明如下：

步驟 1. 評估準則的建立 (Constructing the Framework of Evaluation Criteria)

綜整使用者需求訪查，智財管理經營平台的評估準則構面，包括「使用者操作需求」、「工具功能需求」、「服務品質需求」、「營運成本需求」及「與資訊系統整合」等五個構面；再參考國內外軟體工具平台評選的研究，以訂定候選的評估準則。

步驟 2. 各準則的重要性分析 (Analyzing the Weightings of Criteria)

由 m 個決策者獨立使用表 1 的比例語意量詞，對評估準則 $\tilde{c}_j (j = 1, 2, \dots, n)$ ，執行「評估準則的重要性」評估。整合各決策者 ($k = 1, \dots, q$) 共同對評估準則權重的評分，以正面隸屬函數程度與負面隸屬函數的程度表示 $\tilde{w}(c_j)$ 如下

$$\begin{aligned} \tilde{w}(c_j) &= [u_w^1(c_j), v_w^1(c_j)] \cap \dots \cap [u_w^q(c_j), v_w^q(c_j)] \\ &= [\min(u_w^1(c_j), \dots, u_w^q(c_j)), \max(v_w^1(c_j), \dots, v_w^q(c_j))] \\ &= [u_w(c_j), v_w(c_j)] \quad , \end{aligned} \quad (13)$$

其中 $[u_w^k(c_j), v_w^k(c_j)]$ 決策者 k 以 *IFS* 對準則 c_j 的重要性的評分, \cap 代表 *IFS* 的交集, $\tilde{w}(c_j)$ 代表 c_j 的重要性, 為一個直覺式模糊數。

接下來, 如何判斷 $[u_w(c_j), v_w(c_j)]$ 的大小? 我們選用評分函數 (score function, $S_w(c_j)$), 以優勢程度 (dominated degree) 來判斷評估準則權重的相對重要性, 計算方式如下:

若考量決策不確定程度 π 的影響, 則評分函數定義為

$$S_w(c_j) = u_w(c_j) - \pi_w(c_j) * v_w(c_j), \tag{14}$$

其中 $S_w(c_j) \in [-1, +1]$, 當決策不確定程度為零時 ($u_w(c_j) + v_w(c_j) = 1$), 則評分函數退化為

$$S_w(c_j) = u_w(c_j) - 0 * v_w(c_j) = u_w(c_j) \circ \tag{15}$$

步驟 3. 各方案的評分 (Evaluating the Score of Each Alternative)

完成評估準則權重的重要性評分後, 接下來, 決策者獨立使用表 2 的語意量詞, 針對 n 項評估準則 $C_j (j = 1, \dots, n)$, 分別對 m 項評選方案 $a_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 進行評估。評分的結果可表示為矩陣

$\tilde{X} = \{\tilde{x}_{ij}^k | i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n\}$, \tilde{X} 為一個 $m \times n$ 模糊分析矩陣, \tilde{x}_{ij}^k 代表決策者 d_k 以評估準則 c_j 對方案 a_i 評分。

$$\tilde{X} = [\tilde{x}_{ij}^k] = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & \dots & c_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11}^k & \tilde{x}_{12}^k & \dots & \tilde{x}_{1n}^k \\ \tilde{x}_{21}^k & \tilde{x}_{22}^k & \dots & \tilde{x}_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1}^k & \tilde{x}_{m2}^k & \dots & \tilde{x}_{mn}^k \end{bmatrix} \end{matrix}, \tag{16}$$

本研究運用定義 2 的極大—極小—極大組合 (Max-Min-Max composition, T) 運算, 彙總準則權重與評分結果, 計算單一決策者 k 評估方案的總分如下:

假設組織選擇方案的準則需求, 須方案需滿足「效益大且價格低」, 首先將評估準則分成兩類, 其中 b, p 分別代表效益導向 (benefit-oriented) 及價格導向 (price-oriented) 的評分, 接下來依據定義 2, 將效益導向及價格導向的評估準則權重與評分結果, 分別進行彙總, 計算公式如下:

假設評估準則 $c_j \in benefit$, 則極大—極小—極大組合 T

$$\begin{aligned}
 T^k(a_i) &= T(\tilde{x}_{ij}^k, \tilde{w}_j) = [u_T^k(a_i), v_T^k(a_i)], \\
 u_T^k(a_i) &= \bigvee_{c_j \in C} [u_{x_{ij}}^k(a_i, c_j) \wedge u_{w_j}(c_j)] = \max_{c_j \in C} [\min(u_{x_{ij}}^k(a_i, c_j), u_{w_j}(c_j))], \\
 v_T^k(a_i) &= \bigwedge_{c_j \in C} [v_{x_{ij}}^k(a_i, c_j) \vee v_{w_j}(c_j)] = \min_{c_j \in C} [\max(v_{x_{ij}}^k(a_i, c_j), v_{w_j}(c_j))]
 \end{aligned} \tag{17}$$

若評估準則 $c_j \in price$, 則極大—極小—極大組合修改為

$$\begin{aligned}
 T^k(a_i) &= T(\tilde{x}_{ij}^k, \tilde{w}_j) = [v_T^k(a_i), u_T^k(a_i)], \\
 v_T^k(a_i) &= \bigvee_{c_j \in C} [v_{x_{ij}}^k(a_i, c_j) \wedge v_{w_j}(c_j)] = \max_{c_j \in C} [\min(v_{x_{ij}}^k(a_i, c_j), v_{w_j}(c_j))], \\
 u_T^k(a_i) &= \bigwedge_{c_j \in C} [u_{x_{ij}}^k(a_i, c_j) \vee u_{w_j}(c_j)] = \min_{c_j \in C} [\max(u_{x_{ij}}^k(a_i, c_j), u_{w_j}(c_j))],
 \end{aligned} \tag{18}$$

其中 \vee 及 \wedge 符號分別表示為 *IFS* 的 *max* 與 *min* 運算。

步驟 4. 決策者評分的彙總 (Aggregating the Scores of Decision Makers)

本研究運用群體決策理論，彙整 1, ..., q 位決策者之直覺式模糊數，透過 *IFS* 加法與乘法運算，整合各決策者對評選方案的評分如下：

$$\begin{aligned}
 T(a_i) &= \frac{1}{q} \otimes (T^1(a_i) \oplus \dots \oplus T^q(a_i)) = [u_T(a_i), v_T(a_i)] \\
 &= \begin{cases} [\frac{1}{q} \otimes (u_T^1(a_i) \oplus \dots \oplus u_T^q(a_i)), \frac{1}{q} \otimes (v_T^1(a_i) \oplus \dots \oplus v_T^q(a_i))], & \forall c_j \notin price \\ [\frac{1}{q} \otimes (u_T^1(a_i) \oplus \dots \oplus v_T^k(a_i) \oplus \dots \oplus u_T^q(a_i)), \frac{1}{q} \otimes (v_T^1(a_i) \oplus \dots \oplus u_T^k(a_i) \oplus \dots \oplus v_T^q(a_i))], & \exists c_j \in price \end{cases}
 \end{aligned} \tag{19}$$

步驟 5. 各方案績效的排序 (Outranking the Order of Alternatives)

目前已發展出有數種方法可作直覺式模糊數排序，其中 De *et al.* (2001) 提出以下的評分函數 (score function)，計算「優勢程度 (Dominance Degree, DD) 指標」—代表決策者對各方案間的相對偏好度，以決定方案的排序如下：

$$T_{DD}(a_i) = u_T(a_i) - \pi_T(a_i) \cdot v_T(a_i), \quad 0 \leq T_{DD}(a_i) \leq 1. \tag{20}$$

方程式(17)中，評分函數為一個差值運算，考量遲疑狀況下，計算正面信心的評分與負面信心的評分差值，以決定方案的排序；指標 (T_{DD}) 的解答使用多次以極大及極小交叉運算，為一位於極大及極小間的折衷解，對過於鄰近的兩個直覺式模糊數可能無法有效鑑別。故本研究使用模糊相似概念 (Chen, 1995)，引進方案綜合滿意指標 (synthetic alternative's satisfaction index)，進

行群體滿意度 (concord) 及群體不滿意度 (discord) 雙指標的綜合運算，意思就是將正面信心度高與負面信心度高的決策者群加以區分，分別計算其與理想解 (A^*) 的距離；及與負理想解 (A^-) 的距離。一個理想的方案最佳解，必須同時滿足與理想解相似度高及與負理想解相似度低兩個條件，推導公式如下：

首先，我們定義一組群體決策者 ($k = 1, \dots, q$) 的群體滿意程度高集合 (i_u) 及群體不滿意程度高集合 (i_v) 如下：

$$\begin{aligned} i_u &= \{k \mid u > v + \pi, k = 1, \dots, q\}, \\ i_v &= \{k \mid v + \pi \geq u, k = 1, \dots, q\}. \end{aligned} \tag{21}$$

其中 $u > v + \pi$ 代表正面隸屬函數的程度大於負面隸屬函數的數值加上遲疑數值， $u \leq v + \pi$ 代表正面隸屬函數的數值小於或等於負面隸屬函數的數值加上遲疑數值。接下來，定義正面隸屬程度 (u_T) 的理想解 (A^*) 與負面隸屬程度 (v_T) 的負理想解 (A^-) 為

$$\begin{aligned} A^* &= (u_T^*(a_1), \dots, u_T^*(a_m)) = (\max_{k \in i_u} u_T^k(a_1), \dots, \max_{k \in i_u} u_T^k(a_m)), \\ A^- &= (v_T^-(a_1), \dots, v_T^-(a_m)) = (\max_{k \in i_v} v_T^k(a_1), \dots, \max_{k \in i_v} v_T^k(a_m)). \end{aligned} \tag{22}$$

再運用模糊相似原理 (Chen, 1995) 與漢明距離 (Hamming Distance)，定義群體滿意度指標 (concord index, T_c) 及群體不滿意度指標 (discord index, T_d) 為

$$\begin{aligned} T_c(a_i) &= \sum_{k \in i_u} (1 - D(u_T^k(a_i), u_T^*(a_i))) = \sum_{k \in i_u} (1 - |u_T^k(a_i) - u_T^*(a_i)|), \\ T_d(a_i) &= \sum_{k \in i_v} (1 - D(v_T^k(a_i), v_T^-(a_i))) = \sum_{k \in i_v} (1 - |v_T^k(a_i) - v_T^-(a_i)|). \end{aligned} \tag{23}$$

最後，一個理想的方案必須同時滿足高群體滿意度指標 (T_c) 及低群體不滿意度指標 (T_d) 兩個條件，但全部決策者均偏向不滿意時，須異中求同，退而求取次佳解，意即加總不滿意度的補數並取其平均數，計算求取相對不滿意度較低方案為較佳的解答，故方案綜合滿意指標 (T_{ss}) 計算如下

$$T_{ss}(a_i) = \begin{cases} \frac{T_c(a_i)}{T_c(a_i) + T_d(a_i)} & i_u \neq \phi \\ \sum_{k \in i_v} (1 - T_d(a_i)) / q & i_u = \phi \end{cases}, \tag{24}$$

其中 ϕ 代表空集合。

4. 案例說明

舉一高科技組織智財管理經營平台的評選案例，依據下列五個步驟，驗證所提的決策模式。

步驟 1. 評估準則的建立 (Constructing the Framework of Evaluation Criteria)

決策者 $d_k (k=1, \dots, q)$ 進行 IPMS ($a_i, i=1, 2, \dots, m$) 的評選，首先決策者根據組織的資訊需求，參考組織的需求文件，綜整三家提案的計畫書 (proposals)，經與需求單位充分研討，初步備選的評估準則共 18 項。為避免過於主觀選擇，故配合多屬性決策分析理論，透過使用單位 (研發、智財與人力資源部門) 的評選，以評分函數計算相對權重，並決定以準則篩選門檻 (threshold) ≥ 0 ，選擇 16 項評估準則 (除 C_{43} “知名企業使用比例” 外，其餘 15 項評估準則的 $S_w (c_j)$ 均大於零，其中 C_{43} 被選入的原因是因為組織經過討論後決議將此準則加入，並刪除屬於下一階段組織兩項需求 “設計迴避工具支援 (TRIZ)” 及 “設計迴避驗證” 功能，建立專案評估架構如圖 2。本次評估的評估準則採用雙層架構，第一層共有 5 項評估準則類別，第二層共有 16 項評估準則 $c_{jj'} (j=1, \dots, 5; j'=1, \dots, 16)$ ，評估準則 j 及 j' 的重要性分別為 w_j 及 $w_{jj'}$ 。

評估準則架構說明如下：

- (1) 「工具功能需求」(C_1)—包括專利檢索與分析 (c_{11})，專利申請管理 (c_{12})，授權管理 (c_{13})，專利監控與侵權管理 (c_{14})，研發專案管理 (c_{15})。
- (2) 「服務品質需求」(C_2)—包括教育訓練 (c_{21})，系統叫修與維護 (c_{22})，版本升級 (c_{23})。
- (3) 「產品價格需求」(C_3)—升級價格 (c_{31})，售價 (c_{32})。
- (4) 「產品市占率與聲譽」(C_4)—包括產品聲譽 (c_{41})，產品市占率 (c_{42})，知名企業採用比例 (c_{43})。

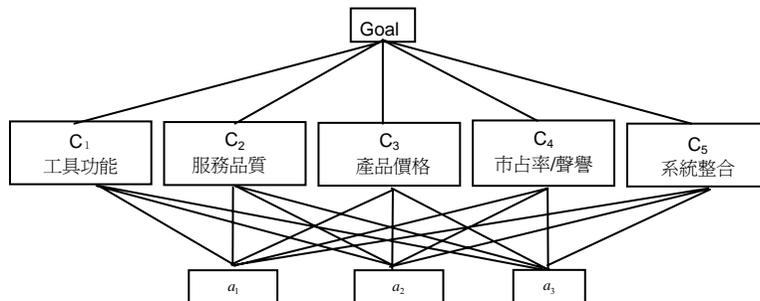


圖 2 評估準則的系統架構

(5) 「與資訊系統整合」(c₅)—包括產品系統架構 (c₅₁)，知名專利資料庫整合 (c₅₂)，與輸出入介面整合 (c₅₃)。

步驟 2. 各準則的重要性分析(Analyzing the Weightings of Criteria)

由4個決策者獨立，使用表1的比例語意量詞 (quantifier linguistic terms) 對16項評估準則，執行「評估準則的重要性」評估，並將評估結果記錄在表3。

依據方程式(13)~(15)，計算各決策者對評估準則權重的計算結果如表4的 $\tilde{w}(c_j)$ 及 $S_w(C_j)$

步驟 3. 各方案的評分 (Evaluating the Score of Each Alternative)

完成評估準則權重的的重要性評分後，接下來，由決策者 (d₁, d₂, d₃, d₄) 獨立使用表2，針對16項評估準則，3個評選方案以「直覺式模糊數」進行評估，並將評估的結果記錄在表5-1~表5-4。

其中 c₃₁~c₃₂ 代表價格導向 (price-oriented)，其他的準則代表效益導向 (benefit-oriented)，接下來利用方程式(17)~(18)分別綜整準則權重與表5的評分結果。

步驟 4. 決策者評分的彙總 (Aggregating the Scores of Experts)

依據方程式(19)，彙整4位決策者之意見並取平均值如表6。

步驟 5. 各方案績效的排序 (Outranking the Order of Alternatives)

表 3 決策者對評估準則重要性的評分

Criteria	Sub-criteria	Decision makers			
		d ₁	d ₂	d ₃	d ₄
C ₁	C ₁₁	M(0.1)=[0.5,0.4]	VI(0.0)=[0.9,0.1]	I(0.0)=[0.7,0.3]	I(0.0)=[0.7,0.3]
	C ₁₂	I(0.0)=[0.7,0.3]	I(0.2)=[0.7,0.1]	I(0.1)=[0.7,0.2]	I(0.3)=[0.7,0.0]
	C ₁₃	I(0.1)=[0.7,0.2]	VI(0.1)=[0.9,0.0]	M(0.1)=[0.5,0.4]	I(0.1)=[0.7,0.2]
	C ₁₄	I(0.0)=[0.7,0.3]	M(0.2)=[0.5,0.3]	I(0.0)=[0.7,0.3]	I(0.3)=[0.7,0.0]
	C ₁₅	M(0.1)=[0.5,0.4]	VI(0.1)=[0.9,0.0]	I(0.1)=[0.7,0.2]	VI(0.1)=[0.9,0.0]
C ₂	C ₂₁	I(0.0)=[0.7,0.3]	M(0.0)=[0.5,0.5]	I(0.0)=[0.7,0.3]	M(0.0)=[0.5,0.5]
	C ₂₂	VI(0.0)=[0.9,0.1]	M(0.2)=[0.5,0.3]	I(0.0)=[0.7,0.3]	M(0.1)=[0.5,0.4]
	C ₂₃	M(0.1)=[0.5,0.4]	M(0.1)=[0.5,0.4]	M(0.2)=[0.5,0.3]	M(0.0)=[0.5,0.5]
C ₃	C ₃₁	I(0.0)=[0.7,0.3]	VI(0.0)=[0.9,0.1]	I(0.0)=[0.7,0.3]	I(0.1)=[0.7,0.2]
	C ₃₂	I(0.1)=[0.7,0.2]	VI(0.1)=[0.9,0.0]	I(0.1)=[0.7,0.2]	I(0.2)=[0.7,0.1]
C ₄	C ₄₁	I(0.0)=[0.7,0.3]	M(0.0)=[0.5,0.5]	I(0.0)=[0.7,0.3]	M(0.0)=[0.5,0.5]
	C ₄₂	I(0.0)=[0.7,0.3]	I(0.1)=[0.7,0.2]	M(0.1)=[0.5,0.4]	M(0.1)=[0.5,0.4]
	C ₄₃	U(0.3)=[0.3,0.4]	I(0.0)=[0.7,0.3]	M(0.0)=[0.5,0.5]	N=[0.0,0.0]
C ₅	C ₅₁	I(0.0)=[0.7,0.3]	M(0.1)=[0.5,0.4]	I(0.0)=[0.9,0.1]	M(0.0)=[0.5,0.5]
	C ₅₂	I(0.0)=[0.7,0.3]	M(0.3)=[0.5,0.2]	M(0.2)=[0.5,0.3]	M(0.2)=[0.5,0.3]
	C ₅₃	U(0.3)=[0.3,0.4]	I(0.0)=[0.7,0.3]	M(0.1)=[0.5,0.4]	M(0.0)=[0.5,0.5]

表4 評估準則權重， $\tilde{w}(c_j)$ 及 $S_w(c_j)$

Criteria	Sub-criteria	$\tilde{w}(c_j)$	$S_w(c_j)$
C ₁	C ₁₁	[0.5,0.4]	0.46
	C ₁₂	[0.7,0.3]	0.70
	C ₁₃	[0.5,0.4]	0.46
	C ₁₄	[0.5,0.3]	0.44
	C ₁₅	[0.5,0.4]	0.46
C ₂	C ₂₁	[0.5,0.5]	0.50
	C ₂₂	[0.5,0.4]	0.46
	C ₂₃	[0.5,0.5]	0.50
C ₃	C ₃₁	[0.7,0.3]	0.70
	C ₃₂	[0.7,0.2]	0.68
C ₄	C ₄₁	[0.5,0.5]	0.50
	C ₄₂	[0.5,0.4]	0.46
	C ₄₃	[0.0,0.5]	-0.25
C ₅	C ₅₁	[0.5,0.5]	0.50
	C ₅₂	[0.3,0.4]	0.18
	C ₅₃	[0.3,0.5]	0.20

表5-1 評選方案的評估， $\tilde{x}_{ij}^1(d_1)$

	c ₁					c ₂		
	c ₁₁	c ₁₂	c ₁₃	c ₁₄	c ₁₅	c ₂₁	c ₂₂	c ₂₃
a ₁	VG(0.1) =[0.9,0.0]	G(0.0) =[0.7,0.3]	P(0.1) =[0.3,0.6]	F(0.1) =[0.5,0.4]	P(0.0) =[0.3,0.7]	P(0.1) =[0.3,0.6]	F(0.0) =[0.5,0.5]	P(0.1) =[0.3,0.6]
a ₂	F(0.0) =[0.5,0.5]	G(0.0) =[0.7,0.3]	VG(0.1) =[0.9,0.0]	F(0.0) =[0.5,0.5]	F(0.0) =[0.5,0.5]	F(0.0) =[0.5,0.5]	VG(0.1) =[0.9,0.0]	G(0.1) =[0.7,0.2]
a ₃	VG(0.1) =[0.9,0.0]	P(0.1) =[0.3,0.5]	F(0.0) =[0.5,0.5]	G(0.0) =[0.3,0.7]	VG(0.1) =[0.9,0.0]	G(0.0) =[0.7,0.3]	F(0.1) =[0.5,0.4]	F(0.0) =[0.5,0.5]
	c ₃		c ₄			c ₅		
	c ₃₁	c ₃₂	c ₄₁	c ₄₂	c ₄₃	c ₅₁	c ₅₂	c ₅₃
a ₁	F(0.1) =[0.5,0.4]	G(0.0) =[0.7,0.3]	P(0.0) =[0.3,0.7]	F(0.0) =[0.5,0.5]	G(0.0) =[0.7,0.3]	F(0.2) =[0.5,0.3]	F(0.0) =[0.5,0.5]	P(0.1) =[0.3,0.6]
a ₂	F(0.1) =[0.5,0.4]	G(0.0) =[0.7,0.3]	VG(0.0) =[0.9,0.1]	F(0.0) =[0.5,0.5]	G(0.1) =[0.7,0.2]	F(0.0) =[0.5,0.5]	G(0.0) =[0.7,0.3]	VG(0.0) =[0.9,0.1]
a ₃	G(0.2) =[0.7,0.1]	F(0.0) =[0.5,0.5]	P(0.2) =[0.3,0.5]	G(0.0) =[0.7,0.3]	F(0.0) =[0.5,0.5]	F(0.1) =[0.5,0.4]	G(0.1) =[0.7,0.2]	F(0.0) =[0.5,0.5]

表5-2 評選方案的評估， $\tilde{x}_{ij}^2 (d_2)$

	c_1					c_2		
	c_{11}	c_{12}	c_{13}	c_{14}	c_{15}	c_{21}	c_{22}	c_{23}
a_1	F(0.2) =[0.5,0.3]	P(0.1) =[0.3,0.6]	P(0.1) =[0.3,0.6]	F(0.0) =[0.5,0.5]	P(0.0) =[0.3,0.7]	P(0.1) =[0.3,0.6]	F(0.0) =[0.5,0.5]	P(0.1) =[0.3,0.6]
a_2	G(0.0) =[0.7,0.3]	G(0.1) =[0.7,0.2]	F(0.1) =[0.5,0.4]	G(0.0) =[0.7,0.3]	F(0.1) =[0.5,0.4]	F(0.1) =[0.5,0.4]	P(0.1) =[0.3,0.6]	G(0.0) =[0.7,0.3]
a_3	G(0.0) =[0.7,0.3]	G(0.1) =[0.7,0.2]	G(0.1) =[0.7,0.2]	VG(0.0) =[0.9,0.1]	G(0.0) =[0.7,0.3]	G(0.2) =[0.7,0.1]	G(0.1) =[0.7,0.2]	G(0.0) =[0.7,0.3]
	c_3			c_4		c_5		
	c_{31}	c_{32}	c_{41}	c_{42}	c_{43}	c_{51}	c_{52}	c_{53}
a_1	P(0.1) =[0.3,0.6]	G(0.0) =[0.7,0.3]	P(0.0) =[0.3,0.7]	P(0.1) =[0.3,0.6]	G(0.0) =[0.7,0.3]	P(0.1) =[0.3,0.6]	F(0.2) =[0.5,0.3]	P(0.1) =[0.3,0.6]
a_2	F(0.1) =[0.5,0.4]	G(0.1) =[0.7,0.2]	G(0.0) =[0.7,0.3]	F(0.2) =[0.5,0.3]	G(0.0) =[0.7,0.3]	G(0.0) =[0.7,0.3]	P(0.2) =[0.3,0.4]	F(0.2) =[0.5,0.3]
a_3	G(0.2) =[0.7,0.1]	G(0.1) =[0.7,0.2]	G(0.0) =[0.7,0.3]	G(0.0) =[0.7,0.3]	VG(0.1) =[0.9,0.0]	G(0.0) =[0.7,0.3]	G(0.1) =[0.7,0.2]	G(0.0) =[0.7,0.3]

表5-3 評選方案的評估， $\tilde{x}_{ij}^3 (d_3)$

	c_1					c_2		
	c_{11}	c_{12}	c_{13}	c_{14}	c_{15}	c_{21}	c_{22}	c_{23}
a_1	G(0.0) =[0.7,0.3]	G(0.1) =[0.7,0.2]	G(0.0) =[0.7,0.3]	F(0.2) =[0.5,0.3]	G(0.1) =[0.7,0.2]	VG(0.0) =[0.9,0.1]	G(0.1) =[0.7,0.2]	G(0.0) =[0.7,0.3]
a_2	G(0.0) =[0.7,0.3]	G(0.0) =[0.7,0.3]	P(0.1) =[0.3,0.6]	F(0.0) =[0.5,0.5]	F(0.0) =[0.5,0.5]	P(0.0) =[0.3,0.7]	P(0.1) =[0.3,0.6]	G(0.1) =[0.7,0.2]
a_3	G(0.1) =[0.7,0.2]	F(0.2) =[0.5,0.3]	G(0.1) =[0.7,0.2]	F(0.0) =[0.5,0.5]	F(0.1) =[0.5,0.4]	F(0.0) =[0.5,0.5]	G(0.1) =[0.7,0.2]	P(0.1) =[0.3,0.6]
	c_3			c_4		c_5		
	c_{31}	c_{32}	c_{41}	c_{42}	c_{43}	c_{51}	c_{52}	c_{53}
a_1	G(0.1) =[0.7,0.2]	G(0.1) =[0.7,0.2]	VG(0.1) =[0.9,0.0]	G(0.0) =[0.7,0.3]	G(0.0) =[0.7,0.3]	G(0.0) =[0.7,0.3]	G(0.1) =[0.7,0.2]	G(0.0) =[0.7,0.3]
a_2	G(0.0) =[0.7,0.3]	F(0.1) =[0.5,0.4]	P(0.1) =[0.3,0.6]	G(0.0) =[0.7,0.3]	F(0.1) =[0.5,0.4]	G(0.0) =[0.7,0.3]	P(0.1) =[0.3,0.6]	P(0.1) =[0.3,0.6]
a_3	G(0.1) =[0.7,0.2]	G(0.2) =[0.7,0.1]	F(0.1) =[0.5,0.4]	G(0.0) =[0.7,0.3]	F(0.1) =[0.5,0.4]	F(0.3) =[0.5,0.2]	F(0.2) =[0.5,0.3]	G(0.1) =[0.7,0.2]

表5-4 評選方案的評估， $\tilde{x}_{ij}^4(d_4)$

	c_1					c_2		
	c_{11}	c_{12}	c_{13}	c_{14}	c_{15}	c_{21}	c_{22}	c_{23}
a_1	P(0.2) =[0.3,0.5]	F(0.0) =[0.5,0.5]	F(0.1) =[0.5,0.4]	G(0.1) =[0.7,0.2]	F(0.1) =[0.5,0.4]	F(0.1) =[0.5,0.4]	P(0.1) =[0.3,0.6]	F(0.0) =[0.5,0.5]
a_2	G(0.0) =[0.7,0.3]	G(0.1) =[0.7,0.2]	G(0.2) =[0.7,0.1]	G(0.0) =[0.7,0.3]	F(0.1) =[0.5,0.4]	G(0.0) =[0.7,0.3]	F(0.1) =[0.5,0.4]	VG(0.1) =[0.9,0.0]
a_3	G(0.0) =[0.7,0.3]	F(0.0) =[0.5,0.5]	G(0.1) =[0.7,0.2]	F(0.0) =[0.5,0.5]	G(0.2) =[0.7,0.3]	F(0.0) =[0.5,0.5]	VP(0.3) =[0.3,0.4]	F(0.2) =[0.5,0.3]
	c_3			c_4		c_5		
	c_{31}	c_{32}	c_{41}	c_{42}	c_{43}	c_{51}	c_{52}	c_{53}
a_1	G(0.1) =[0.7,0.2]	F(0.1) =[0.5,0.4]	P(0.1) =[0.3,0.6]	F(0.0) =[0.5,0.5]	P(0.2) =[0.3,0.5]	F(0.1) =[0.5,0.4]	P(0.0) =[0.3,0.7]	F(0.0) =[0.5,0.5]
a_2	F(0.1) =[0.5,0.4]	F(0.1) =[0.5,0.5]	G(0.1) =[0.7,0.2]	G(0.1) =[0.7,0.2]	VG(0.0) =[0.9,0.1]	G(0.0) =[0.7,0.3]	G(0.2) =[0.7,0.1]	VG(0.1) =[0.9,0.0]
a_3	P(0.1) =[0.3,0.6]	G(0.1) =[0.7,0.2]	F(0.1) =[0.5,0.4]	F(0.2) =[0.5,0.3]	G(0.0) =[0.7,0.3]	F(0.2) =[0.5,0.3]	F(0.0) =[0.5,0.5]	G(0.1) =[0.7,0.2]

表6 評選方案的總分， $T(a_i)$

	a_1	a_2	a_3
d_1	[0.70,0.30]	[0.70,0.30]	[0.50,0.30]
d_2	[0.50,0.40]	[0.70,0.20]	[0.70,0.30]
d_3	[0.70,0.30]	[0.70,0.30]	[0.50,0.30]
d_4	[0.50,0.30]	[0.50,0.30]	[0.50,0.40]
平均值	[0.244, 0.0027]	[0.247, 0.0013]	[0.241, 0.0027]

依據方程式(20)，綜合決策者對三方案績效之評估，若採用優勢程度 (Dominance Degree, DD) 指標 T_{DD} ，計算結果如表7，決定方案的績效排序為 $a_2 > a_1 > a_3$ ， T_{DD} 的精度取小數點兩位則排序為 $a_2 > a_1 = a_3$ 。

由表7 發現，方程式(20) 的排序取決於決策者得判斷的「正面隸屬函數的程度」與「負面隸屬函數的程度」的差值，當兩者相差不大時，常造成評選方案的總分相近，其鑑別能力受到限制。接下來，依據方程式(21)~(24)，計算方案滿意度 (concord)、不滿意度 (discord) 指標及綜合滿意指標 (synthetic alternative's satisfaction index, T_{SS})，決定方案的績效排序如表8。

表7 評選方案的總分， $T_{DD}(a_i)$

a_1	a_2	a_3
0.242	0.246	0.239

表8 評選方案的總分， $T_{SS}(a_i)$

	a_1	a_2	a_3
d_1	$T_C=1.0$	$T_C=1.0$	$T_d=0.9$
d_2	$T_d=1.0$	$T_C=1.0$	$T_C=1.0$
d_3	$T_C=1.0$	$T_C=1.0$	$T_d=0.9$
d_4	$T_d=0.9$	$T_d=0.8$	$T_d=1.0$
$T_{SS}(a_i)$	0.513	0.789	0.263

比較表7及表8可知，優勢程度與綜合滿意指標獲得相同排序 $a_2 > a_1 > a_3$ 。但由表8可知， T_{SS} 指標可指出決策者屬於滿意集合或非滿意集合；例如 a_2 是三位屬為滿意集合，一位屬為不滿意集合，故評選方案的最高分評選方案為 a_2 ；對 a_1 是二位均屬為滿意集合，二位屬為非滿意集合； a_3 是一位屬為滿意集合，三位屬為非滿意集合，明顯看出排序為 $a_2 > a_1 > a_3$ ，這些是優勢程度指標無法提供的。在專家意見無法取得共識情況下， T_{SS} 指標可作為決策者意見交換參考，透過腦力激盪與討論，以促進決策者意見快速收斂。

5. 討論

本研究雖完成初步分析的結果，但留下部份的議題待研究，詳細討論如下：

5.1 綜合滿意度指標 T_{SS} 的鑑別能力

模糊排序方法，面對眾多案例時，常無法找到完全一致排序的準則或函數，故本小節以敏感度 (sensitivity analysis) 分析「方案整體滿意指標」與「優勢程度評估法」的鑑別能力。首先運用臨界值篩選法則，由表5找出相對權重大於0.6共有三項，分別為「專利申請管理 (c_{12})」、「升級價格 (c_{31})」，與「產品售價 (c_{32})」來比較「方案整體滿意指標， T_{SS} 」與「優勢程度指標， T_{DD} 」兩種指標的鑑別能力；分析最大權重的效益性評估準則—專利申請管理 (c_{12})，依序增加 c_{12} 的 u 數值，並降低 v 的數值，觀察方案的排序改變情況，來測試 T_{SS} 與 T_{DD} 對 c_{12} 的敏感度，並依據檢驗結果，分析指標的鑑別能力。

u 值較高，則代表決策者的信心較強，由表9顯示，當 $u \leq (v+\pi)$ 情況下 (例如 [0.1 0.8],[0.3 0.6],[0.5 0.4])，代表決策者的正面信心不足， T_{SS} 與 T_{DD} 兩指標均無法鑑別方案的排序；隨著 c_{12} 的 u 增加，當 $u > (v+\pi)$ 情況下 (例如 [0.7 0.2],[0.9 0.0],[0.9 0.1])， T_{DD} (0.24,0.25,0.24) 方案的排序為 $a_2 > a_1 = a_3$ ， T_{SS} (0.51,0.75,0.26) 方案的排序為 $a_2 > a_1 > a_3$ ，明顯的 T_{SS} 比 T_{DD} 提供更明確的決策資訊。但當不確定度 $\pi \geq 0.6$ ，例如 $[u,v]= [0.3 0.1]$ ， $(u,v,\pi)=(0.3,0.1,0.6)$ 的案例， T_{DD} 的三個方案的績分差距越來越小 T_{DD} (0.24,0.24,0.24)，且排序改變為 $a_3 = a_2 = a_1$ ， T_{SS} 績分為 (0.74,0.75,0.50)，仍保持原有排序 $a_2 > a_1 > a_3$ 。

同理以 c_{31} 與 c_{32} 對兩指標作敏感性分析，因兩準則均屬於價格性準則，其對 v 值變化較敏感，以 c_{31} 為例，測試案例隨 v 值增加，方案績效排序改變如表10。

由表10得知，當 $v > u$ ， T_{SS} 與 T_{DD} 兩指標的方案排序為 $a_1 = a_3 > a_2$ ；隨著 c_{31} 的 v 值減小， T_{SS} 與 T_{DD} 方案的排序為 $a_2 = a_1 = a_3$ (例如[0.5 0.4],[0.7 0.2],[0.9 0.0],[0.9 0.1])，但當不確定度 $\pi \geq 0.6$ ，例如 $[u,v]= [0.3 0.1]$ 及[0.10.1]， T_{SS} 與 T_{DD} 方案的排序為 $a_1 = a_3 > a_2$ ，同理重作 c_{32} 對 T_{SS} 與 T_{DD} 兩指標的敏感度分析，發現結果與 c_{31} 相近，故 c_{31} 與 c_{32} 的變化對 T_{SS} 與 T_{DD} 兩指標的敏感度是不明顯著的。

綜合上述實驗， T_{SS} 與 T_{DD} 均適用於直覺式模擬數的決策判斷，對於效益性評估準則， T_{SS} 的鑑別能力優於 T_{DD} 。由上分析結果，可透露贊不同信心度下及不同類型的準則，決策者看法對方案排序的影響。

表9 c_{12} 敏感度分析

c_{12}	T_{SS}	T_{DD}	c_{12}	T_{SS}	T_{DD}
$u=0.1, v=0.8$	$a_2 = a_1 = a_3$	$a_2 = a_1 = a_3$	$u=0.9, v=0.0$	$a_2 > a_1 > a_3$	$a_2 > a_1 = a_3$
$u=0.3, v=0.6$	$a_2 = a_1 = a_3$	$a_2 = a_1 = a_3$	$u=0.9, v=0.1$	$a_2 > a_1 > a_3$	$a_2 > a_1 = a_3$
$u=0.5, v=0.4$	$a_2 = a_1 = a_3$	$a_2 = a_1 = a_3$	$u=0.3, v=0.1$	$a_2 > a_1 > a_3$	$a_2 = a_1 = a_3$
$u=0.7, v=0.2$	$a_2 > a_1 > a_3$	$a_2 > a_1 = a_3$	$u=0.1, v=0.1$	$a_2 > a_1 > a_3$	$a_2 = a_1 = a_3$

表10 c_{31} 敏感度分析

c_{31}	T_{SS}	T_{DD}	c_{31}	T_{SS}	T_{DD}
$u=0.1, v=0.8$	$a_1 = a_3 > a_2$	$a_1 = a_3 > a_2$	$u=0.9, v=0.0$	$a_2 = a_1 = a_3$	$a_2 = a_1 = a_3$
$u=0.3, v=0.6$	$a_1 = a_3 > a_2$	$a_1 = a_3 > a_2$	$u=0.9, v=0.1$	$a_2 = a_1 = a_3$	$a_2 = a_1 = a_3$
$u=0.5, v=0.4$	$a_2 = a_1 = a_3$	$a_2 = a_1 = a_3$	$u=0.3, v=0.1$	$a_1 = a_3 > a_2$	$a_1 = a_3 > a_2$
$u=0.7, v=0.2$	$a_2 = a_1 = a_3$	$a_2 = a_1 = a_3$	$u=0.1, v=0.1$	$a_1 = a_3 > a_2$	$a_1 = a_3 > a_2$

5.2 方法的比較

為確認本模式的有效性，故與Chen, S. M.教授1994年發表於“Handling multicriteria fuzzy decision-making problems based on vague set theory”模式作比較，其運用超模糊集合 (vague set) 的交集與聯集，推導出多屬性的決策模式，並帶動相關的應用與延伸的研究 (Hong and Choi, 2000)。基於Bustince & Burillo (1996) 已證明vague set 等於Intuitionistic fuzzy set (IFS)，故運用本研究將運用相同數據與此方法作比較如下：

決策者獨立使用表2的IFN語意量詞，運用 n 項評估準則 $C_j (j = 1, \dots, n)$ ，其重要性為 $w_j (j = 1, \dots, n)$ ，分別對 m 項評選方案 $a_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 進行評估。評分結果可表示為性能評估矩陣如下

$$a_i = \{(C_1, [t_{i1}, t_{i1}^*]), (C_2, [t_{i2}, t_{i2}^*]), \dots, (C_n, [t_{in}, t_{in}^*])\}; \quad (25)$$

其中 $t_{ij}^* = 1 - f_{ij}$ ， f_{ij} 為決策者對評選方案評估值的正面隸屬程度(membership)， f_{ij} 為負面隸屬程度(false-membership of t_{ij})。假設決策者的性能評估準則為

$$C_1 \text{ AND } C_2 \text{ AND } \dots \text{ AND } C_p \text{ AND } \bar{C}_q \text{ AND } \dots \text{ AND } \bar{C}_n$$

其中 $C_1 \dots C_p$ 為效益性準則， $C_q \dots C_n$ 則為價格性準則。參考[26]的定義2.1及2.7，不考量評估準則 C_j 重要性，性能評估函數 $E(a_i)$ 可表示為

$$E(a_i) = [\min((t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{ip}), (t_{iq}^*, \dots, t_{in}^*)), \min((t_{i1}^*, t_{i2}^*, \dots, t_{ip}^*), (1 - t_{iq}, \dots, 1 - t_{in}))] = [t_{a_i}, t_{a_i}^*], \quad (26)$$

其中 $t_{a_i}^* = 1 - f_{a_i}$

Chen 針對方案的績效總分提出一個評分函數 (score function) $S(a_i)$ 如下

$$S(E(a_i)) = S[t_{a_i}, t_{a_i}^*] = t_{a_i} - f_{a_i} = t_{a_i} + t_{a_i}^* - 1, \quad (27)$$

$S(E(a_i)) \in [-1, 1]$ 。若考量評估準則 C_j 重要性，則方程式(26)須改為 $W(a_i)$ ，

$$W(a_i) = \sum_{\forall C_j} S[t_{ij}, t_{ij}^*] * w_j, \quad (28)$$

其中 $W(E(a_i)) \in [-1, 1]$ ， $1 \leq i \leq m$ ；方案排序為取各方案的績分較大者

$$p_i = \max(W(a_i)) \quad (29)$$

首先將說明案例內的資料由超直覺式模糊數 (IFN) 轉換成模糊數值 (Vague value)，再運方程式(25)~(28)，計算四位決策者的評估結果如表11的列1至列4，以方程式(29)計算結果如表11的列5。

由表 11 的計算結果，方案 a_2 為最佳方案且兩種方法所獲得的方案排序均為 $a_2 > a_1 > a_3$ ，兩種方法均可正確鑑別方案的排序：但由方程式(27)可知 Chen 所提的評分函數 $S(a_i)$ 未加入不確定度 π ，無法將 π 的影響加入決策中，對於不確定度高的決策資訊可能產生方案的排序的改變。

6. 結論

考量決策者對不確定性的決策問題，本研究的結果可有效化解決策者在評估初期的困境，了解決策者真正的意見趨向，進而增進評估方案的正確性。目前語意式的模糊決策模式大都採用模糊集合(fuzzy set)，但模糊集合的歸屬函數 (membership function) 以蘊含方式 (implicit) 表達信心程度，無法表達決策負面信心度與不確定度，本研究嘗試以直覺式模糊集合 (intuitionistic fuzzy set) 替代傳統模糊集合，以表達決策者遲疑的語意。決策者可根據其信心程度表達真實意見，依據其專業知識以正面與負面的信心程度進行估測，不必強迫決策者對不了解的題目，作出正面信心區間的回答，使多準則決策模式更趨於合理。

所研提的綜合滿意度指標將決策者區分為滿意集合及不滿意集合，綜合雙方的滿意 (concord) 及不滿意 (discord) 程度來綜合判斷，透過評估準則對方案排序的敏感性分析，發現對於效益性評估準則，「綜合滿意度綜合評估法」的強健性優於 De *et al.* (2001) 所提的「優勢程度評估法」。故透過本研究所提的方法，將直覺式模糊集合及群體決策理論運用於智財管理經營平台理論化評選，彙總企業內的使用者與此領域決策者的共同意見，正確的找到適合的資訊平台，有助於企業整體研發績效提昇，進而強化企業創新能量及競爭力。

表11 兩種不同評選方法的比較

	a_1	a_2	a_3
d_1	0.173	0.506	-0.027
d_2	-0.380	0.428	0.559
d_3	0.599	0.238	0.179
d_4	-0.065	0.665	0.090
$W(a_i)$	0.599	0.665	0.559
$T_{ss}(a_i)$	0.513	0.789	0.263

參考文獻

- 亞太智財, 「企業智財經營平台介紹」, 企業簡報資料, 民國 94 年 5 月。
- 施宏彬, 林建仲, 「多準則決策分析於知識管理系統發展改進方針之研究」, 玄奘大學資訊管理學系未出版碩士論文, 民國 93 年。
- 連穎科技, 「智慧財產權管理與企業專利管理平台簡報」, 企業簡報資料, 民國 94 年 6 月。
- 陳怡之, 曾盛恕, 林明緯, 「專利分析與專利投資組合建構-以半導體系統單晶片技術為例」, 元智大學管理研究所未出版碩士論文, 民國 91 年。
- 陳振東, 王重凱, 「知識密集服務業之智慧資本評估之研究」, 大葉大學資訊管理學系未出版碩士論文, 民國 93 年。
- 麥克·波特, 國家競爭優勢, 李明軒, 邱如美譯, 天下文化, 民國 87 年 8 月。
- 黃開義, 馬麗莎, 「應用模糊層級分析法之知識產業績效評估模式」, 大葉大學工業管理學系未出版碩士論文, 民國 93 年。
- 張忠謀: 台灣必須積極創造價值, 「前瞻 2004 全球經濟趨勢高峰會」, 民國 93 年 2 月 25 日。
- 蔡惠言, 「專利與科技產業」, 台北科技大學專利檢索與分析應用研討會論文集, 經濟部智慧財產局, 民國 93 年。
- 鄧振源, 張浩鈞, 「質化多準則評估模式及其有效性之衡量」, 華梵大學工業管理學系未出版碩士論文, 民國 88 年。
- 鄧穎懋, 鄭駿豪, 張世明, 「高科技公司建立智慧財產權管理準則之研究」, 義守大學管理科學研究所未出版碩士論文, 民國 93 年。
- Atanassov, K., "Intuitionistic Fuzzy Sets," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 20, 1986, pp. 87-96.
- Atanassov, K., "More on Intuitionistic Fuzzy Sets," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 33, 1989, pp. 37-46.
- Atanassov, K. and Gargov, G., *Intuitionistic Fuzzy Logic*, C.R. Acad. Bulgare Sc., Vol. 43, No. 3, 1990, pp. 9-12.
- Atanassov, K., "New Operations Defined over Intuitionistic Fuzzy Sets," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 61, 1994, pp. 137-142.
- Bustince, H. and Burillo, P., "Vague Sets are Intuitionistic Fuzzy Sets," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 79, 1996, pp. 403-405.
- Chen, S. J. and Hwang, C. L., *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1992.
- Chen, S. M., "Measures of Similarity between Vague Sets," *Fussy Sets and Systems*, Vol. 74, 1995, pp. 217-223.

- Chen, S. M., "Handling Multicriteria Fuzzy Decision-making Problems based on Vague Set Theory," *Fussy Sets and Systems*, Vol. 67, 1994, pp.163-172.
- Chen, C-T, "Extensions of the TOPSIS for Group Decision-making under Fuzzy Environment," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 114, 2000, pp. 1-9.
- De, S. K., Biswas, R., and Roy, A. R., "An Application of Intuitionistic Fuzzy Sets in Medical Diagnosis," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 117, 2001, pp. 209-213.
- Hong, D. H. and Choi, C-H, "Multicriteria fuzzy decision-making problems based on vague set theory," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 114, 2000, pp. 103-113.
- Hwang, C. L. and Yoon, K., *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1981.
- Illa, X. B., France, X., and Pastor, J. A., "Formalising ERP Selection Criteria," Proceedings of the 10th International Workshop on Software Specification and Design, Nov. 2000, pp. 115-122.
- Kontio, J., "A Case Study in Applying a Systematic Method for COTS Selection," Proceedings of the 18th International Conference on Software Engineering, May 1996, pp. 201-210.
- Reimann, B. C. and Waren, A. D., "User-oriented Criteria for the Selection of DSS Software," *Communications of the ACM*, Vol. 28, No. 2, Feb. 1985, pp.166-179.
- Satty, T. L., *The Analytic Process*, McGraw Hill, New York, 1980.
- Zadeh, L. A., "A Computational Approach to Fuzzy Quantifiers in Natural Languages," *Computers and Mathematics*, Vol. 9, 1983, pp. 149-184.