

智慧型超媒體適性學習環境之設計 —以財報分析教學系統為例

邱昭彰

元智大學 資訊管理學系／資訊研究所

楊子青

中山大學 資訊管理研究所

中文摘要

決策過程中，若能納入學習元素，並針對基本知識不足的決策者予以加強，將能增強決策者的分析能力及提昇決策支援系統之價值。唯有透過追蹤使用者與系統對話的過程來獲知使用者的目標、計劃等相關資訊，才能適時調整人機互動策略，以適應不同程度的使用者。因此本研究在超媒體環境中，提出了一個二階段的適性學習環境，以輔助財報分析之活動。在「學習階段」中，本研究的目標放在如何根據使用者的能力及進步情形來調整學習的內容，因此提出「複合節點」的設計概念，再結合案例庫推理與模糊邏輯所建構的「使用者模式推論」來決定適合使用者閱讀的內容深度，透過「節點內容處理」調整節點內容以組織成一適合使用者的超媒體環境。至於「測試階段」則加入了測試題目的出題、以及案例庫推理的技術，來共同判斷使用者是否已經充分學習，進而增進使用者之學習效果。藉由利用人工智慧相關技術本系統雛形已建構完成，期以提昇一適性學習與支援決策之環境。

關鍵字：案例庫推理；模糊邏輯；財報分析；過程追蹤；智慧型教學系統。

英文摘要

It's believed that the provision of learning elements and decent instruction would improve a user's decision making capability during the decision-making processes. Only when a system is able to capture a user's problem-solving behavior during user-system interaction, can a system dynamically adapt to its users with different skill levels appropriately. This research provides a two-stage adaptive multimedia-based learning environment to aid a user when conducting financial statement activities. In the "Instruction" stage the system determines a user's initial skill level based on the user's profile. A compound nodes design concept is developed and integrated with case-based reasoning/fuzzy logic techniques to construct user models based upon which the appropriate learning contents are determined. In the "Testing" stage the system generates sets of financial statements scenarios

that are used to evaluate if a user has sufficient practice. By applying innovative AI techniques the system prototype is developed and is used to improve the adaptive learning and decision support environment.

Keywords: Case-Based Reasoning; Fuzzy Logic; Financial Statement Analysis; Process Tracing; Intelligent Tutoring System.

壹、介紹

廣義的決策支援系統，應是一適應性系統，提供決策制定者彈性的能力以進行蒐集、探索與試驗【Sprague & Carlson, 1982】。雖然 Simon 的模式確為第一代決策支援系統提供了很好的概念基礎，但過於廣泛採用此模式將對決策支援系統的理論與實務發展構成嚴重的障礙。因此目前已有許多採取不同決策觀點的各類形式之決策支援系統逐漸浮現，例如由選擇最佳方案的階段轉移焦點至問題建構、創意支援與構想處理 (Idea Processing) 或是回饋分析等【Angehrn & Jelassi, 1994】。此外，決策支援系統亦可提供一模擬的真實決策情境，以增進掌握情境變化與因果互動。在這樣的環境中，系統則常需同時考量許多重要的變數並整合在一起，不可避免地具有某種程度上的複雜性【張雅芳，民國八十四年】。如果模擬內容過於複雜繁瑣，可能超出學習者的心智負荷而導致挫折感【Reigeiuth & Schwartz, 1989】。因此在決策過程中，若能納入學習元素，並針對基本知識不足的決策者予以加強，將能增強決策者的分析能力及提昇決策支援系統之價值。在 Henderson 與 Martinko【Henderson & Martinko, 1981】及 Courbon【Courbon, 1984】所提出的決策支援系統中，其主要的目標即在於提供彈性的環境，透過決策情境而引發學習。

在這種環境中，一般均具有彈性的瀏覽路徑以及結合多種媒體了聲、光、影像，使得超媒體系統備受矚目。超媒體環境與傳統電腦輔助教學系統相較，確實具有相當的發展潛力：其資訊的非線性組織較符合人類的認知體系、藉由多種媒體來呈現同一概念，可加深使用者的印象、鼓勵學習者主動參與學習、以及使用者為中

心的控制過程，而獲致個別化學習的理想。但是對於欠缺基本知識的初學者而言，常需花費很長的時間摸索方能建立自己的知識架構；對於被動的學習者而言，系統似乎無法提供適當的指引；而對於已了解部份內容的學習者則可能覺得過於簡單和無聊。此外，隨著節點的增加，認知負荷過重與迷失的現象則益形嚴重。

為解決認知負荷過重與迷失的現象，本研究首先將尋求一可行的方法以確認使用者的能力，之後再根據使用者的能力及進步情形來調整學習的內容，以提供一個彈性的環境，透過模擬的決策情境引發使用者進行學習。基於上述之研究問題與目的，本研究選擇在具有彈性的超媒體環境中，以財報分析為應用領域，提出了一個二階段的適性學習機制，即「學習階段」與「測試階段」，希望透過這兩個階段來獲知使用者的相關學習資訊，適時調整人機互動策略，提供一個彈性的環境以適應不同程度的使用者進行財報分析及決策之學習。

以下將於第二部份進行相關學習系統文獻之探討，接著在第三部份提出適性學習環境之整體架構，配合此架構於第四部份設計財報分析之教學內容，而第五、第六部份則深入探討教學環境中的學習階段與測試階段之系統設計細節，最後進行本文之結論與建議。

貳、文獻探討

超本文 (Hypertext) 是一種非循序的文字管理方法，利用鏈結將儲存在網路結構之節點上的資料串聯而形成具有關聯性的資訊。而超媒體 (Hypermedia) 乃是以超本文的非循序架構為基礎，其節點可以是文字、圖形、聲音、影像、動畫等多種媒體之資料形態所構成的系統【趙嘉平，民國八十三年】。超媒體系統的非線性資

訊表現方式挑戰著人們數千年來循序的閱讀習慣。彈性的瀏覽路徑以及多種媒體結合了聲、光、影像，使得超媒體系統備受矚目，但隨之而來的使用者迷失、認知負荷、學習程度及學習模式的差異等問題則逐漸浮現於抬面上，亟待克服。要解決上述的問題，其中最重要的前提之一在於需要了解使用者的個人特質，才能給予適當的輔助【Nisenbaum, 1994; Forslund, 1995】。然而在一個超媒體的環境之下，由於以下的四點因素而限制了系統衡量使用者學習能力的一致性【Chiu et al., 1994】：

- (1) 在使用系統的過程中，使用者會逐漸學習而成長；
- (2) 一般系統對使用者的操作錯誤相當敏感，常以一個錯誤而斷定使用者某方面的不足；
- (3) 指令與瀏覽路徑常牽涉不同的知識或技術能力，因而降低了系統對使用者推論的一致性；
- (4) 對於要將人類許多不明確界限的領域知識分隔成不同的程度類別，具有相當的困難存在。

然而大部份的電腦輔助學習系統都是在使用前，以一固定模式決定使用者的知識程度，再以此為基礎做為系統導引的參考，這種作法無法隨使用者能力動態地調整系統的教學內容與策略。例如高新發【民國八十二年】以 Agfa 公司的電子印前系統為例，提出在超媒體教學系統中實施多層導覽 (Multi-Navigation) 的概念。進入系統後，首先選定身份（教育程度、相關科系或印刷從業人員），系統介紹概況後，使用者可依導覽路線進入各部門及設備，或自行選擇學習其他部門及設備。可是這種作法是無法隨使用者能力的增長或變遷而相對地調整系統的教學內容與策略。因此 Lai et al. 【1995】認為在教育性超媒體系統上提供路徑控制是必要的，

這是因為不同學生有不同的學習速度，始能適時根據使用者目前的學習狀況控制瀏覽路徑，並減輕使用者迷失的問題。Lai et al. 探討了限制與自由間之平衡的取捨，並認為要兼顧使用者的興趣與避免迷失，應給予其一適合其程度的學習範圍，而非一預先決定好的路徑，因此他們提出漸進的學習流程 (Graceful Learning Schedule)，剛開始由教師安排教材，先學習第一部份，完成後再進入第二部份，如此依序進行。其設計上的實際作法是在瀏覽節點上給予限制，加入先行節點的概念，亦即使用者可以瀏覽的節點是根據其歷史節點之記錄，唯有在該節點的所有先行節點均已完成學習之後，才允許閱讀此節點。在這個架構之下，使用者仍保有主控學習的能力，而系統則根據其學習的程度漸進擴展其學習範圍，而獲得更佳的學習效果。但是先行節點的加入，卻時常限制了超媒體環境自由鏈結的特性，Lai et al. 的研究仍有其缺點與限制，無法提出動態且有效推論使用者能力的方法。

而 Boyle 與 Encarnacion 【1994】提出的適性超文件閱讀系統 MetaDoc，則是藉由資訊不同的詳細程度與顯示方式，使讀者簡化瀏覽過程並避免迷失。MetaDoc 允許閱讀單一節點的不同板本，主要是由解釋 (explanation) 與細節 (detail) 這兩個構面來達成。其內定的法則為：提供更多的解釋給予程度較差的使用者；而給予程度較好的使用者更豐富的細部內容。此系統透過智慧型媒介動態追蹤使用者的動作，利用 Chin 發展的 UC 系統（偵測 UNIX 使用者之使用者模式系統）【Chin, 1986】，將使用者對 UNIX 與一般電腦概念的程度分成四群：新手、初學者、中等者及專家。然後自動對應顯示資訊的深度至適合使用者的程度上。MetaDoc 的特點在於其表達並動態調整使用者模式、包含了對於文件的知識、根據解釋

與細節程度來修正顯示的資訊、操作文件而非控制鏈結，而獲致適應不同使用者需求之目標。但是 MetaDoc 僅能將使用者分為四個離散的程度等級，而非將學習程度分成連續之無限多個類別，而且合理的學習曲線也被認為應是連續而非離散性的。換言之，一個使用者在操作的過程中，其熟練度與知識的學習應為漸進而且是緩慢的移動【Norcio & Stanley, 1989】。

傳統以經驗法則為主要建構基礎之專家系統在管理上之應用雖不勝枚舉，然而這種按經驗法則之推理方式卻有其先天之限制。這些限制諸如潛在之規則互斥或矛盾問題、輸入變數間互為獨立之預先假設、及針對不確定性因素處理之能力等均為此類型專家系統力有不及之處【Chiu et al., 1991】。案例推理 (Case-Based Reasoning, CBR) 是一種電腦化的方法，為機器學習 (machine learning) 研究領域的分支之一。此方法試圖回顧過去處理問題的解決方式，並採取--類似 (analogy) 及聯結 (association) 的方式，運用於目前遭遇的問題上【Kettler, 1993】。換言之，案例推理意味著調整以前的解答以符合新的需求，使先前的案例和推論來解釋新的情境，或是針對新的問題產生合適的解決方法。因此，案例推理是一種模仿人類推理過程，且可憑藉過往發生的事件或經驗來幫助推論即將面臨之相似遭遇；即具有回憶與使用過去經驗的能力，來解決新問題之電腦技術。

針對改善現有以離散方式來劃分使用者之程度高下及缺乏適合對學習者能力具有有效動態推論之方法，本研究將提出一結合模糊邏輯與案例庫推理的方法，以達到系統機動性偵測學習者之學習狀況，自動調整學習內容以適應不同能力程度的讀者，並能在同一節點提供不同的資訊呈現方式，以保持超媒體環境自由鏈結的特性，輔助不同的使用者達到最佳的學習效果。下一部份將提出超媒體適性環境之整體架構。

參、超媒體適性學習環境之架構

本研究所發展出的適性學習環境，其整體過程包含學習與測試兩個階段。在學習階段中（如圖 3.1 所示）包括下列主要兩個步驟：

1. 個人背景描述：使用者首先輸入個人背景資料，系統將提取與此決策者相似的案例來決定最初的學習內容深度，組成適合使用者閱讀的超媒體環境。

2. 探索學習：接下來使用者可自行探索以進行學習財務分析相關內容之目標拼圖活動，此時系統隨時記錄下瀏覽路徑，當遊走數個節點之後，透過求得使用者知識的具備程度與穩定性，再結合模糊邏輯運算的方法計算出使用者學習程度之綜合指標，即時更新適合使用者學習的內容。

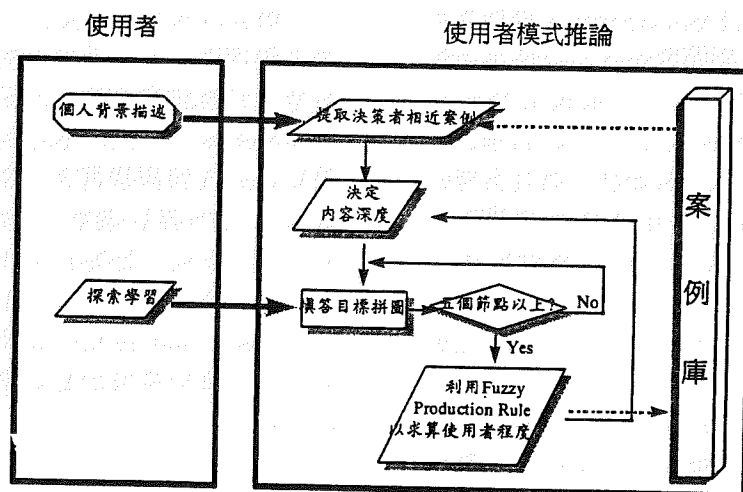


圖3.1 學習階段

另一方面，系統記錄下每一個單元目前的内容難度與時間、學習程度及拼圖已完成的列數而組成案例，藉著案例庫推理來決定是否給予使用者繼續探索與否的建議。此外，使用者亦可自行決定是否進入測試階段以了解本身財務分析決策能力。

在測試階段中（如圖 3.2 所示）使用者隨時可以接受考驗，系統將已學過和未學過的内容分別產生問題要求使用者作答，使用者是否成功解決問題將伴隨著其目前的狀況而構成案例，貯存於案例庫中。

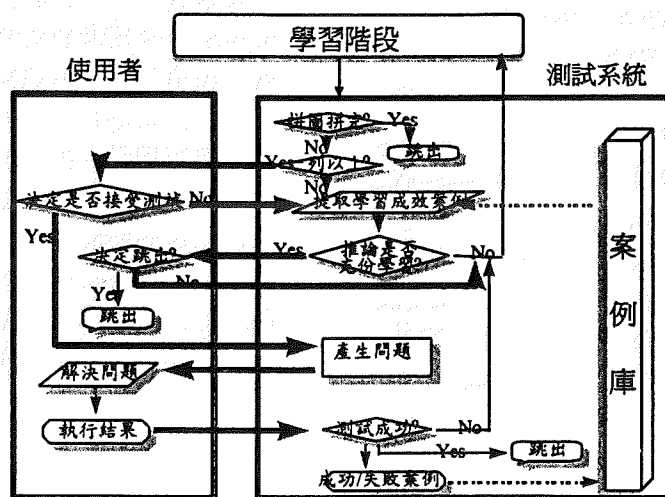


圖3.2 測試階段

綜言之，在學習階段中，本研究的目標放在如何根據使用者能力及進步情形調整學習內容；而在測試階段中，將提出一種方法來判斷使用者是否已充份學習，以

節省其學習時間。第四部份將針對此架構，說明如何配合以設計財報分析教學環境，再於第五及第六部分詳述這兩個階段的系統設計與實際運作細節。

肆、財報分析教學環境設計

本部份將說明教學內容、目標拼圖及節點關聯之內容。

一、財報分析教學內容

本教學系統分成三個單元：單元一將財報分析分成變現力、資產管理、負債管理、利潤力、市場價值比率五大類；單元二是根據上述分類，選擇 15 個重要的財務比率做為教材；單元三介紹兩個重要的財務報表－損益表及資產負債表，並將後者區分成資產項、負債項、業主權益項分

別說明。

二、目標拼圖之設計

由於系統要在使用者瀏覽教學單元時，能偵測出使用者的背景，因此特別設計了一個有趣的拼圖遊戲做為目標，見表 4.1。使用者為了要拼完一列，其所遊走的路徑就必需是正相關，否則拼圖中的該列將以此節點重新開始填起，而填完一列算是一個回合的結束。有了此目標的設定，可了解使用者對於財務比率用於衡量公司的何種能力以及對財務報表所具備的知識程度。

表4.1 目標拼圖（釋例）

類別	比率名稱	比率值分母項
變現力分析	流動比率	負債項
資產管理分析	固定資產週轉率	
...	...	...
...	...	...

三、節點關聯值設計

根據教學單元、目標拼圖的決定、及連續觀察五個瀏覽路徑之概念，設計出系統的節點關聯圖，其第 N 回合的部分結構如圖 4.1 所示，各節點之名稱及其對應學習單元整理於表 4.2。在節點關聯架構圖中，鏈結的方向表示可以瀏覽的路徑，節點間可能鏈結的關聯值 (association

value) 包含 -1，0 與 +1。當節點之間是錯誤的關聯時，其值設為 -1；節點間無相關時，設其值為 0；若是節點與節點間正確的關聯時，將值設定為 +1，此時將檢查拼圖之該值是否已經存入以防止重複的路徑，若無，則系統自動將適當的資料填入拼圖中。

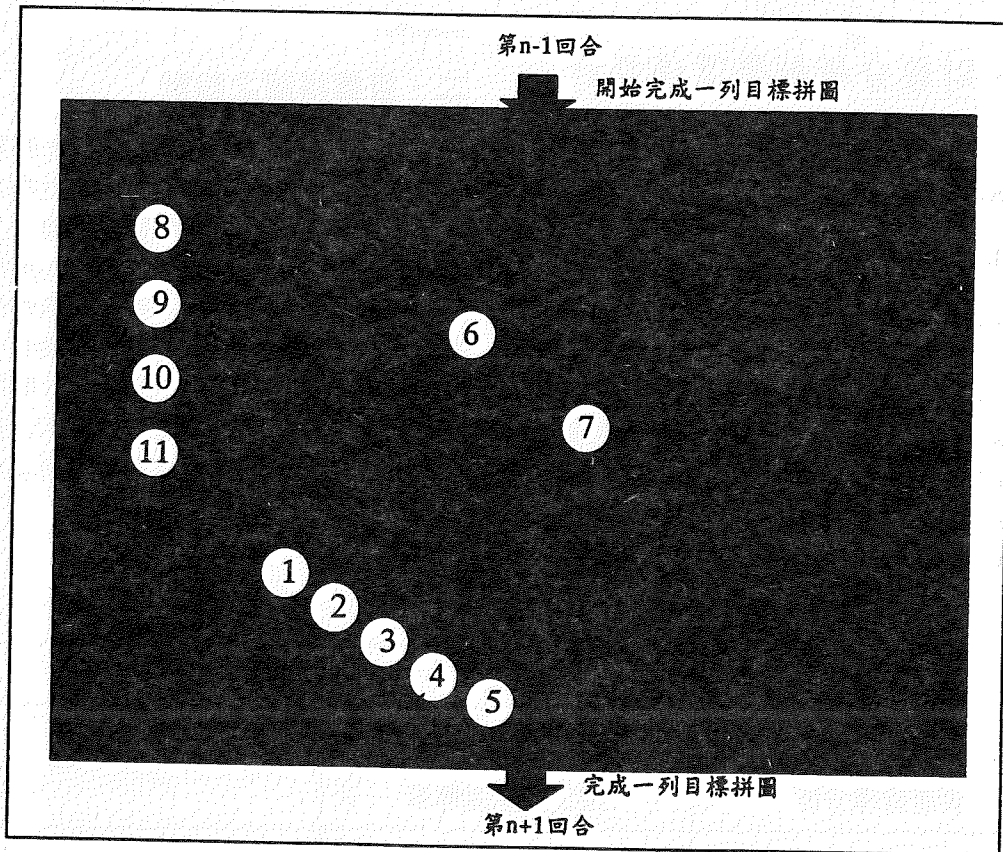


圖4.1 節點關聯之部分架構(以11個節點為例)

表4.2 關聯架構圖之節點說明

節點代號	單元	節點名稱
1	一：財務比率分析的5類	變現力分析
2	一：財務比率分析的5類	資產管理分析
3	一：財務比率分析的5類	負債管理分析
4	一：財務比率分析的5類	利潤力分析
5	一：財務比率分析的5類	市場價值分析
6	二：15個財務比率	流動比率（流動負債）
7	二：15個財務比率	固定資產週轉率（固定資產淨額）
8	三：財務報表的4大項	損益項
9	三：財務報表的4大項	資產項
10	三：財務報表的4大項	負債項
11	三：財務報表的4大項	業主權益項

茲以一個簡單的例子來說明之：假設目標拼圖已完成如表 4.1 的第一列（用以進行變現力分析的流動比率），今欲進行第二回合。在進入系統的啓始畫面後，若選擇至單元 1，其鏈結值為 +1，此時如果選擇節點 2（資產管理分析），則系統將「資產管理分析」填入拼圖的類別中。節點 7（固定資產週轉率）屬於資產管理能力的財務指標，因此節點 2 節點 7 之鏈結值定為 +1，因此若選擇此比率，系統填入比率名稱於欄位中。接下來使用者即需在損益表或資產負債表中找出分母的項目。在此比率的計算公式中，分母項為固定資產淨額且屬於資產負債表中的資產項目，因此節點 7 節點 9 為 +1，填對時系統將該資產項填入目標拼圖的「比率值分母項」中。若是拼圖中的一整列均填齊，算是達到該回合的目標，可以繼續進行下一回合，但是當一財務比率若已在某一回合被拼完，如果繼續拼此比率則無效，以避免使用者只是重覆的學習與填答。拼圖的過程中，若遇到不正確或無關的關聯（其關聯值為 -1 或 0 時），則拼圖的該列將全部清掉，以此節點做為啓始點重新出發。

在定義了節點間的關聯圖以及目標拼圖的設計下，後續兩節將深入探討適性環境中的學習階段與測試階段之細節。

伍、適性環境的學習階段

目前已有許多技術被用來設法輔助超媒體的使用者，這些技術可分為兩大類【Bolye & Encarnación, 1994】：①輔助瀏覽與指引方向，例如圖形瀏覽、書籤、階層索引等。②輔助使用者閱讀，例如藉由資訊不同顯示方式或鏈結控制，讀者不必費心於瀏覽過程的功夫而避免迷失。然而若要針對個別使用者狀況提供不同的學習內容及方式，最重要的兩個考量即是如何在超媒體環境中呈現不同的內容、以及藉系統之動態偵測使用者的瀏覽動作以對其各項能力進行瞭解【Chiu et al., 1995】。因此本研究即嘗試在超媒體環境中，納入傳統電腦輔助教學系統的控制因素，冀望結合二者的優點，而提出一個較佳輔助決策的學習的環境。如圖 5.1 所示，本研究在學習階段的概念架構上包含三個元素，其中「使用者模式推論」單元為接收使用者目前之個人背景資訊及實際瀏覽系統之動作，之後即可判定使用者知識程度並決定適合使用者閱讀的內容深度，且將此訊息傳至「節點內容處理」單元。而「節點內容處理」單元則負責調整節點內容以組織成一適合使用者的超媒體環境，而使用者在此環境中可自由瀏覽學習，同時系統則即時記錄下其遊走路徑並要求其輸入起始之個人背景資料，並藉由此循環方式在回到「使用者模式推論」與「節點內容處理」單元裏再修正節點顯示之內容，而達到適應學習者狀況的超媒體環境。

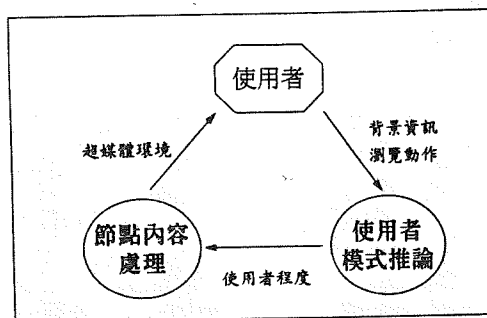


圖5.1 學習階段的概念架構

以下則針對「使用者模式推論」與「節點內容處理」這兩個重要的構成單元再加以說明。

一、使用者模式推論

「使用者模式推論」結合了案例庫推理與模糊邏輯運算之人工智慧方法，推論使用者的程度，並將此值傳送至「節點內容處理」，即可決定適合的內容深度。

1. 「案例庫推理」部份

使用者在進入本系統之後，首先需要輸入個人的背景資料如圖 5.2，系統藉由擷取案例庫裏所有類似背景的使用者過去使用系統的初始學習程度，來決定目前的使用者進入系統之學習深度。如果在案例庫推理的過程中未能提取出相近的案例，或是所取出的案例類似程度均低於所設限之門檻，則將首次學習程度值設為 0，由最簡單基本的内容學起。

圖5.2 使用者背景資料輸入

在使用者的背景資料方面，本研究根據財務診斷領域，將案例庫架構之設計、

所應用的相似評估方法及權重設定列於表 5.1 中。

表5.1 決定首次學習成效的案例庫架構

描述屬性	類型	值	域	相似評估方法	權重
教育程度	Integer	1(國中以下)、2(高中)、3(五專高職)、4(大學)、5(研究所)。	絕對模糊區域對應(容許值=3)		1
專業領域	Character	文、法、商、理、工、醫、農、其他。	精確對應		1
性別	Boolean	True(男性)、False(女性)	精確對應		1
會計	Boolean	True(修過)、False(未修)	精確對應		1
經濟	Boolean	True(修過)、False(未修)	精確對應		1
財務管理	Boolean	True(修過)、False(未修)	精確對應		1
管理會計	Boolean	True(修過)、False(未修)	精確對應		1
首次學習程度	Single	0 — 1			

在本研究中，均採用屬性加權計算法 (weighted feature computation) 來計算每個案例與目前案例的相似程度，至於本研究衡量每個描述屬性的相似評估方法主要有兩種方式：(1) 精確對應法 (exact feature value match)：如果屬性相等則其相似值設為 1，否則為 0。(2) 絕對模糊區域對應法 (absolute fuzzy range feature match)：給予一容許值，兩屬性間的相似值之差距若小於此容許值，則依差距計算界於 0 至 1 間的相似值；否則為 0。也就是當兩個屬性值分別為 a 與 b，容許值為 c，其計算公式為 $\text{Max}(0, 1 - |a - b|/c)$ 。

例如取容許值為 10 時，則 8 與 6 二數的相似性為 0.8，而 8 與 20 的相似程度則為 0。

如圖 5.3，使用者回答系統其背景描述資料後，系統分別計算案例庫中每個案例的相似程度，擷取相似性在 0.5 以上的案例排序列表。而系統則根據相似性最大的案例其初始程度當做目前使用者進入學習環境中的學習深度，若相似程度最大者同時有數個案例存在，則取其平均。決定了初始學習程度後，選擇「前往教學環境」將進入到學習環境。

初始學習之相似案例		
相似性	編號	初始程度
.81	1	.9
.81	3	.447
.619	2	.14

目前	屬性	擷取
研究	教育程度	大學
商	專業領域	商
男性	性別	女性
已修	會計	已修
已修	經濟	已修
已修	財務管理	已修
已修	管理會計	已修

系統決定之
始學習程度為 0.674

前往教學環境

圖5.3 初始學習之相似案例

2. 「模糊邏輯」部份

由於本研究所提出的動態衡量架構是針對連續五個路徑的關聯程度進行模糊運算，因此前面四個瀏覽動作，均採用由案例庫推理所決定的學習程度值做為使用者閱讀之深度；而到了第五個節點之後，系統將最近五個連續動作透過模糊邏輯轉換為知識具備程度與穩定程度，再綜合此二者之指標來產生使用者的衡量指標，並進行動態調整使用者程度。本系統之所以不

直接採用知識具備程度作為調整教材內容之根據係針對前述所提及系統對使用者的操作行為相當敏感，常以一個錯誤而斷定使用者某方面知識的不足；尚且使用者仍會因逐漸學習而成長，若僅依據單一操作行為而逕下結論，恐有誤判偏失之虞。倘能另加參酌穩定程度資訊，同時並運用模糊規則推論方法處理不確定性資訊，其綜合研判之結果將較為符合人類之思考判斷模式且能提高系統推論之正確性【Chiu

et al., 1994】。

關於模糊邏輯的模糊化、模糊法則與解模糊化的處理過程討論如下：

(1) 決定使用者領域知識的具備程度

由於關聯值為 +1 表示正確的瀏覽路徑，因此愈多的正相關表示使用者對於領域知識愈了解。此外，連續答對亦表示知識程度愈高。定義：「 $Knowledge = N1 + N2$ 」， $N1$ = 關聯值為 +1 的個數； $N2$

= 相鄰 2 次關聯值均為 +1 之數目，其歸屬函數如圖 5.4。

(2) 決定使用者知識的穩定程度

由於相鄰關聯值相同表示愈穩定，而 +1 與 -1 間震盪愈多愈不穩定。定義：「 $Stability = M1 * 2 + M2 * 1 + M3 * 0$ 」， $M1$ ， $M2$ ， $M3$ 分別是相鄰 2 次關聯值差的絕對值為 0，1，2 之個數，其歸屬函數如圖 5.5。

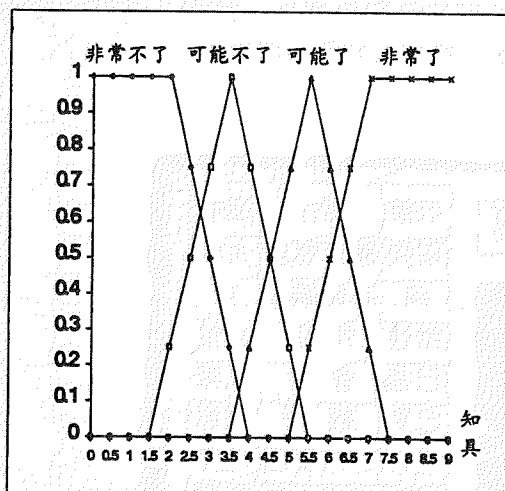


圖5.4 知識具備程度的歸屬函數

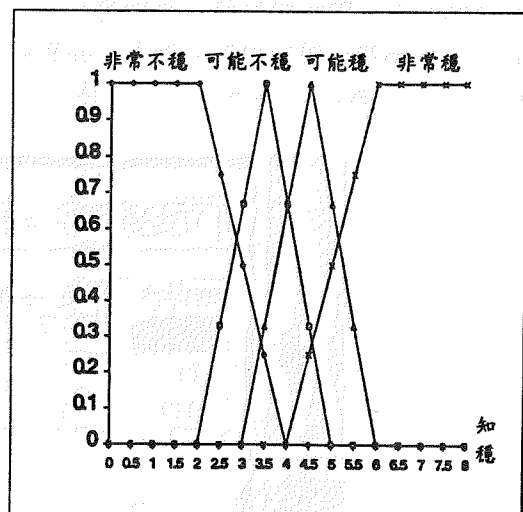


圖5.5 知識穩定程度的歸屬函數

(3) 模糊法則

將知識具備程度的四個尺度與知識穩定程度的四個尺度搭配以決定學習程度，

可定出 16 條模糊法則，列於表 5.2(以 (n) 表示第 n 條法則)。

表5.2 模糊法則

學習程度 知識穩定程度	知識具備程度	非常不了解	可能不了解	可能了解	非常了解
	非常不穩定	極差(1)	極差或差(2)	差或普通(3)	普通或佳(4)
	可能不穩定	極差(5)	差(6)	普通(7)	佳或極佳(8)
	可能穩定	差(9)	普通(10)	佳(11)	極佳(12)
	非常穩定	差或普通(13)	普通或佳(14)	極佳(15)	極佳(16)

(4)輸出變數之歸屬函數

吾人將學習程度定義為 0 至 1 間的實數值，並區分為五種程度，值愈大表示程度愈佳。圖 5.6 為其歸屬函數圖。根據此

函數圖形可進行解模糊化的動作，而將模糊的結果轉為明確的輸出值做為使用者程度之指標。

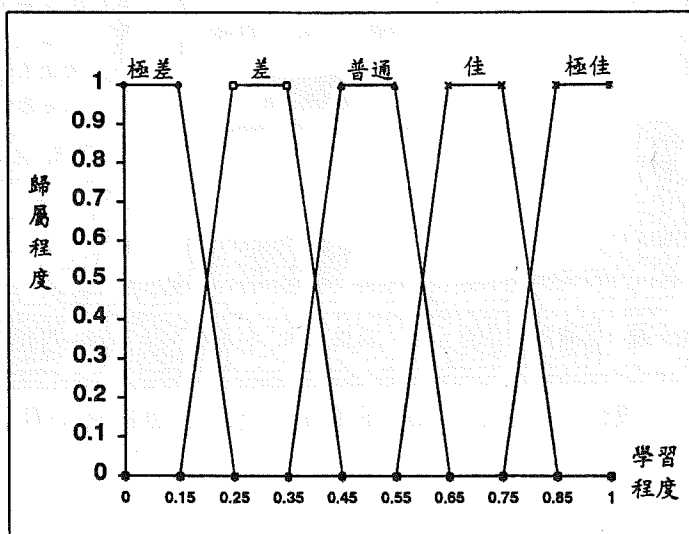


圖5.6 學習程度的歸屬函數

茲以一例說明之。如圖 5.7，其「目標拼圖」中的類別、比率名稱、比率值分母項均已完成，系統出現「恭喜！完成一列目標拼圖」的訊息，在按了「確定」之後，「目標拼圖」將清除重新開始，而觀察視窗中的「拼圖完成列數」則加 1。而且使用者的瀏覽動作已具有了五個步驟，此時系統開始運用模糊邏輯計算其學習程度。該使用者最近的五個連續觀察值為 $<+1, -1, -1, +1, +1>$ ，經過模糊邏輯的運算過程算出目前學習成效為 0.447，並據以組織成適合使用者學習能力的內容。由於此時是第一次透過模糊邏輯進行運算，因此計算結果為「首次學習成效」之值，寫入案例庫中，可做為對於未來新的使用者剛進入學習系統的首次學習成效推論之依據。

二、節點內容處理

在本研究的適性環境中，為了保有超媒體環境自由鏈結與瀏覽的特色，特別提出「複合節點」(Compound Nodes)的觀念，將超媒體環境中的每個節點分別依照教學專家認為的深度與相對應之內容所複合而成，如圖 5.8 所示，並未限制與控管節點間的鏈結，而是利用單一節點呈現不同層次的内容，來達到漸進學習與適應使用者程度的目標。每個節點按照其深度由簡而深分別加以鏈結：「内容深度」是專家主觀決定該内容的困難程度，其值為 0 至 1 間，值愈大表示難度愈高，愈適合知識程度較高之學習者學習。本研究之財務教學環境根據領域問題的特色，將每個節點利用「說明」、「用途」、「實例」三個維度分別表達成不同内容深度的内容；「節點内容」包含了該内容深度所要給予使用者學習的教材；「複合連接」則指到下一層次深度之内容。

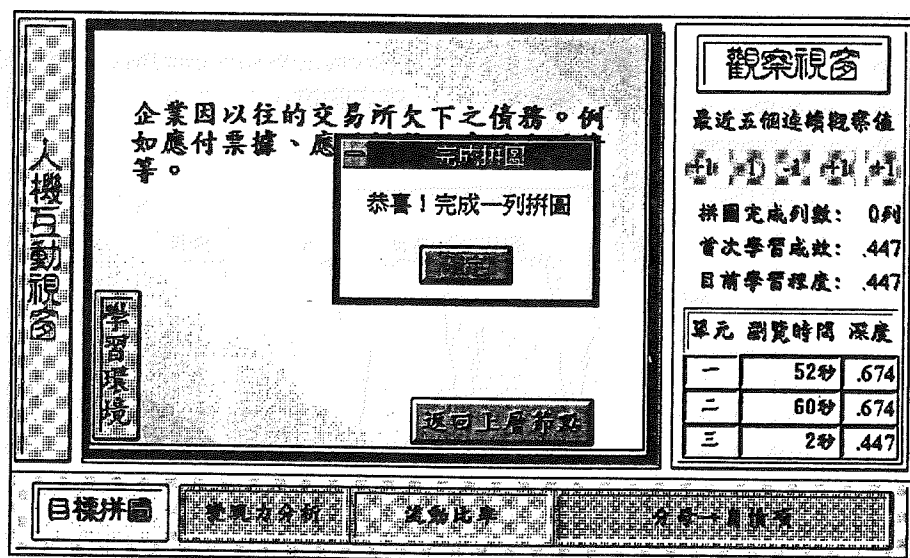


圖5.7 完成一列拼圖並首次達到五個瀏覽步驟

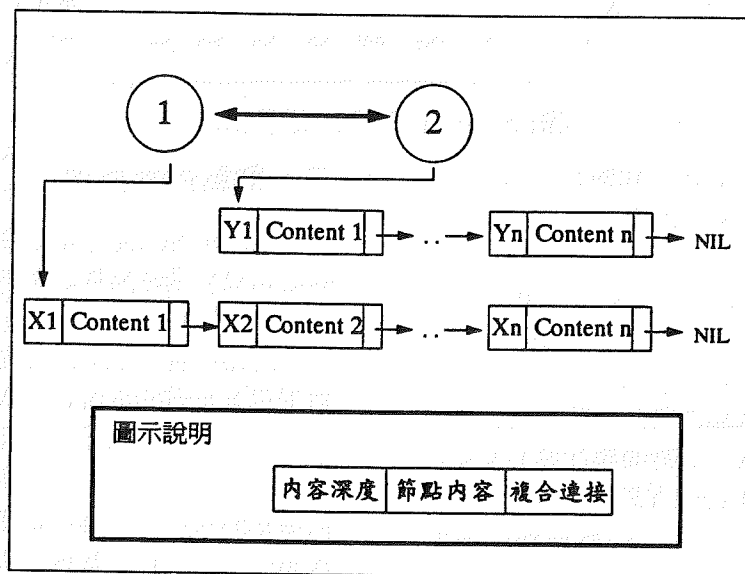


圖5.8 複合節點

「節點內容處理」最主要的動作即是根據「使用者模式推論」所決定的使用者程度，針對瀏覽節點組織成合適的內容。其作法是將該節點所有小於或等於使用者程度的內容利用增加於其後 (append) 的方式複合而成。

今以系統實際運作情形做為說明。圖 5.3 的例子中，案例庫推理決定目前使用

者的學習成效值為 0.674，假設該使用者選擇閱讀「資產管理分析」之節點，而表 5.3 則是資產管理分析節點的設計實例。配合本研究所提的「複合節點」概念，其所有內容深度不大於使用者程度的教材以複合的方式組織成適合使用者閱讀的學習內容，如圖 5.9 螢幕上的「人機互動視窗」所示。

表5.3 複合節點「資產管理分析」之內容

節點名稱	內容深度	內容	容
資產管理分析	0.0(說明)	資產管理比率所衡量的是公司在資產管理方面的效率。	
	0.4(用途)	此比率能提供下列問題的答案：就目前和未來營運水準而言，報導在公司的資產負債表中的各項資產，其數額是否太高、合理或偏低？	
	0.6(舉例)	若公司舉債買進過高的資產，則它將負擔過高的利息費用。	
	0.7(舉例)	反之，若公司的資產太少，則其營運效率可能就無法提高。	

觀察視窗

最近五個連續觀察值

拼圖完成列數: 0列
首次學習成效: 0
目前學習程度: .674

單元	瀏覽時間	深度
一	23秒	.674
二	0秒	0
三	0秒	0

目標拼圖

資產管理分析 比率名稱 比率值分母項

學習環境

返回上層節點

圖5.9 第一個瀏覽動作

圖中的「觀察視窗」也有一些變化值得注意。由於「資產管理分析」是屬於單元一的學習內容，此時系統開始累計停留於該單元的「瀏覽時間」，並將此時的閱讀程度值存入該單元的「深度」中。而在「最近五個連續觀察值」中，系統根據先前定義的節點間之關聯值，決定此動作爲+1、-1或0。至於「目標拼圖」中，由於「資產管理分析」是五個衡量類別的其

中一種，因此將之填入「類別」中並同時改變其背景顏色，以方便使用者了解目前拼圖完成的狀況。「節點內容處理」記錄下這些數值，再藉由上述討論過的「使用者模式推論」即可達到動態調整使用者閱讀素材的目的。第六部份將把重心轉移至測試階段上，探討使用者在使用系統的過程中，是否需要繼續進行學習。

陸、適性環境的測試階段

本研究在這個階段加入了測試題目的出題、以及案例庫推理的技術，來共同輔助使用者決定在此適性環境中是否已達充

分學習，進而節省在此環境的閱讀時間。

假設使用者已經完成了一列拼圖以上，但是尚未完全填完，則此時使用者在任何瀏覽動作之後均可決定參與測試，此時系統畫面如圖 6.1 所示。

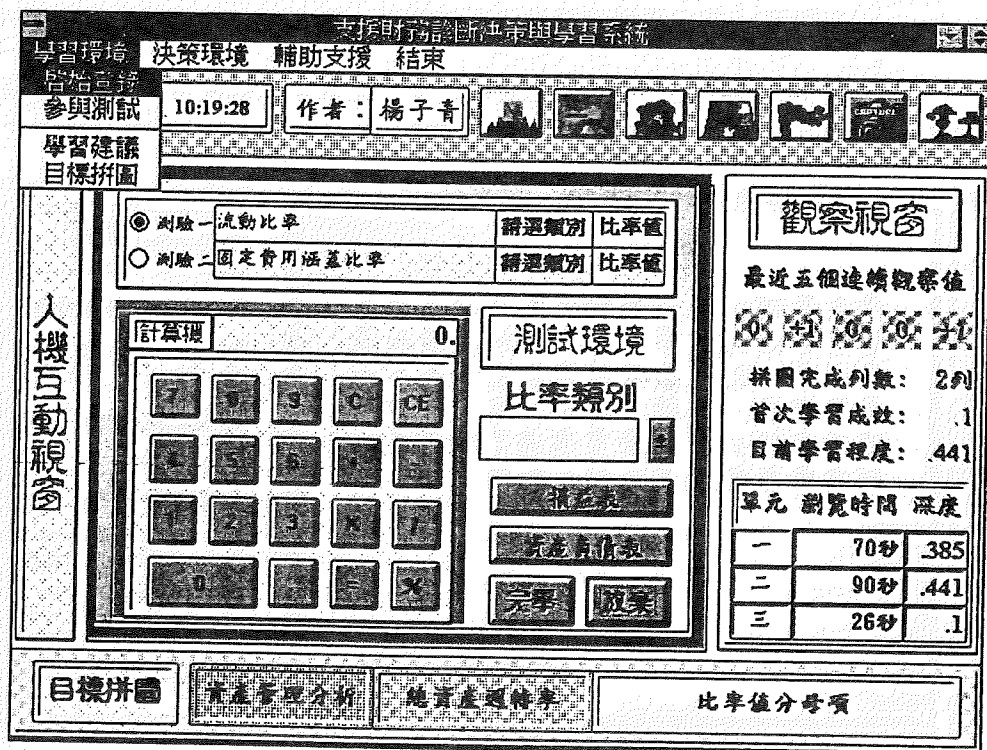


圖6.1 測試環境之啓始畫面

系統隨機自動產生兩類測驗題，測驗一是用以測試使用者在其學過的內容之學習結果，而測驗二則是代表了使用者對於未在系統中學過的內容是否早已了解。在測試過程中，需要回答財務比率衡量的類別與比率值，如此之設計不僅能測驗出使用者對於財務比率的了解，而且使用者為了計算比率的值，還需進入損益表與資產負債表找出其計算公式中的分子與分母所在的財務項目，給予使用者了解財務報表

的機會。

假設使用者完成測試，此時系統將計算並公佈測試的結果，如果使用者均能答對，將認為基本的財務比率基本知識已經建立，否則將要求使用者繼續停留在此環境中再行探索。同時系統將此時使用者的狀態放入案例庫中，如表 6.1，做為後續之「學習建議」的參考案例。系統會隨著測試個案的增加而逐漸擴展，使得案例庫推理的動作構成了一個回饋的過程。

表6.1 推論測試結果的案例庫架構

描述屬性	類型	值	域	相似評估方法	權重
拼圖完成列數	Integer	0-15列		絕對模糊區域對應(容許值=5)	1
首次學習程度	Single	0-1		絕對模糊區域對應(容許值=0.3)	1
當時學習程度	Single	0-1		絕對模糊區域對應(容許值=0.3)	1
單元一、二、三之時間	Integer	0秒以上		絕對模糊區域對應(容許值=100)	1
單元一、二、三之深度	Single	0-1		絕對模糊區域對應(容許值=0.3)	1
測驗一類別	Boolean	成功(True)、失敗(False)			
測驗一比率	Boolean	成功(True)、失敗(False)			
測驗二類別	Boolean	成功(True)、失敗(False)			
測驗二比率	Boolean	成功(True)、失敗(False)			



圖6.2 測試之最相似案例 (未能通過)

如果使用者決定不參加測試，而希望系統給予學習方面的建議，則使用者可以選擇「學習建議」的功能，透過案例庫中過去使用者接受測試之結果及其當時的學習情況，提取出與目前學習者學習情況最為類似的案例，列於「人機互動視窗」中，如圖 6.2 所示。此例中測試一均通過，而測試二在分析類別及比率值計算均答錯，使用者在按了「建議內容查閱」之後，系統將根據此案例的測試結果給予目前使用者學習方面的建議。其建議是使用者需繼續在學習環境中探索，並注意財務比率應用的分析型態及比率值計算公式中的項目與財務報表的關係。

柒、結論與建議

基於對決策支援系統應擴展為一廣義之適應性支援系統的理念 -- 即此未來之系統不僅能協助問題解決，並應具備提供使用者一彈性環境以輔助進行問題之蒐集、探索與試驗。而在決策過程中，若能納入學習元素，針對基本知識不足的使用者予以協助並增強其解決問題的分析能力，應可創造與提升決策支援系統的價值。儘管近年來以電腦輔助學習與決策分析的實例不勝枚舉，基於當初專家學者所期望決策支援系統應能協助解決所謂半結構 / 非結構 (semi/ill structured problems) 的理念下；再綜觀這些實際應用內容，不難發現，大部份系統實例仍然未能超越傳統管理資訊系統的範疇。檢討其中原因之一即是人機交談介面之設計欠缺親和力；互動方式停留在被動式反應；及系統無法更具人性化地主動探索使用者之認知模式等，均為阻礙決策支援系統廣為使用者接受之主因。為加強在以超媒體方式呈現之輔助適性學習與決策分析之環境下，本研究提出一可行研究架構並依此發展一雛形系統。其主要之目的在於協助解決系統在

於有效解決：

- (1)傳統系統對於擬人化判斷之限制與困難；
- (2)提出一套有效解決對於知識程度分類不一致性與不確定性問題；
- (3)降低一般專家系統推論使用者推論模式所造成對使用者之之敏感論斷。

本研究發展之雛形系統利用人工智慧相關技術以有效紀錄及分析使用者與系統間互動的過程；進而適時調整人機互動策略以適應不同程度之使用者。在所應用之技術中，案例庫推理被適合地運用在使用者模式之型態辨識，可有回憶與使用過去經驗的能力，來解決新問題之效用。模糊邏輯在整合各類異質或關連性之使用者相關資訊，並在協助化解不一致性資訊上發揮其果效。

總言之，本研究所獲致的結果與特色可就下列五個主要構面來說明：

- (1)由人機互動過程中立即取得使用者的知識程度

本研究於一個超媒體教學環境中，建構並發展出一個動態觀察使用者學習程度之架構。藉由節點間的關聯值設定、提供一個開放性的財務分析教學系統，以及給予使用者一個目標拼圖的驅使下，該架構可以在連續觀察數個使用者的瀏覽路徑後，立即衡量出現階段使用者所具備的領域知識程度及其穩定性，進而決定使用者的學習程度及適合之內容。

- (2)符合人類漸進的學習過程

本研究同時克服了在超媒體環境中衡量使用者程度的困難性，藉由模糊邏輯的使用，將具有不確定性因素的知識具備與穩定程度轉換為一個明確的輸出值，使所獲得的結論更近似於人類的思維，並簡化判斷法則。而且此值是介於 0 與 1 間的實數，符合使用者漸進而緩慢移動的學習曲線。

- (3)隨使用者知識程度的改變而動態調整學

習內容

本研究透過案例庫推理與模糊邏輯合力決定在學習環境中，使用者目前的知識程度。加上「複合節點」概念的設計，系統根據使用者的程度及所欲瀏覽的節點調整學習內容，以減輕學習者的知識負荷量，同時保留了超媒體自由鏈結的特性。

(4)透過測試環境與案例庫推理決定使用者是否需要繼續學習

本研究所設計的測試環境，針對使用者學過與未學過的內容進行測試，系統將記錄下使用者目前的狀況與測試結果，做為往後學習者瀏覽時間的參考依據，進而節省學習時間。此外，測試環境納入了學習的成份，為了完成測試，使用者需具備財務比率知識，同時於財務報表中選擇計算公式中的財務項目值，這對於了解財務報表與比率間的關係將有所幫助。

(5)案例庫的擴充

本研究使用案例庫推理的技術應用於學習環境上，並強調案例庫的擴展。例如使用者在首次完成五個瀏覽動作之後即將此學習程度值伴隨著使用者的背景知識組成案例，而在診斷的過程中亦同樣設計了類似的功能，系統將能夠在與使用者互動的過程中擷取一些重要的屬性將之併入案例庫中。如此的架構將能使案例庫逐漸成長，而擴充輔助人類決策者的記憶。

本研究後續將針對下列幾個主要的觀點繼續深入探討：

(1)評估系統效能

利用本研究所發展的雛形系統，針對尚未學過財報分析相關課程的大二學生，分成兩組進行測試。其中一組為傳統之超媒體教學環境，另一組則加入適性環境的構成要素，透過統計分析檢定後者的學習成效是否顯著優於前者。

(2)模糊輸入變數的擴充

本研究採用模糊理論將知識程度與穩定性兩個主要變數結合成一衡量指標，在

變數方面可以再行擴充，例如每個瀏覽動作之操作時間等。

(3)給予使用者建議之擴展

本研究在學習階段僅限於給予使用者其走過與未走過路徑是否充份了解之建議，未來之研究可以加入使用者欠缺哪些知識與錯誤概念所在之處，以真正輔助使用者解決問題。

(4)案例庫之建構與維護

本研究目前未考慮如何取舍案例以構成較佳的案例庫、如何調整案例以適應不同的使用者、以及擷取相似案例的演算法，而且案例的權重設定與相似程度的定義均為主觀設定值，這些問題有待後續研究來繼續擴充，以使整個系統架構更加完善實用。

* 感謝國科會補助研究計畫 NSC86-2416-H-155-002 支持本研究之進行

捌、參考文獻

高新發，民國八十二年 高新發，"超媒體教學系統多層導覽設計之研究-以電子印前系統為例"，ICCE'93 國際電腦輔助教學學生學術研討會論文集，民國八十二年十二月，pp. 29-34.

趙嘉平，民國八十三年 趙嘉平，"超媒體環境中的尋跡功能"，國立交通大學資訊管理研究所碩士論文，民國八十三年。張雅芳，民國八十四年 張雅芳，"一個企業經營模擬軟體之學習歷程初探"，第四屆國際電腦輔助教學研討會論文集，民國八十四年三月，pp. S8-14-S8-19.

Angehrn and Jelassi, 1994 Angehrn, A. A. and Jelassi, T., "DSS Research and Practice in Perspective," Decision Support Systems, Vol. 12, 1994, pp. 267-275.

Boyle & Encarnacion, 1994 Boyle C. and

- Encarnacion, A. O., "Metadoc : An Adaptive Hypertext Reading System," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, Vol. 4, No. 1, 1994, pp. 1-19.
- Chin, 1986 Chin, D., "User Modelling in UC : the Unix Consultant," *Proceedings of the CHI-86 Conference*, 1986.
- Chiu et al., 1991 Chiu, C., Norcio, A. F. and Petrucci, K. E. "Using Neural Networks and Expert Systems to Model Users in an Object-Oriented Environment," *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, 1991, pp. 1943-1948.
- Chiu, et al., 1994 Chiu, C., Norcio, A. F., Hsu, C., "Reasoning on Domain Knowledge Level in Human-Computer Interaction," *Information Sciences (Applications): An International Journal*, Vol. 1, No.1, 1994, pp. 31-46.
- Chiu, et al., 1995 Chiu, C., Jih, H. J. , and Hsu, C., "Supporting Network Based Learning Environments: Performance Monitoring by Causal Modeling," *International Journal of Educational Telecommunications*, Vol.1, No.2/3, 1995, pp. 309-321.
- Courbon, 1984 Courbon, J. C., "Transparency of Data, Information and Models in Decision Support Systems," in *Operational Research*, Brans, J.P.(eds), Elsevier Science Publishers, 1984.
- Forslund, 1995 Forslund, G., "Toward Cooperative Advice-Giving Systems," *IEEE Expert*, August 1995, pp. 56-62.
- Henderson & Martinko, 1981 Henderson, J. C. and Martinko., M. J., "Cognitive Learning Theory and The Design of Decision Support Systems," *DSS-81, Proceedings of The First International Conference on Decision Support Systems*, Atlanta, GA., 1981, pp. 45-50.
- Kettler, 1993 Kettler, K., "Case-Based Reasoning: An Introduction," *Expert Systems with Applications*, Vol. 6, No. 1, 1993, pp. 1-2.
- Lai et al., 1995 Lai, M. C., Lien, H. M. and Yuan., S. M., "Navigation Control in Educational Hypermedia," *The Fourth International Conference on Computer Assisted Instruction*, 1995, pp. S2-1-S2-6.
- Nisenbaum, 1994 Nisenbaum, P., "Building Flexible User Interfaces," *Information Systems Management*, Winter 1994, pp. 62-67.
- Norcio & Stanley, 1989 Norcio, A. F. and Stanley, J., "Adaptive Human-Computer Interfaces:A Literature Survey and Perspective," *IEEE Transactions of Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 19, No. 2, 1989, pp. 399-408.
- Reigeiuth & Schwartz, 1989 Reigeiuth, C. M. and Schwartz, E., "An Instructional Theory for the Design of Computer-Based Simulations," *Journal of Computer-Based Instruction*, Vol. 16, 1989, pp. 1-10.
- Sprague & Carlson, 1982 Sprague, R. H. Jr. and Carlson, E. D., *Building Effective DSS*, Prentice-Hall, Inc., 1982.