

智慧型教學系統－運用模糊理論

李威璋、江泰緯、黃慶豐、許憶如

南華大學資訊管理學系

吳光閔副教授

graham@mail.nhu.edu.tw

南華大學資訊管理學系

摘要

傳統教學的方法在評斷學生的學習效果是否良好，一般都以學生對一個學習單元「懂」或「不懂」做依據，但是在這兩個極端分界之中，其實還存在著許多模糊空間，所以在評量學生的學習效果時，學生對於評量測驗的作答結果與正確答案不符合時，不能保證學生對於此概念的瞭解程度完全不擁有。

本系統將模糊理論及類神經網路技術予以結合，利用網際網路之便利性，建置一個推論學生學習成效之系統，模糊理論用於整合老師問卷之資料，得到概念間權重矩陣及測驗題與概念權重矩陣，結合一個三層的類神經網路架構。根據學生測驗的資料，推論出學生的學習情況，結合模糊理論，建立模糊介面，對建議與診斷之描述提供更口語化的呈現方式。所以本系統具有個別性、全面性、容錯性、遠距性之特性。

關鍵字：模糊理論、類神經網路、模糊德菲法

壹、緒論

比爾蓋茲曾說：「線上學習將會是未來趨勢」，因此如何有效結合傳統教學及資訊科技，將會對教育產生重大變革。在傳統教學的方法在評斷學生的學習效果是否良好，一般都以學生對某一個學習單元「懂」或「不懂」做依據，但是在這兩個極端分界之中，其實還存在著許多模糊空間，換言之，學生對於評量測驗的作答符合了正確答案，卻不能保證學生對於此概念完全的瞭解，同樣的，假使學生對於評量測驗作答不正確時，亦不能推論出該學生對於此概念完全不懂。此外，在學生的學習領域上，一個教學單元所涵蓋的學習概念，通常不只一個，並且每一個學習概念的重要程度，分別不同。所以只用明確

的分界「懂」或「不懂」來評斷學生的學習效果，在教學內容上將無法依照學生在每一個學習概念的了解程度之差異，而適時的採用適當的教學內容。

因此在評量學生的學習效果時，學生對於評量測驗的作答結果符合了正確答案，卻不能保證學生對於此概念真正擁有完全的瞭解程度。同樣的，假使學生對於評量測驗的作答結果與正確答案不符合時，也不能保證學生對於此概念的瞭解程度完全不擁有。更因為在教學內容中的教材，通常包含有多個概念的集合，並且隱含有延伸及模糊的概念，以致於在學習概念的程度上，更難以獲得正確的推論結果。因此學生在使用一般的電腦輔助教學系統時，常常無法獲得很好的學習效

果，以致於在學習過程中，經常有認知迷思的現象發生。這是因為系統對於學生的學習歷程，欠缺良好的推理能力，以及無法正確的掌握住學生的學習狀態。

基於上述存在的各種現象，本專題在於嘗試結合模糊理論及人工智慧的技術，並且將它應用在教學評量系統上，以期對於學生的學習歷程加以分析，且針對學習者測驗結果，也應有自動判讀能力。

因此，本系統建構的目的有：

(一) 探討如何依據學習者對於教材的反應及評量題目作答之結果，更為精確的來分析學生對於每一個學習概念的認知程度，藉以適時提供學習者真正需要的學習教材。

(二) 探討如何剖析學生的學習過程，與檢討學習的盲點及操作習性，以建立個人化的學習者模式，並藉以促成有效的學習。

(三) 嘗試結合模糊理論與人工智慧的技術，開發中文化智慧型教學系統。使得系統能有類似專家般的能力，對於學習者的個人特質能有所推論，以提供更適合學習者需求的學習教材。

(四) 剖析學生的學習過程與檢討學習的盲點及操作習性，以建立起個人化的學習者模式，並藉以促成有效的學習。

貳、相關文獻探討

一、類神經網路定義

類神經網路(artificial neural network)是一種計算系統，包含軟體與硬體，它使用大量簡單的相連人工神經單元來模仿生物神經網路的能力。人工神經元是生物神經元的簡單模擬，它從外界環境或者其他人工神經元取得資訊，並加以非常簡單的運算，並輸出其結果到外界環境或者其他人工神經元。

類神經網路是模仿生物神經網路的資

訊處理系統，具有推論非明確界定性數據能力及自我學習和適應能力[1]。類神經網路的基本架構[2]

可分成三個層次：

(一)處理單元(processing element, PE)

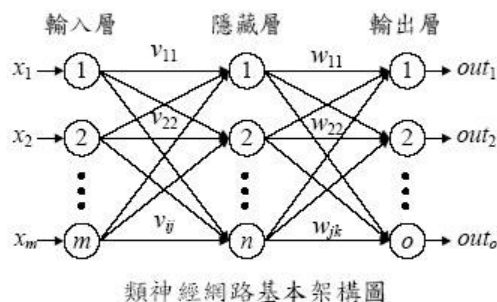
類神經網路組成的基本單元，處理單元的作用可用三個函數來說明：集成函數、作用函數、轉換函數。

(二)層(layer)

若干個具相同作用的處理單元集成「層」，層本身也有三種作用：正規化輸出、競爭化輸出、競爭化學習。

(三)網路(network)

若干個具有不同作用的層集成網路，網路本身也有二種作用：學習過程、回想過程。



二、模糊理論

模糊理論(fuzzy theory)的起源，是由加利佛尼亞大學柏克萊分校(U. C. Berkeley)的札德(L. A. Zadeh)教授，於1965年在資訊與控制(Information and control)學術專門期刊上首先發表提出的” Fuzzy set” [4]。對於模糊集合(fuzzy set)理論的解釋，他定義為：「某一集合元素屬於某個集合的程度，可用0和1之間的某個數值來表示的方法」。

(一) 模糊理論的基本概念

Zadeh 教授提出的模糊邏輯，是以一種數學模型來描述語意式模糊資訊的方法，其實這種方法是一種傳統明確集合理論(crisp set)的推廣型式。在傳統的集合理論

中，論域中的一個元素與一個集合之間的關係，可分為「屬於」或「不屬於」二種。而一個元素對於一個集合的隸屬程度具有相當明確的二元關係，也就是說，不是0就是1。而「模糊集合」是傳統明確集合的一種推廣型式，因為在模糊集合的理論中，允許一個元素對於一個集合的隸屬程度可以介於0到1之間的任意值。

(二) 模糊集合

模糊集合指某一集合元素屬於某個集合的程度，用0和1之間的某個數值來表示的方法[3]。完全屬於時，用1來表示，完全不屬於時，用0來表示，其它屬於中間時，依照所屬程度給予0和1之間的數值。

模糊數是Dubios 和Prade 在1980 年所提出[5]，而模糊集合如果滿足下列三點特性便稱之為模糊數。

- 1.此模糊集合是定義在實數軸R上。
- 2.此模糊集合是凸集合(convex set)。
- 3.此模糊集合是經過正規化處理的。

模糊數的表達型式有很多種，其中最常見的有三角形模糊數(triangular fuzzy number)、L-R 模糊數(L-R fuzzy number)、及梯形模糊數(trapezoidal fuzzy number)等三種。而其中以三角形模糊數為典型的模糊數代表。

(三) 語意變數與隸屬函數

語意變數(linguistic variables)是用模糊集合來表達其值的變數，它能夠將敘述性的文字或語詞表示成值，而利用這種特性來解決不確定的情況及非量化系統的問題。通常語意變數所採用的語詞以自然語言為主，例如將專家對問題的看法：{非常重要、重要、普通、不重要、非常不重要}，利用語意變數轉換為模糊評估值，以達到量化之目的。

隸屬函數(membership function)是特徵函數的延伸，也就是將傳統集合論的特徵

函數由0至1之間的二值選擇，推廣為0至1之間任何值都可以選擇，而得到的特徵函數稱之為隸屬函數。對於連續變數而言，隸屬度(grade of membership)是由隸屬函數來表示其隸屬的強弱程度，而隸屬函數可作為轉換語意變數(量化)的工作。換言之，隸屬函數可以表達模糊分佈。

(四) 模糊集合的運算

在模糊集合的介紹中曾提到三角形模糊數為典型的模糊數代表，因為三角形模糊數具有運算簡單，容易了解之特性。根據Laarhoven 與Pedryce[6]其建立三角形模糊數的運算方法及擴張原理，再經過三角形模糊數的相加、相減的運算後，仍為三角形模糊數。而經過相乘、相除的運算後，所得的結果為近似三角形模糊數。以下列出正三角形模糊數(positive triangular fuzzy number)的相加、相乘、乘法反元素、及開根號的運算原則：

設有兩個三角形模糊數 $\tilde{A}_1 = (\alpha_1, \beta_1, \delta_1)$ 及 $\tilde{A}_2 = (\alpha_2, \beta_2, \delta_2)$

1. 兩模糊數相加： $\tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 = (\alpha_1 + \alpha_2, \beta_1 + \beta_2, \delta_1 + \delta_2)$

2. 兩模糊數相乘： $\tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 = (\alpha_1 \times \alpha_2, \beta_1 \times \beta_2, \delta_1 \times \delta_2)$

3. 乘法反元素： $\tilde{A}_1^{-1} = (\delta_1^{-1}, \beta_1^{-1}, \alpha_1^{-1})$

4. 模糊數開根號： $\tilde{A}_1^{\frac{1}{n}} = (\alpha_1^{\frac{1}{n}}, \beta_1^{\frac{1}{n}}, \delta_1^{\frac{1}{n}})$

(α, β, δ) ：三角模糊數之左端點、頂點及右端點。

(五) 模糊德菲法

模糊德菲法為專家法，此理論最早在1985年由Murray將模糊理論與德菲法相結合所提出。因為反覆的問卷過程將整個時間延長過久，因此於1993年Ishikawa 等人提出Max-Min法與模糊整合(fuzzy Integration)法，來解決之前的缺點(Ishikawa et al., 1993)。若採用Max-Min 法，來整合多位專家之看法及意見，使之達成共識及一致性時，不但能節省調查時間與成本，而且能忠實的表示群體意見，不扭曲各專家原來觀點。其運算方法如下式：

$$\begin{aligned} \tilde{w}_i &= (\alpha_i, \beta_i, \delta_i), i=1,2,3,\dots,k & \tilde{w}_i &: \text{模糊權重。} \\ \alpha_i &= \text{Min}\{\alpha_m\}, m=1,2,3,\dots,n & \alpha_i, \beta_i, \delta_i &: \text{三角模糊數之左端點、頂點及右端點。} \\ \beta_i &= \left(\prod_{m=1}^n \beta_m \right)^{\frac{1}{n}}, m=1,2,3,\dots,n & m_i &: \text{第 } m \text{ 個專家對第 } i \text{ 個概念的看法及意見。} \\ \delta_i &= \text{Max}\{\delta_m\}, m=1,2,3,\dots,n & k &: \text{概念數。} \\ & & n &: \text{專家數。} \end{aligned}$$

(六) 重心解模糊化法：

在許多解模糊化的方法中，以重心解模糊化法最為普遍，並且最為簡單。一般選用解模糊化方法的準則必需符合計算簡單、合理性及連續性三種特性。其運算方法如下式：

$$w_i = \frac{\alpha_i + \beta_i + \delta_i}{3}$$

w_i ：第 i 個概念解模糊化後之權重值。
 $\tilde{w}_i = (\alpha_i, \beta_i, \delta_i)$ ：整合專家看法後的模糊權重值。

參、系統功能簡介

一、教師子系統：

提供進修資訊、教學方案和教學資源給教師，讓教師得知其可利用的資訊。

(一) 進修資訊

提供最近的研習或研討等活動資訊，讓教師了解最新的相關資訊。

(二) 教學方案：

教學方案即為教師上課活動的流程及時程表，提供各類型的教學方案，讓教師得以蒐集和參考多方面的活動和課程設計。

(三) 教學資源：

提供學校附近可利用的教學資源，如博物館展覽、民俗技藝活動和知性之旅的相關資訊，以協助教師教學。

二、學生子系統：

提供學習者課程學習內容、題目測驗、學習的成效及資源分享功能，讓學生得到完整的學習和回饋。

(一) 學習區：

提供學習者課程的教學內容，利用互動及生動的教材呈現方式，讓學生得以有效的學習課程內容。

(二) 練習區：

利用題目的建置，讓學習者可以透過題目的練習得知其所學習的成果如何。

(三) 學習成效：

利用模糊理論的分析，對每一個題目和單元概念之間解析出其相關性，再針對學習者所做過的題目做分析，解析出學習者的學習盲點及成效，並針對分析結果對學習者給予建議。

(四) 資源分享：

提供一些課外的資訊或題材，如小百科、趣味小遊戲等等資源。

三、師生討論區：

提供教師與學生意見交流的地方，讓教師與學生可針對課程問題等提出意見，相互討論。

四、會員管理：

登入帳號、密碼之後，系統會依據使用者的身分開放其所能使用的權限。

肆、系統特色

一、個別性：

不同學生對相同課程會有不同的認知，本系統根據類神經網路所得到的學生學習認知程度，給予個別回饋。

二、全面性：

一個題目通常包含多個概念，因此不能只以一個題目的對錯，來論定學生對於概念的懂或不懂，本系統可根據學生的回答，綜合判斷學生之學習認知程度，而這個判斷過程是類似於一位有經驗的教師。

三、容錯性：

當學生某些問題的答案是猜的或沒有回答時，本系統可由其他題目推論學生的學習認知程度。

四、遠距性：

本系統建置於網路上，可以不受時間及空間之限制，增加老師及學生使用上之便利。

伍、研究方法（系統開發工具與技術）

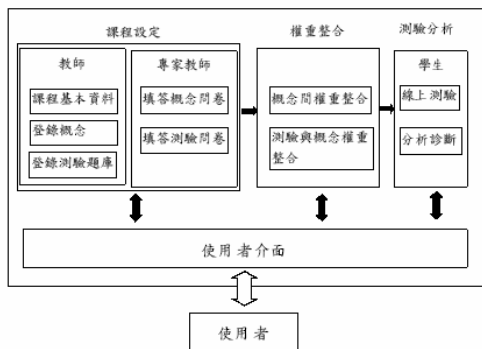
一、系統開發與設計環境

本系統開發及設計環境如下：

- (一) 伺服器作業系統：Microsoft XP SP3
- (二) 程式語言工具：JavaScript 及 HTML
- (三) 資料庫：Microsoft SQL 2000

二、系統架構與功能

本研究系統架構如下圖示，教師與學習者透過使用者介面的溝通，即可操作與控制本系統所提供之各項功能及評量與分析診斷系統藉由使用者的登入身分來管制使用權限。



陸、系統使用對象

本系統主要是針對國民小學、提供教師一個輔助系統，透過學生進行線上測驗，以利診斷出學生對於每一個學習概念的認知程度，藉以適時提供學習者真正需要的學習教材。

柒、系統使用環境

系統需求	
CPU	Pentium III 800 以上
作業系統	WIN 2000/XP 中文繁體版
操作配備	鍵盤及滑鼠
連線裝置	ADSL 或 Cable moden
螢幕解析度	建議 1024*768
瀏覽器	Microsoft IE6.0
影音媒體	Macromedia Sockwave Player Flash Player 7.0

捌、研究結論及未來發展

一、結論

本系統將模糊理論及類神經網路技術予以結合，利用網際網路之便利性，建置一個推論學生學習成效之系統，模糊理論用於整合老師問卷之資料，得到概念間權重矩陣及測驗題與概念權重矩陣；再來是利用一個三層的類神經網路架構，第一層是試題層，一個節點代表一題試題，第二、三層是概念層，一個節點代表一個概念，再結合模糊整合成的概念間權重矩陣及測驗題與概念權重矩陣，就確定了這個網路。當學生做了測驗後，每題的分數表示在第一層節點上，經由網路中第一層與第二層的權重值和此輸入值之運算，得到學生每一個概念懂的程度，再以第二層到第三層概念與概念之間的權重值修正輸出值才得到最後的學生狀態。

因此本系統的貢獻在於：

- (一) 利用模糊理論整合老師的意見，及藉由類神經網路推論學生的學習成效，將可節省老師診斷的時間，亦可給予老師補救的方向。
- (二) 系統建置在網際網路上，可以讓學生方便在家自行上網測驗，得知自己學習的情況，透過線上學習，自行補救。

二、未來展望

(一) 利用學生對測驗題的回答當作分析依據，如果課程要適用於所有的學生，測驗題庫的效度就非常重要，但若只是針對同班或同一班群的學生，其題目及概念由該班群老師設定，分析資料則可提供該班群老師或學生補救之參考。

(二) 本研究運用之模糊德菲法，當多位專家的意見及看法其一致性的程度高低，以及其它理論在本研究中的適用性程度，是值得作深入探討的課題。

(三) 此系統之分析結果若能有實證研究，將能使系統更有效度及信度。

(四)

參考文獻

- 【1】葉怡成(民90)。類神經網路模式應用與實作。台北市：儒林出版社。
- 【2】龔充文、黃世瑋(民85)。心智模式取向之智慧型電腦輔助診斷學習系統之研究計劃(I)：力學概念之診斷與輔助學習系統(I)。
- 【3】王文俊,(民88),認識 FUZZY, 全華科技圖書。
- 【4】Zadeh,L.A.,(1965),“Fuzzy sets”, Information and Control ,Vol. 8, pp. 338-353.
- 【5】Dubois, D. and Prade, H. , (1980) , Fuzzy Sets and System:Theory and Application, Academic Press Inc.
- 【6】Laarhoven, P. J. M. and Pedrycz, W. ,(1983), “A fuzzy extension of Satty’ s priority theory” , Fuzzy Sets and System , Vol. 11, pp.229-241.