

遠距學習環境中智慧型學習測驗及評估系統之研製
Development of an Intelligent Testing and Evaluation System on Computer Networks

許慶昇 杜淑芬 葉士毅 祝鈞毅 黃國禎
Chin-Shen Hsu, Shu-Fen Tu, Shyh-Yih Yeh, Chung-Yi Chu, Gwo-Jen Hwang

國立暨南國際大學資訊管理研究所
Graduate Institute of Information Management, National Chi-Nan University

中文摘要

在本論文中,我們嘗試透過網路建一套智慧型學習測驗及評估系統,可以根據所要求的難易度、鑑別度等參數,動態進行測驗及評量。本系統同時可允許來自各地的學生共同完成一份測驗。此外,運用模糊專家系統的推理機制,本系統會依據測驗結果給予學生客觀評估與學習指導,以達到改進學習的效果。

中文關鍵字:電腦輔助學習,全球資訊網,遠距學習

ABSTRACT

In this paper, we propose a network-based intelligent testing and evaluation system which can perform dynamic test according to the requested level of difficulty, identification, or other parameters. Our system also permits several students to work on a test cooperatively through computer networks. Moreover, by applying the techniques of fuzzy reasoning, the system is able to provide learning suggestions for the students.

Keywords: CAL, WWW, Distance Learning

一、簡介

近年來電腦技術日新月異,使用電腦來表現智慧一直是專家們致力研究方向,因此人工智慧的技術是近年來快速發展的研究之一。將人工智慧與電腦輔助教學結合,希望使電腦輔助教學更具智慧是人工智慧研究者和電腦輔助教學研究者所致力目標。而近年來網路的蓬勃發展則帶動了遠距教學的研究風潮。

就整個教學過程而言,評估學生的學習狀況是重要的一環,而“測驗考試”是最常使用的方法,如何擬出一份適當而有效率,且又能配合學生特質的

考題,已成為教育界裏極需關注的焦點。由於相同單元的測驗通常試題皆為固定的,如此一來學生不管做幾次,只要是在同一單元試題皆相同,這使得學生最後得出好成績可能只是因為已“熟悉”了此份試題,而不是已真正學會這個單元。此外,測驗的結果若只是用一個分數來表達學生的“程度”,對學生學習狀況的改善助益並不大。因此,在這篇論文中,我們提出一套改進的系統,該系統會根據使用者所要求的難易度、鑑別度等參數,動態地設計出一份適性的試題,以解決測驗卷經常重複的問題。我們也嘗試要將測驗的結果給予一些客觀評估與建議,利用專家系統進行學生答題狀況分析,使學生可以得知本身的學習狀況及問題,進而獲得改進的建議。

另外,本系統也提供網路線上交談視窗,使學生可以透過討論釐清許多觀念,以往在單機上的電腦輔助教學系統只能單一使用者使用,透過網路可以使來自各地的學生共同討論一份試題,這種討論不但可以使學生從討論中得知學習的盲點,而且還可提高學生的學習興趣。我們更利用資料庫管理系統的理念來實作題庫主體的建立與管理,同時利用專家系統的技術結合教學原理進行出題與評估學生的作答,並利用專家系統方便修改法則、容易維護等優點,為未來題庫智慧化的發展預留更大的空間。

二、相關研究

電腦在教學活動上的應用已漸漸廣泛,而使用電腦來輔助測驗的進行也逐漸在推行,以美國著名的GRE測驗為例,該測驗在1992年已可以電腦版本進行考試,1993年便可以Computer-Adaptive的形式施行,並預計在1999年全面廢止現行之紙筆方式,採行電腦考試形式。美國的IBM公司和Arthur Andersen公司目前也在著手於電腦輔助測驗系統的發展[7]。這類將傳統紙筆測驗以電腦形式呈現的系統已有快速成長,而這些系統在進行單元測驗時,往往產生一些問題,現敘述如下:

- 每個學生只能做到相同單元的試題,所接收到的測驗試題幾乎一模一樣,完全不考慮個別學生的差異。

- 學生在多做幾次測驗之後幾乎可以將題目答案記下來，因此最後學生成績的提高並無法判斷出這個學生是真正了解了，亦或只是因為背住答案了。
- 傳統的電腦輔助教學系統其教學內容、教學策略等並無法針對系統評估的結果作修正，因此其教學策略並不見得適合每個學生。

針對上述缺點學者們提出智慧型電腦輔助教學，希望可以彌補傳統電腦輔助教學的不足，例如張百慈所提出的“以卡瑞爾學習模組為基礎建立智慧型電腦輔助教學之架構”，其試圖以卡瑞爾所提響學習致效的五個主因作基礎，以建立一套智慧型電腦輔助教學之基礎架構，期推動每一位學生的學習潛力到最大極限[8]。紐西蘭的三位學者也曾提出一套“Knowledge Based Computer Assisted Instruction System”，這套系統在進行測驗時會自動變換題目中的數字部份，避免學生去背答案[2]。但目前智慧型電腦輔助教學仍有以下未完善之處：

- 目前智慧型電腦輔助教學系統尚處於單機版的情況，而現在網路如此發達，遠距教學也在蓬勃發展，開發一個線上的智慧型電腦輔助教學系統是有其必要性的。
- 網路的好處即是可以讓來自各地的使用者互相交流意見，而目前網路上雖然有一些類似聊天室的功能，但未與智慧型電腦輔助教學系統相結合。

基於以上這些問題，我們希望能解決上述的缺點，整合智慧型電腦輔助教學系統及網路，並藉由題庫測驗系統來實作這個整合的架構。以下我們將針對這些問題指出一套新的智慧型教學測驗及評估系統，並作詳細的介紹。

三、網路智慧型學習測驗及評估系統

整個學習測驗及評估系統架構如圖3.1所示，包括兩個資料庫，分別為學生狀態資料庫和題目的資料庫，以及一個以Java設計的使用者介面、測驗與評估單元、和Fuzzy介面，其功能分別敘述如下：

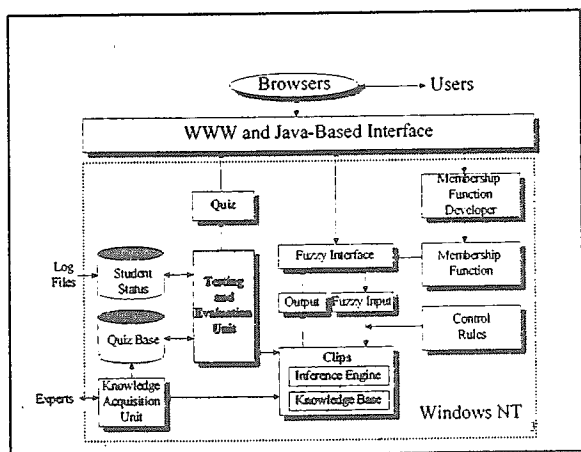


圖3.1 網路智慧型學習測驗及評估系統架構[1][3][4][5]

(一) 學生狀態資料庫

記錄學生的基本資料以及學習狀態，透過測驗與評估單元與CLIPS相連進行推理，以分析學生的學習狀況，並做為出題策略的改進。資料庫的基本構成元素為：[3]

- 學生的基本資料
- 根據user log記錄學生的專心度、耐心、意願
- 學生使用系統的狀況
- 學生的學習進度
- 學生的答題記錄

(二) 智慧型題庫

記錄题目的基本資料，以提供測驗與評估單元根據學生的狀態配置適當試題。題庫所具有的參數如圖3.2所示：[6]

- 題號：流水號。
- 內容：题目的問句主體。
- 題目選項：若為是非題則為空字串，若為選擇題則為题目的各選項，每一選項以分號隔開。
- 提示：在某種教學策略下，會考慮給予學生對题目的提示。
- 題型：目前的題型有是非及選擇。
- 難易度：指题目的難易程度，其定義為： $\frac{P_H + P_L}{2}$
- 鑑別度：指题目能鑑別學生程度高低的程度，其定義為： $P_H - P_L$
- 重要性：指题目的重要程度。這個重要程度為固定的值。

Note：在剛開始時試題有預設的難易度、鑑別度的值，在試題每經過測試之後，則會重新計算難易度、鑑別度。就一份試題所測的結果，27%的學生為高分組，得分最低的27%定為低分組， P_H 為高分組通過該題的人數百分比， P_L 為低分組通過該題的人數百分比。[9]

- 答案：為题目的正確答案，若為是非題則為○或X，若為選擇題則為一個數字。
- 答題時間：每一題所限制的答題時間，以分鐘為單位。在參數控制時使用者可要求限制試題的總題數或者是總時間，若為總時間則在試題配置時會參考每一題的答題時間。

(三) 網路使用者介面

使用者透過瀏覽器開啓以Java實作的使用者介面，使用者透過此介面進行登錄或線上註冊，成功登錄系統之後，使用者可以自行調整題目參數進行試題的測驗，亦或可以參與線上討論，最後系統並會提供學生測驗結果的解釋。

(四) 測驗與評估單元

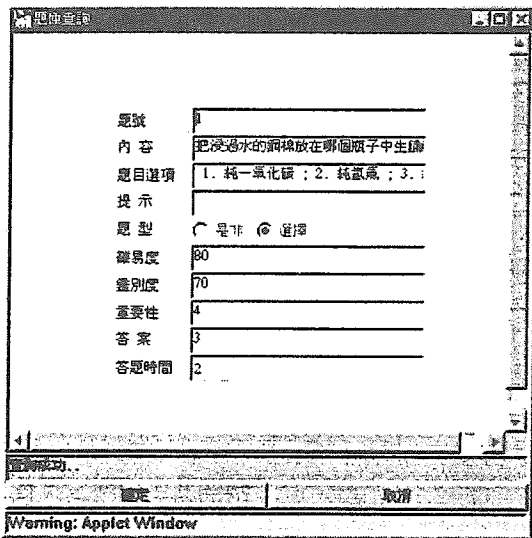


圖3.2 智慧型題庫參數

此部份的功能在於為每位學生配置最適當的試題，以及記錄一切有關學生的基本資料。它會根據學生的學習狀況和過去的學習記錄，再加上使用者所調整的參數，透過CLIPS推理出最適合學生的試題。

(五) 模糊專家系統推理介面

此介面主要是讀入使用者要求的試題參數予以模糊化之後進行推理，再讀取推理後的結果，模糊化之後的參數傳入CLIPS時會加入一些控制規則的輔助，使CLIPS可以得到足夠的資訊進行推理。

四、推理法則

我們參考論文[9]提出的Evaluation Balance Table作為基本的推論依據。以圖3.3為例， e_{ij} 代表問題 $[Q_i]$ 和單元重點Keypoint-j的關係。

	Keypoint-1	Keypoint-2	Keypoint-3	...	Keypoint-n
[Q1]	e_{11}	e_{12}	e_{13}	...	e_{1n}
[Q2]	e_{21}	e_{22}	e_{23}	...	e_{2n}
[Q3]	e_{31}	e_{32}	e_{33}	...	e_{3n}
.
.
[Q _m]	e_{m1}	e_{m2}	e_{m3}		e_{mn}
	E_1	E_2	E_3		E_n

圖4.1 一個Evaluation Balance Table的例子

其中 e_{ij} 的值其範圍及意義如下：

- 5：測驗問題對於此重點項目非常重要
- 4：測驗問題對於此重點項目具重要性
- 3：測驗問題對於此重點項目具些許重要性
- 2：測驗問題與此重點項目有相關性
- 1：測驗問題與此重點項目有少許關連
- 0：測驗問題與此重點項目無任何關連

利用這些關係，針對於每一測驗問題 $[Q_i]$ 都可產生相對應的評估法則(Evaluation Rule)。我們利用一個n維的向量

$$\overline{SCOP} = (S_1, S_2, S_3, \dots, S_n)$$

來表示學生的學習狀況，其中 S_i 代表了第i個重點的學習成效。在剛開始時

$$\overline{SCOP} = (0, 0, 0, \dots, 0)$$

對於題目 $[Q_i]$ 的評估法則為：

IF $[Q_i]$ answer is right

THEN $\overline{SCOP} = \overline{SCOP} + (e_{i1}, e_{i2}, e_{i3}, \dots, e_{in})$

for $i = 1, 2, 3, \dots, m$

以CLIPS語法表示如下：

```
(defrule calculate
  ?phase <- (phase calculate)
  ?rel<-(relation ?relation)
  ?sol<-(solution-sum ?solsum)
  ?ans<-(answer-sum ?anssum)
  (value ?value)
=>
  (retract ?phase )
  (retract ?rel ?sol )
  (assert (solution-sum =(+ ?solsum ?value)))
  (assert (phase read-solution-answer))
  (if (eq ?relation equal)
    then
    (retract ?ans)
    (assert (answer-sum =(+ ?anssum ?value))))))

(defrule suggest
  ?phase <- (phase suggest)
  ?con <-(concept ?concept)
  ?answer-sum <-(answer-sum ?anssum)
  ?solution-sum <-(solution-sum ?solsum)
=>
  (retract ?phase ?con ?answer-sum ?solution-sum)
  (assert (phase value-initial))
  (if (= ?solsum 0)
    then
    (printout t "solution-sum=0")
    else
    (if (>(/ ?anssum ?solsum) 0.8)
      then
      (printout high ?concept )
      (printout high " ")
    else
    (if (<(/ ?anssum ?solsum) 0.6)
      then
      (printout low ?concept )
```

```
(printout low " ")
else
(printout middle ?concept)
(printout middle " "))))
```

當學生通過每一道題目[Q_i]時相對應[Q_i]的評估法則將被啟動，並對向量 SCOP 做修改的動作。當學生完成所有的題目時我們可得到結果向量 SCOP = (S₁, S₂, S₃, S_n)。我們可以將此結果向量做一正規化(normalize)的動作得到一向量

$$T = \left[\frac{S_1}{E_1} \times 100\%, \frac{S_2}{E_2} \times 100\%, \frac{S_3}{E_3} \times 100\%, \dots, \frac{S_n}{E_n} \times 100\% \right]$$

=(t₁ %, t₂ %, t₃ %, t_n %)

其中t_i表示學生對Keypoint-i的認知程度。

當學生對某一個學習單元學習成效不彰時，評估法則提供了有效的方式來判斷應針對哪些重點項目做何輔助加強的工作，並可進而提供參考建議給教學的專業老師幫助教師能明白學生的學習瓶頸。若能再作一些學生使用狀況記錄與簡單的統計分析，則可進一步的評估整個智慧型電腦輔助教學系統對各Keypoint的設計腳本是否完善。若針對某一Keypoint的教學腳本發現大部份的學生使用成效不良時，則提供下一階段修正教學系統的依據。

五、系統實作

我們在Windows NT上建立整個教學測驗與評估系統的Server部份，使用者可使用瀏覽器透過網路進入本系統。當使用者透過WWW瀏覽器連接至本系統時，會看到一個如圖5.1的歡迎畫面：

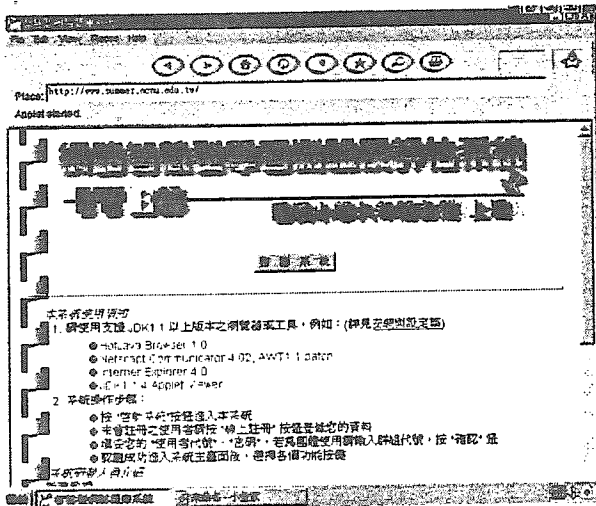


圖5.1 系統歡迎畫面

使用者按下“啟動系統”之後便可進行登錄或註冊，如圖5.2：

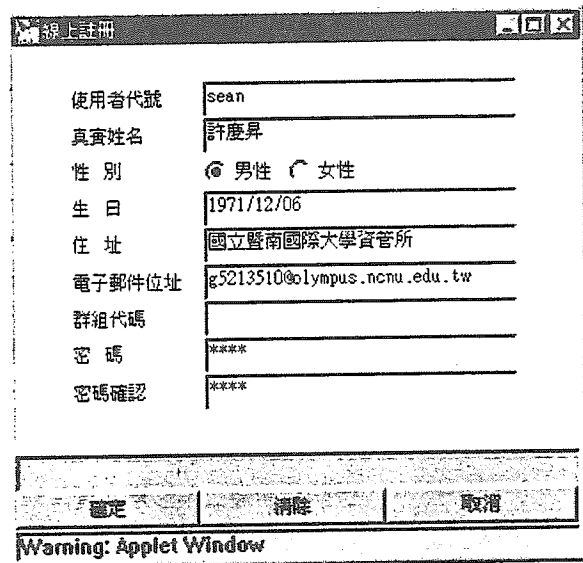


圖5.2 線上註冊畫面

註冊完成之後系統會要求使用者進行線上認證，如圖5.3：

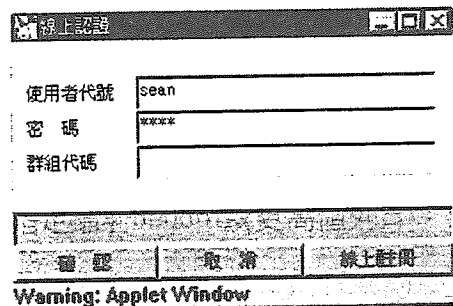


圖5.3 線上認證畫面

成功之後會進入系統的主畫面，使用者可選擇試題配置、線上討論，或者修改基本資料，如圖5.4。若使用者選擇“顯示試題”鈕，則使用試題參數調整功能，如圖5.5。接著透過“單元選擇”可選取試題的單元，並可調整試卷包含的題數或預估的作答時間。同時，也可過捲軸的功能設定試卷的難易度及鑑別度，並且可選擇是非及選擇題型的分配比例。

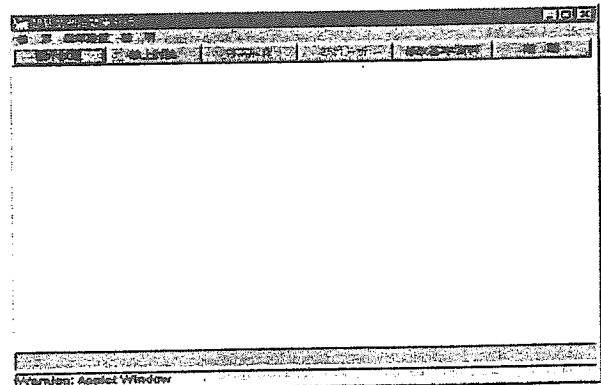


圖5.4 系統功能選擇主畫面

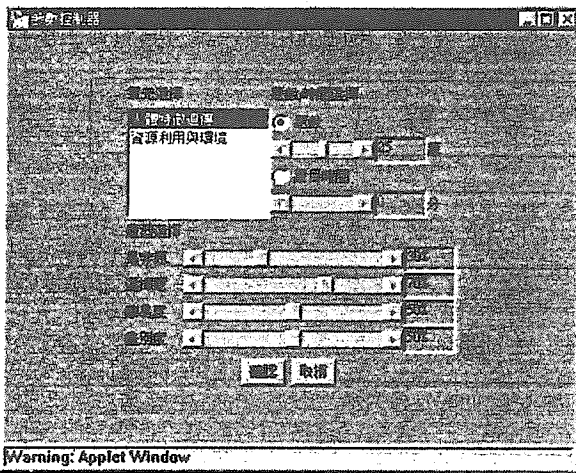


圖5.5 參數控制器畫面

在參數控制中的單元選擇會根據使用者的學習進度及課程間的先修關係，只會顯示出這個使用者可以修的課程，而不會將所有的課程皆列出來。在完成參數設定之後，一份符合需求的試題立即呈現，如圖5.6，並可由學生進行作答。

在遠距合作學習環境中，使用者亦可參與線上的群組討論，第一個建立群組的使用者可以調整參數，選擇群組之後便可以進行討論及共同作答（如圖5.7）。

當學生考完一份試題送出答案之後，我們會在Server端將Client端收集回來的答案寫成五個文字檔，分別為：題號檔、使用者答案檔、正確解答檔、使用到的觀念檔、以及每個題目佔每個觀念比重值的檔，這五個文字檔會送至CLIPS進行推理，分析使用者的答題狀況，當CLIPS分析完畢，會傳出三個文字檔給Server，分別是：學習良好的觀念檔、學習尚可的觀念檔、以及學習不好的觀念檔，Server根據這三個檔會給予受試者有關學習狀況的解釋，畫面如圖5.8所示：

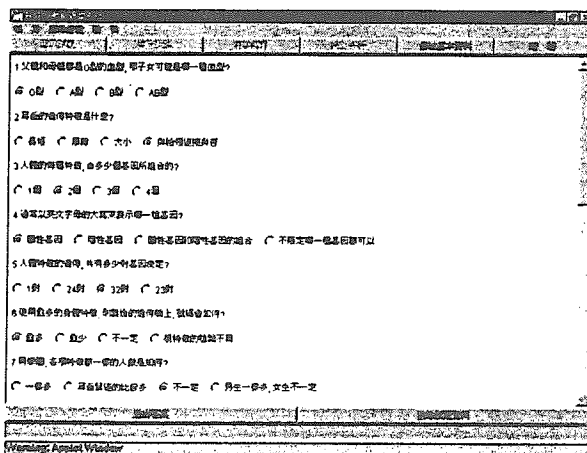


圖5.6 試題畫面

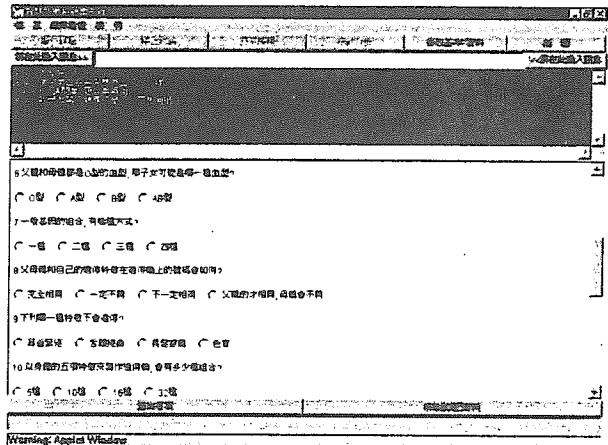


圖5.7 群組討論試題畫面

六、討論

本系統是以JAVA語言實作的一個智慧型學習測驗與評估系統，並可提供全球各地使用者透過WWW瀏覽器來使用，因此可達成群組學習的效果，去除了單機版的缺點。目前，我們仍遭遇一些困難：

1. 本系統目前在Internet上進行試題測試時，速度是一個滿大的瓶頸，希望未來網路頻寬提昇之後，可以獲得相對的改善。
2. 本系統尚未能針對使用者使用系統的一些狀況，來分析學生的學習狀況，未來希望能藉由學生使用系統的狀況，得知有關學生學習的專心度、耐心和意願，根據這些學習狀況，系統會適時調整出題的策略，對於不夠專心，不具有耐心或意願等各種狀況的學生，分別給予不同樣的試題來提高他們的專心度、耐心和意願。[3]
3. Evaluation Balance Table的出題策略在重點不平衡時，是採用增加題目的方式使之達到平衡，但這種方式無法預估何時會達到平衡而停止，所以未來希望可以找到一個演算法來解決
4. 本系統尚未將模糊邏輯理論加入，未來希望可以將使用者所調整的一些參數可以予以模糊化，使推理更具人性化，更符合使用者的要求。

七、結論

本系統提供學生透過網路進行教學單元的測試，每位學生可以得到一份適合本身程度與要求的試題，在學生測試過後系統並會嘗試對學生的答案給予一些解釋和建議。未來我們希望可以加入教學的功能，擴充此系統使之成爲一個完整的智慧型電腦輔助教學系統。

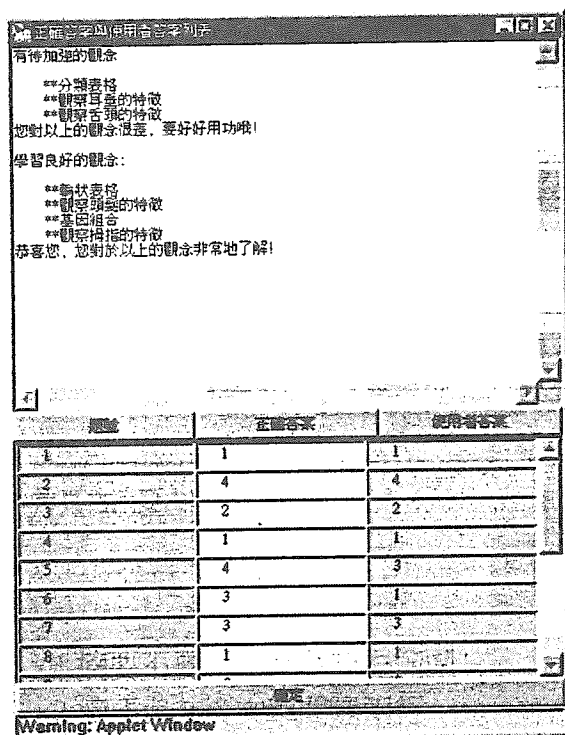


圖5.8 解釋畫面

目前我們的試題以小學六年級上冊之自然科為試題，題庫中的資料為純文字性的資料，我們希望未來可以加入圖形庫，使得試題多采多姿，可以提高學生的使用興趣，並且能加入一些影像、聲音、動畫等，這些多媒體的資料可以配合出題策略，針對學生的學習狀況適時提高其學習興趣。

我們相信本系統的建立，對未來學習測驗及評估方式將有改善的效果。現在，我們致力於擴充本系統，以提供更好的使用及管理介面，期使本系統的應用層面更廣泛，並在未來發揮更大的功效。

參考文獻

- [1] Chin and G.J. Hwang, "A new approach for the development of fuzzy expert system", International Journal of Information Management & Engineering, vol11, No.1, pp.23-29.
- [2] Joshua Poh-Onn Fan, Tina Kwai-Lan Mak and Li-Yen Shue, "Development of a knowledge based computer assisted instruction system", Proceedings 1996 International Conference Software Engineering: Education and Practice, Dnnedin, New Zealand
- [3] G.J. Hwang, "Development of an intelligent distance cooperative learning environment: Sub-project 5 - A decision support system for tutoring strategies(II)", 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告, 民85.7
- [4] G.J. Hwang, "A fuzzy expert system to support tutoring strategies for an intelligent distant

cooperative CAL", 第五屆國際電腦輔助教學研討會論文集, 台北, 民85, pp.137-147

- [5] G.J Hwang, "Knowledge acquisition for fuzzy expert systems", International Journal of Intelligent Systems, Vol. 10, pp.541-590, 1995
- [6] 余民寧, "成就測驗的編製原理", 民84
- [7] 周倩、簡榮宏, "網路評量系統之發展與研究", 遠距教育, 第4期, 頁12-15, 民86.6
- [8] 張百慈, "以卡瑞爾學習模組為基礎建立智慧型電腦輔助教學之架構", 資訊與教育雜誌, 第52期, 民85年
- [9] 蕭漢威, "智慧型電腦輔助教學之評估模式", 國立交通大學資訊科學研究所碩士論文, 民83.6