

網路課程體建構新方法

黃華山^{*} 許莉雅^{**} 王怡舜^{***} 張振祥^{****}

由於網際網路的快速發展，網路教學改變了學習者及教學者之間的互動關係，並提供一個以學習者為中心的學習環境。概念圖乃 Novak 所提出，其是用於表達各概念關係的工具，為了避免在概念圖的學習環境下，可能遇到資訊過載及概念圖中的各個概念節點的重要性及困難度不一致的情形，本研究提出改良式概念圖(Progressive Concept Maps, PCM)來作為一個新的網路課程體建構方式。其與原始概念圖主要差別有二：第一、根據認知超載理論，改良式概念圖將原始概念圖中的單元概念節點做適當地分類、重組，以呈現知識在單一螢幕中。第二、依據各單元概念節點的重要性及困難度訂定概念權重值，幫助個別學習者建立適性化的學習。本研究實際建構一個「高中計算機概論」網路教學的系統，並以概念門檻值來當作單元測驗結果的評量標準，實驗對象是國立彰化師範大學管理學院學生，而研究的結果證實使用改良式概念圖的學生比使用 Novak 概念圖的學生有更好的學習成效，而學習者對於改良式概念圖也具有較高的滿意度。本研究最後討論研究成果對於理論及實務上的意涵，並提供一些後續的研究方向以供參考。

關鍵字：概念圖、改良式概念圖、課程體

*作者現職國立彰化師範大學資訊管理學系教授

**作者現職國立香山高中代課教師

***國立彰化師範大學資訊管理學系助理教授

****作者現職國立彰化師範大學資訊管理學系碩士班研究生

壹、緒論

一、研究背景

由於網際網路興起，網路教學提供了學習者另一種學習方式，而教材內容與教材庫則是網路教學成功的決定因素，網路教學學習者來自全球各地，其學習程度彼此差異甚大，目前大部分的網路教學系統通常僅提供一份相同的教材供學習者學習。然而，在單一的課程內容下，非但不能兼顧低學習成就者在教育需求與教育經驗上的個別差異，也很難激發出他們的學習潛能，「因材施教」、「個別化教學」的教育理念將無法達成。

面對網路教學的蓬勃發展，Komers and Lanzing(1997)首先提出使用概念圖作為領航策略工具(navigation device)的呈現工具來彌補網路學習上的限制(Conklin, 1987; Dias and Sousa, 1997; Hammond and Allinson, 1989)。Beyerbach (1998)指出，概念圖為圖形化的知識表示方法，可以協助學習者組織、整合知識，為組織知識的良好工具。相關的研究指出概念圖在教育上的應用相當廣泛，而資訊科技則可以被用來強化概念圖在教學上的效益(Anderson and Leslie, 1998; Downey, 2001)。

二、研究動機

然而，概念圖的發展目前正遭遇兩大難題：首先，電腦化概念圖的展現受限於電腦螢幕的大小，複雜的圖文表示法甚至比傳統紙筆的教學更容易造成學習者認知超載(cognitive over load)的問題。第二，目前網路教學課程大多以網頁的瀏覽方式為主，且所有學習者接受同一份教材內容及教學策略(Jennifer, 2001)，而沒有顧及個別學習者的背景與程度差異，使得不少學習者的學習效果可能因而降低。

三、研究目的

針對研究動機中所提概念圖之缺點，本研究實際建置「高中計算機概論」網路教學系統，並實驗證明學生之學習成效以及學習滿意

度分析。因此，本研究目的的如下：

一、探討改良式概念圖教材對於學習成效的提升是否顯著。

二、探討學習者對改良式概念圖教材是否具有較高的學習滿意度。

貳、文獻探討

概念圖是目前科學教育界及心理教育界應用頗為廣泛且效果普遍被肯定的一種教學、學習和評量策略。以下將就概念圖及課程體、認知超載理論等相關文獻加以探討：

一、概念圖(concept maps)

概念圖乃美國康乃爾(Cornell)大學學者Novak所提出，其可用於進展及總結性的科學學習評估，其是以綜合、層遞的形式，表達各概念關係的工具(Novak and Gowin, 1984)。近年以來，概念圖得到許多小學及中學教師廣泛採用，以下是部分科學教育家對於使用概念圖的相關研究結果：

Novak and Gowin(1984)認為，若藉由概念圖來呈現教材，則學生較容易看出不同章節概念的相互關係，其亦非常容易閱讀，可用於清晰地顯示大量資料(Comber and Johnson, 1995)。當教師欲利用課堂活動即刻尋找出學生對教材內容的理解程度，或是在評估難以用筆試反映出學習進展的課程單元時，皆可以嘗試使用概念圖(Markow and Lonning, 1998)。Trowbridge and Wandersee (1996)則是利用概念圖分析學生對教材的不同理解，其發現概念圖是相當敏感的工具，並可用於量度知識結構上的轉變，特別是在描述學生選擇高層次概念的轉變過程(Sweller, 1988)。Wallace and Mintzes (1990)亦利用概念圖記錄生物學上的概念轉變，其顯示了學生知識結構的複雜程度上明顯及持續的轉變。概念圖是後設認知(metacognitive)的工具，有助教師及學生深入了解有效、有意義的學習過程(Novak, 1990)。除此之外，概念圖還可以了解學習者對教材內容

的理解狀態，更可以診斷學習者可能產生的迷思概念。

概念圖對於幫助學習的研究甚多，根據文獻資料，本研究整理如下表 2-1。

綜合上述，我們可以得知概念圖符合知識表徵理論、知識建構論、以及有意義學習說，可以促使學習者反省、組織、重整他們已知的概念和新知識，幫助學習者瞭解知識主題的內容，同時，因為概念圖表達的是教學的概念和概念間的關係，因此概念圖可當作是評量學生成績及研究學生知識結構的依據。目前關於概念圖的相關研究集中於兩大方向：

（一）電腦化概念圖

近十年來在網際網路的發展、個人電腦的普及化等因素下，網路教學突破空間及時間的傳統教學限制，改變學習者及教學者之間的互動關係(Trowbridge and Wandersee, 1996)，並且提供一個以學習者為中心的學習環境。因此，近年來在電腦化、網路化概念圖的相關領域(Brian and Mildred, 1995; Kremer, 1993)，相繼有研究學者投入。

在 Cristea and Okamoto (2001)中，其結合概念圖及物件導向程式設計概念，實際建置一個網路式合作學習系統(MyEnglishTeacher)，提供

教材建置者一個更為便利的課程編製的環境。而 Downey (2001)則是將虛擬實境(virtual reality)的技術附加在概念圖的螢幕呈現上，其稱之為三維概念圖(three-dimensional concept mapping)。Hwang (2003)則是利用分析教材和題目間前後瀏覽的次序概念圖，提供個別學習者的學習建議。

目前已有相當多的概念圖應用軟體陸續開發出來，例如 Inspiration Software, Axon Idea Processor, Cmap 等等。其中以 Inspiration Software 的應用最為廣泛，而 Cmap 則是 IHMC(Institute for Human Machine Cognition)所研究開發的概念圖軟體，他們最近與 NASA 合作將其結合案例庫推理(case-based reasoning; CBR)技術作為研發火箭的專家系統(Expert System) (Canas, David, and Maguitman, 2001)。

（二）附加權重值於概念圖中

概念圖採用圖形化的技術，固然可以幫助學習者組織、整合知識，但在依據學生程度及個別興趣，來提供個別化、適性化學習方面，卻仍有不足的地方。事實上，概念圖中的各個概念節點的重要性及困難度並不完全一致，因此若將之應用於課程設計上，亦有著相當多的改善空間。

表2-1：概念圖對幫助學習之研究

研究者	研究結果與發現
Beyerbach and Smith (1990)	概念圖可幫助學習者自我檢驗，並反省在學習過程中知識組織是如何改變的。
Starr and Krajcik (1990)	概念圖的使用有助於老師的教學並促進學生的學習。
Angelo and Cross (1993)	概念圖有助於增加學習者對文章內容的理解程度及長時間之記憶，並且有助於增進學習者之創造能力。
Horton, McConney, Gallo, Woods, Senn, and Hamelin (1993)	概念圖對於學習者知識的獲得和態度有正面的效果。
Roberts, Sucher, Perrin, and Rodriguez (1995)	概念圖有助於學生的自主學習、批判性思考、創造性的問題解決能力。

近年來在概念圖附加權重值的相關研究亦日益增加, De Bra, Aerts, Smits, and Stash(2002)對於概念關聯 (connection) 區分為重要性 (prerequisite) 及傳承性 (propagation) 兩項, 以 XML 技術提供課程編輯者一個自動將概念圖間的關係轉換為 AHA! 2.0 的方法。David, Maguitman, and Canas (2001)則藉由四種權重值 ({a-, h-, u-, l-} weight) 來訂定個別概念圖的權重比例, 並結合關鍵字及權重值的組合來比較任兩張概念圖的相似度, 提供編製新概念圖的便利性。Cristea, Chen and Okamoto (2000)則將每個課程單元的賦予優先權連結 (importance) 以及相關性連結 (relatedness) 兩種, 前者即是主要教學流程次序訂定, 後者則為評估任一兩課程單元間的相似度或課程與測驗間的關聯性程度。其權重初始值可由教學者預先訂定或系統自動設定, 之後再經由學習者的需求進行動態調整。在 Chang, Lin, and Chen(2001)中, 則利用屬性概念圖來建立學習者的補救教學路徑, 透過自動調整權重值的機制, 達到適性化學習的目標, 在這篇文章中其所謂的屬性正是概念圖中的鏈結語 (label connection), 並沒有數值的概念。而 Chang et al. (2001)則是利用模糊理論的技術, 附加模糊值於個別的概念圖上, 以整合多張專家概念圖形成最客觀的「標準概念圖」為最終目的。

由以上的研究發現, 幾乎所有的權重值所附加的是一整張的完整的概念圖, 而其考量因素不外乎是以概念階層, 學習時間長短及學習流程等為主, 最後並配合案例庫推理及資料挖掘 (data mining) 技術尋找與目標相似度最高的概念圖, 提供繪製新概念圖、建置課程流程或找尋最佳學習路徑的建議。相對而言, 對於個別概念節點與概念主題間的重要性以及建立個別概念節點與不同學習成就的學習者的困難度, 以引導個別學習者進行適性化學習的相關文獻尚不多見。

概念圖在教育上相關的研究甚多, 而網路化概念圖之相關研究尚不多見, 或多偏向系統建置方面的研究。目前關於網路化、電腦化概

念圖的發展似乎尚存有下列問題：

一、有鑒於人類短期記憶的儲存能力有限, 學者 Anderson(1987)也認為概念圖應該強調清楚易懂, 然而現今的網路化概念圖受到一般電腦螢幕大小的限制, 較大或複雜的概念圖在電子化教材的呈現方面, 依舊無法提供一個清楚的總覽架構。再者, 目前以概念圖為設計的課程並無法考慮學習時間等情意相關因素;

二、Novak 概念圖為兩個向度的模式, 對於比較複雜及難易程度不同之多個不同概念的結合, 在利用概念圖表達將會受到很大的限制;

三、Novak 概念圖侷限於單一主題範圍, 並無適當的延伸概念機制, 達到教育理念上「加廣」的延伸式學習效果;

四、現行的網路化課程軟體的設計並沒有考慮學生的個別差異(individual difference)的問題, 造成所有學習者皆學習同一份教材的情況, 如何配合不同的學童與適合的教材教法有待更進一步的研究(Alessi and Trollip, 1991)。

二、課程體(Courseware)

呂新科和刑溢將(2001)認為課程體包含知識本體及教(Teaching)、學(Learning)、輔(Collaborating)、評(Evaluating)等輔助元素, 即除了含數位化的課程內容外, 它必須包含 1. 課程內容的傳遞模式、2. 教學與學習的流程管控、3. 學習歷程、4. 學習互動工具集。

1. 課程內容及呈現模式: 課程教材依照擬定的學習模式, 轉為數位型式的學習資源單元, 再依其授課主題加以組織分類, 整合成有系統的課程結構體。另外, 教學內容依不同的呈現方式會有不同的製作程序及學習效果。且各種呈現模式均有其適用的教學內容及策略。

2. 教學與學習的流程管控: 教學時必須依教學設計中所訂的規範來控制學習流程, 一般而言, 可分為必修式學習流程管控 (Prerequisite-based Learning Flow), 及時間式學

習流程管控(Time-based Learning Flow)二種模式。二者可交互運用，便於更細膩地管控學習者的學習流程。

3. 學習歷程管理:教師除了作業及考試等較具體的評估指標外，通常也會考量學生在學習過程中的參與度、學習態度、以及勞動服務等表現。所有學習評鑑指標必須被記錄、儲存、整理、分析，以便做為教師評估學員學習成效的參考資料。

4. 學習互動工具集:藉由學習互動工具的支援，教學者能與學習者建立非正式的分享管道將有助於啟發學習動機及增進學習效果。同時可在高度互動的基礎下，深入剖析學習態度、成效、動機等非特徵化的屬性，以便更能掌握學習進程。

三、認知超載理論(cognitive load theory; CLT)

認知超載理論是近代認知心理學中較廣為人知的理論之一，它已被多次驗證在不同的學科領域中。認知超載指的是每單位時間內工作記憶(working memory) (Paas and Merriënboer, 1994)的心智活動總量，其最主要的貢獻在於建議最佳的學習應在單一時間內提供多少元素以符合人類的認知架構。根據 CLT，在平行展現的資訊下，人類可能經常遇到資訊過載的情況(Schneider and Shiffrin, 1977)。Sweller(1988)亦指出雖然非循序式的閱讀型態提供使用者相當大的便利，但是在這種瀏覽中，若資訊呈現的結構無法預先安排，將會直接影響使用者閱讀上的「認知超載」(cognitive overhead)與產生瀏覽上的「迷失」(disorientation) (Conklin, 1987; Nielson, 1989)，使得讀者在龐大而複雜的鏈結中迷失了方向。網路化學習環境提供了學習者一種自我引導的建構學習環境，其對於初學者或較被動的學習者，容易在網路學習環境中發生迷失學習方向及認知超載的現象。因此，如何有效結合網際網路與資訊科技來加強教學的成效，已經成為教育研究上的新課題。

Miller (1956)首先提出短期記憶的限制，此單元限制量可為數字、字母、西洋棋的位置或人們的臉孔等。單元資訊量及短期記憶限制理論逐漸變成隨後記憶理論的發展基礎，本研究將利用於改良式概念圖來有效簡化電腦化概念圖於單一螢幕的呈現方式。

參、知識建構新方法

為了改善上述的缺失，本研究遂結合認知心理學的短期記憶限制理論，並配合結構化知識儲存的方式，以提供一個有條理、清楚、簡單的網路課程體建製環境。改良式概念圖首先將 Novak 概念圖所設計的網路教材，利用附加概念權重值的方式，將教材重新分類及重組，適當地簡化螢幕複雜度，最後，再經由調整網路學習路徑的方式，讓個別學習者由淺入深地進行學習，達到個別化、適性化的教學目的。

根據本研究所提出的改良式概念圖，其主要有兩個特色：第一，改良式概念圖首先運用結構化程式設計(Nader, 1995)的概念，來建構網路化課程軟體的知識庫，把一個大而複雜的概念圖分解成數個較簡單的概念圖(子概念圖)，再把這些子概念圖分解成不可再分割的單元概念圖，最後我們只要透過重新組合、排列這些單元概念圖，就可以顯示各個不同主題的網路化概念圖課程。第二，改良式概念圖在知識的呈現方面則以教育學之概念圖理論和認知心理學為主要理論基礎，利用附加權重值的概念圖提供適性化的學習路徑，並適當簡化概念圖在網頁的呈現方式，提供一個由淺入深、適性化的學習路徑。接著依序說明改良式概念圖的基本模式及概念權重值的調整方法。

一、改良式概念圖之基本架構

相關的研究指出 Ackerman, Eden, and Cropper(2001)，單一螢幕畫面很難適當地呈現超過 50 個的概念節點(nodes)及鏈結語(links)。本研究首要的目的即是將概念圖化繁為簡，提供一個更為適性化的內容呈現方式。

改良式概念圖的構想首先突破兩個向度

專論

概念圖的限制，以多維度的知識表徵向度，將網路教材依其深、淺程度來做適當的分類，即將原先較複雜的概念圖，依難易程度分解成數個子概念圖，如此不但降低螢幕複雜度，並可供學習者依其程度循序漸進、由淺入深進行適性學習。以下分別就改良式概念圖之概念分類、及延伸學習二大方面說明之：

(一) 概念分類部份

為了達到在網路教材的呈現上有效學習的目標，改良式概念圖係依據各單元概念圖的重要性及難易度，將原概念圖中較艱深的部份分離出來；因此，學習者的初始學習教材就是一些較簡單、較容易學習的概念單元，並清晰地呈現於單一螢幕上，並且，根據學習者的單元測驗成績以及個別的學習意願，所有的網路學習者便可進行由淺入深、循序漸進地學習。

基本上，建構改良式概念圖主要依循的準則係依據短期記憶限制(Sweller 1988)為單元概念節點分類的理論基礎，並結合專業教師預定的課程目標，利用概念附加權重值的方式(詳見下節)，提供個別學習者一個循序漸進、由淺入深的網路學習環境。

因此，改良式概念圖是一種新的知識表徵的方式，例如圖 3-1 是原本的 Novak 概念圖，運用改良式概念圖的方式重新建構之後，成為圖 3-2，圖 3-2 中畫面 1 就是不論何種程度的學習者皆必須學習的概念單元教材，亦即學習者明白這些基本的概念後即可進入接續的概念課程，而圖 3-2 中畫面 2、3 就屬於延伸學習的部份，唯有此學習者的單元測驗成績表現良好，並具有延伸學習的意願時，才會被展現於電腦螢幕上。

以個人電腦主機為例，若以 Novak 概念圖建置的教材(圖 3-3)，所有的相關概念都放在同一畫面上，學習者必須自行瀏覽所有的教材內容。然而，實際上學習者一開始只需學習電腦主機單元中較為簡單、並具重要性的概念單元

(例如電源、介面卡、CPU、RAM、主機板：圖 3-4 之畫面 1)，因為對於一般的高中生而言，此單元教材的內容便已經足夠，而當此學習者在基本的單元成績表現良好，並有興趣想要了解相關的議題或是更深入的知識時(例如 CPU 的種類、特性、材質等：圖 3-4 之畫面 2)，改良式概念圖則提供學習者循序漸進、由淺入深的概念單元教材，適當改善不同學習成就者皆需學習同一網路教材的問題。

並且，因為改良式概念圖已將原概念圖中較艱深、重要性較低的概念節點分離出來，簡化概念主題全部放置同一螢幕的複雜性，因此亦提供一個較為清晰、有條理的網路教學環境。

(二) 延伸學習部份

學習者在網路化學習過程中缺乏思考與組織規劃，無法將瀏覽後的資訊內容組織成有效、有意義的知識概念圖，進而影響其學習成效(Nielson, 1989)。改良式概念圖係透過網路超鏈結的技巧，將相關聯的主題概念與主題概念整合在一起，建構一個完整的知識架構。因此，透過改良式概念圖的「延伸學習」功能，學習者便可適性地進行多維度的學習，而不再只是學習單一主題的概念圖網路教材，確實改良數位學習直線式與平面式教學的缺失。根據上述，在延伸學習的部分改良式概念圖提供二種延伸學習的功能：

1、加廣學習

透過網路超鏈結，改良式概念圖提供跨學科知識內容建構的功能，例如當學習者於主題概念的學習成效良好，便會推薦與目前學習課程相關的概念單元。在教育意義上，改良式概念圖的方法係以某一主題概念圖貫穿整個教學情境，強調學生生活與學習能力的統整，有可能是以某一科(或領域)去建構或去解決另一學科(或領域)所想克服的問題，以跨科(或跨領域)的方式進行相互間的統整，使學習者獲致較為完整且具生活化的學習經驗。

以電腦主機為例，當學習者於此單元的基本概念都已經完全了解，並具有加廣延伸學習的意願時，學習者便可藉由系統的引導至

「硬體」、「週邊設備」等主題進行學習，適時提供學習者「電腦主機」的相關領域知識 (圖 3-5)。

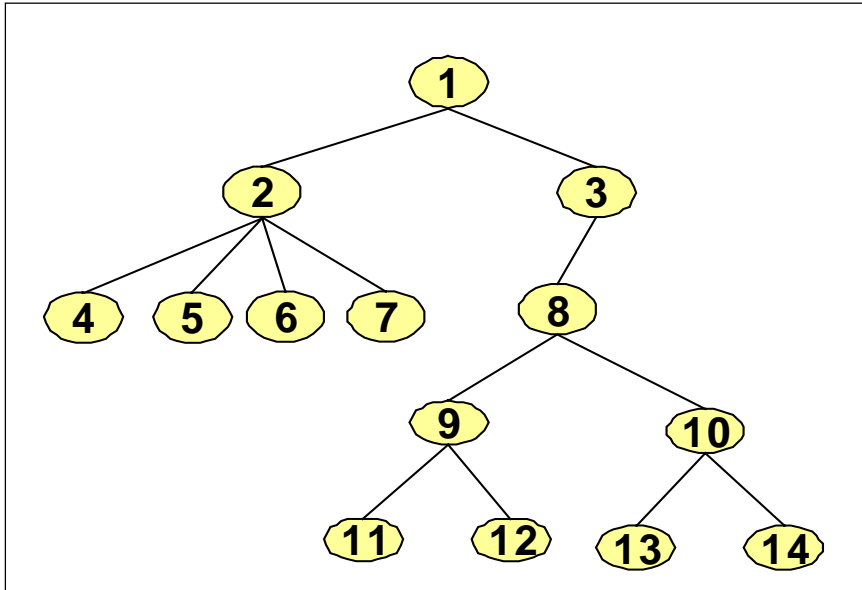


圖 3-1：單一主題概念圖

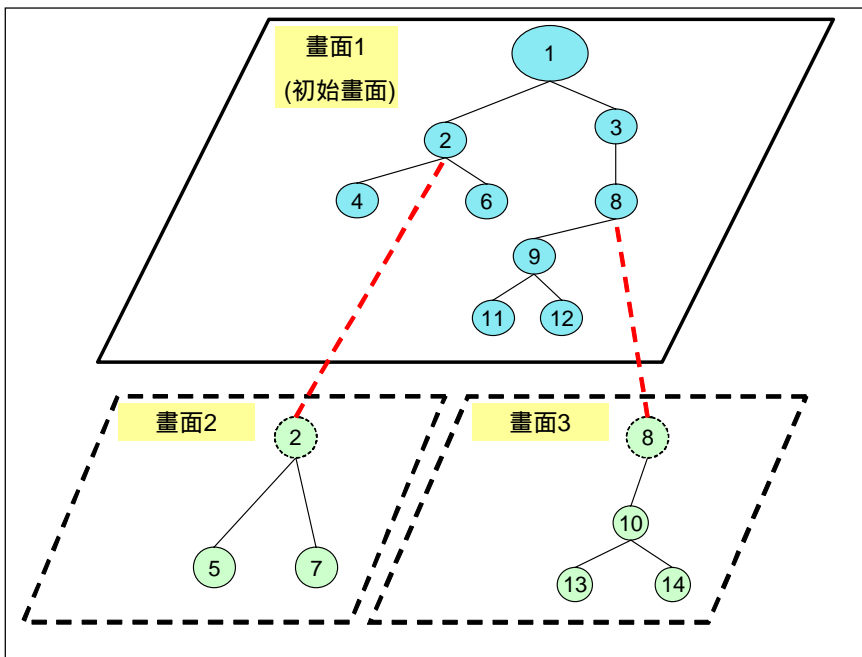


圖 3-2：改良式概念圖 (分類、重組部份)

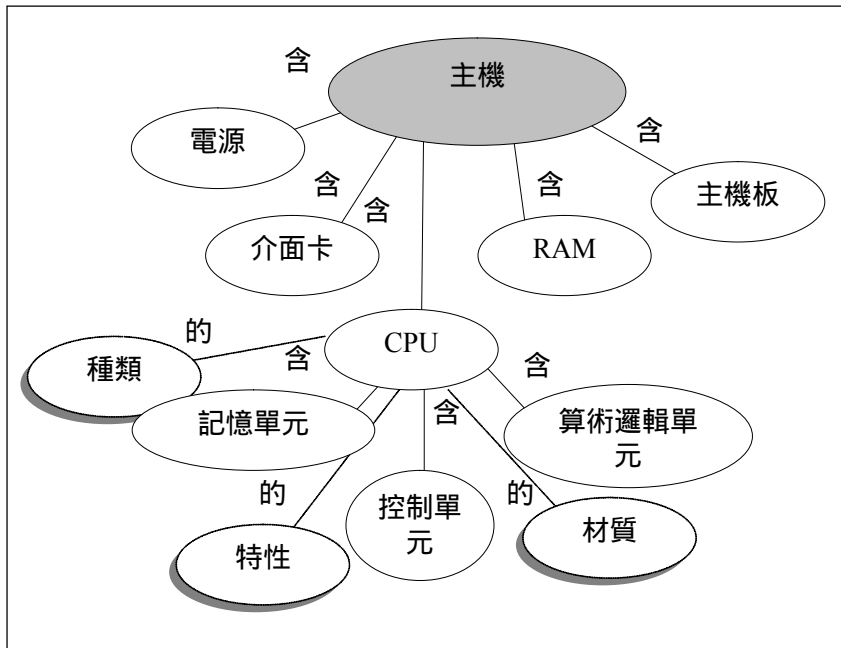


圖 3-3 : Novak 概念圖 (電腦主機單元)

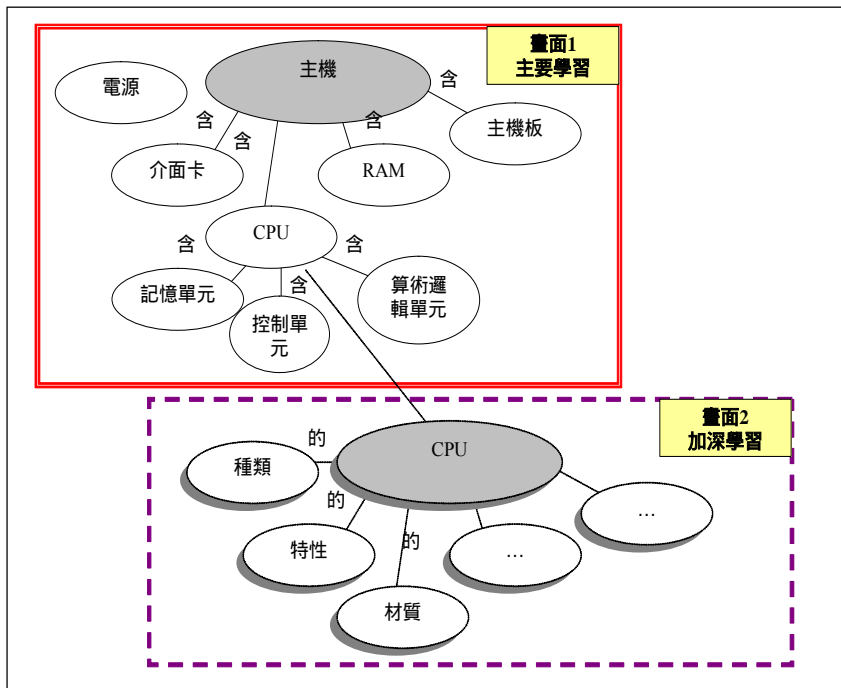


圖 3-4 : 改良式概念圖 (電腦主機單元)

2、加深學習

當學習者對於主題概念的學習成效良好，對於某些概念節點具有加深延伸學習的意願時，改良式概念圖則可依據加深延伸學習路徑，推薦同一科目中，下一階段可以學習的概念課程單元。在教育意義上，改良式概念圖的方法係利用由淺入深、循序漸進的教學方式，一步步地引導個別學習者進行適性的學習，其強調學生主動建構知識鷹架的能力，使學習者獲致較為深入的學習經驗。

以電腦主機為例(圖 3-6)，當學習者於此單元的基本概念都已經完全了解，但是對於「中央處理器」(CPU)相當有興趣，因此，為滿足學習者的加深延伸學習意願，系統則會進一步地引導學習者至 CPU 的「種類」、「特性」、「材質」等相關主題進行學習。

因此，改良式概念圖之主要精神為提供學習者一個循序漸進、由淺入深的網路化學習環

境，由最基本的概念教材，由淺入深地引導至加廣、加深延伸學習教材，有效提高網路教學的學習成效，加強概念圖在網路教學課程軟體建置上的功能。

二、概念圖中加入權重值

大部份的概念圖模式並沒有附加權重值，無法表達個別概念的困難度及重要性，雖然近年來已有部分的研究提出權重值的概念，但都僅限應用於 2 個概念圖的比對，而有關網路教材呈現部分的相關研究卻不多見。本研究提出的改良式概念圖首先強調適性呈現 (adaptive present) (Brusilovsky, Bra, Eklund, Hall, and Kobsa, 1999)，亦即先根據專家意見設定概念權重值(概念困難度、概念重要性)，接著再依據學習者的學習成效(概念錯誤比率權重值)，進行適性導覽。因此，本研究參考教學策略的相關參數，將概念權重值構面分為概念困難度、概念重要性兩項(圖 3-7)。

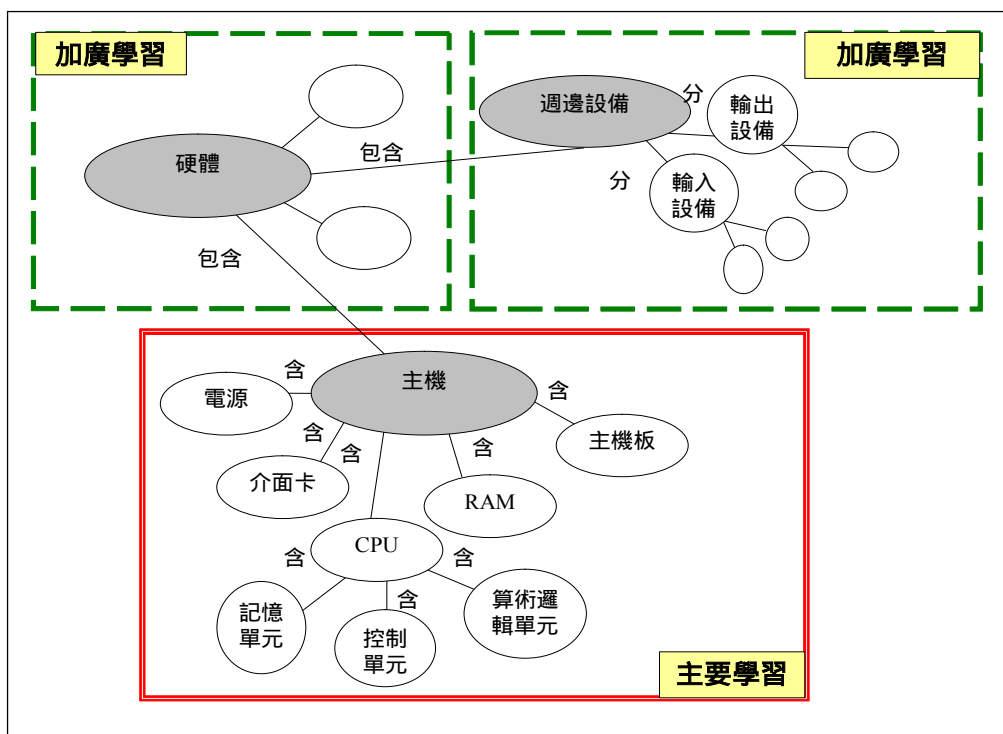


圖 3-5：改良式概念圖(主機單元) - 加廣延伸學習部分

專論

在權重值的分類部分，為了使整個概念圖課程編制及簡化賦予概念權重的方式，在本研究係採用李克特 (Likert) 五點式評量尺度 (Likert, 1932) 作為課程設計者訂定單元權重概念圖的依據，以適當反映出此單元課程的重要性及困難度，此分類等級亦可依據不同的概念課程，運用不同的分類尺度。以下分別探討個別概念間權重值的關係：

C_{xy} 表示在第 x 個單元課程中，第 y 個概念節點。「1」代表概念重要性權重值，概念重要性係以課程「教學目標」為主要的分類依據，由課程教學者依序給予各個概念節點 1 至 5 的權重值。「1」則代表最不符合本單元課程教學目標之概念節點：「最不重要」，即學習者在本單元中可省略學習的概念課程；而「5」代表最符合單元課程教學目標之概念節點：「最重要」，即學習者在本單元中最應學習的概念課程，值越高代表越重要的概念課程。

(一) 概念重要性權重值 $I(C_{xy})$

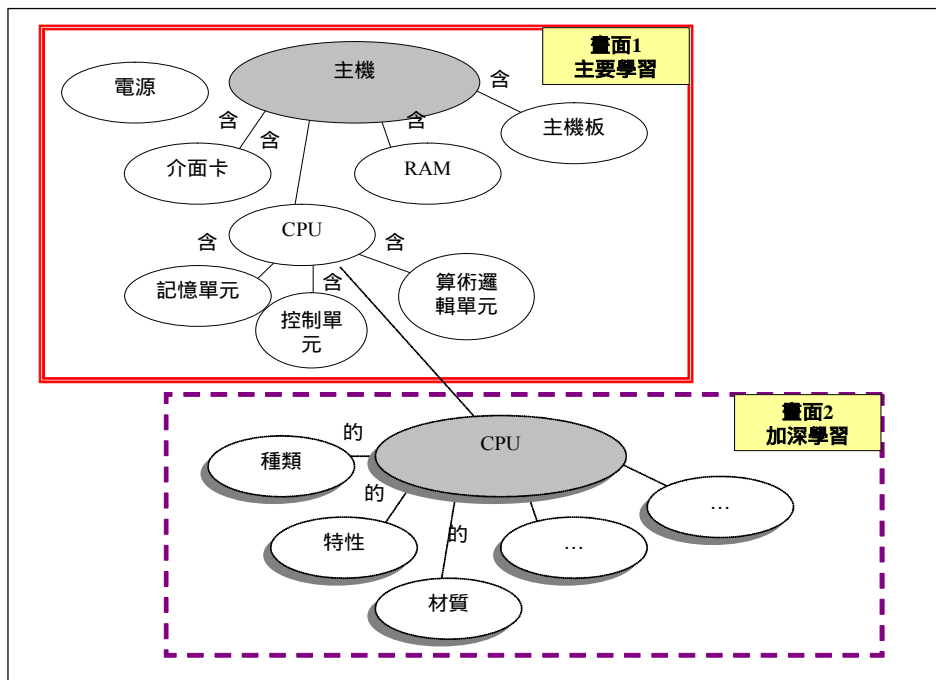


圖 3-6：改良式概念圖(主機單元) - 加深延伸學習部分

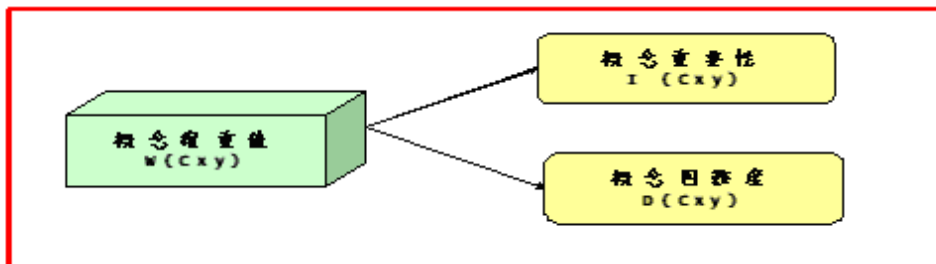


圖 3-7：影響概念權重值構面圖

(二) 概念困難度權重值 D (Cxy)

因為網路教學的學習者來自全球各地，學習者之間個別差異很大，因此訂定不同的課程困難度教材可以改善所有學習者必須學習同一教材，而無法達到因材施教的問題。「D」代表概念困難度權重值，其亦由課程教學者依據其教學經驗等，分別訂定由 1 至 5 的權重值。

「1」則為大部分的學習者易於吸收之概念節點：「最簡單」；而「5」代表最容易造成學習者迷思的概念權值：「最困難」，值越大表示越困難的概念課程。

本研究中之改良式概念圖的權重值，係採用以上兩種概念權重值(I, D)之組合。因此，在本例中的改良式概念圖權重值組合如表 3-1 所示，亦即 Novak 概念圖都可以透過此組合表賦予各子概念節點一個適當的權重值，作為改良

式概念圖分類、重組的依據。例如 $W(Cxy)=(5,1)$ 表示 Cxy 概念節點在本單元課程中為最重要、最簡單的教材，因此不論是哪一種學習成就者都應學習(假設學習者的等級分為低、一般、高三種)。

以圖 3-8 為例，一單元課程包含 14 個子概念教材，則可以根據相關課程教學者及相關領域專家的建議等，賦予子概念圖在重要性及困難度等級。依照本研究前述之認知附載等相關理論，改良式概念圖的螢幕畫面出現節點數大致以 5 到 9 個為主要分類原則，以有效提高學習者的學習興趣，節點個數可依據不同的課程再做調整。因此，對單元概念節點 14 的權重值為(5,5)，即為最重要最困難的教材，因此屬於一般學習成就者在本單元課程中「加深學習」的部分，只有當此學習者的學習成效良好時，此類概念節點才會被展現出來。

表 3-1：改良式概念圖權重值組合表

D \ I	1 (最簡單)	2 (簡單)	3 (普通)	4 (困難)	5 (最困難)
1 (最不重要)	(1, 1)	(1, 2)	(1, 3)	(1, 4)	(1, 5)
2 (不重要)	(2, 1)	(2, 2)	(2, 3)	(2, 4)	(2, 5)
3 (普通重要)	(3, 1)	(3, 2)	(3, 3)	(3, 4)	(3, 5)
4 (重要)	(4, 1)	(4, 2)	(4, 3)	(4, 4)	(4, 5)
5 (最重要)	(5, 1)	(5, 2)	(5, 3)	(5, 4)	(5, 5)

專論

為了達到有效降低螢幕複雜度的目的，本研究在權重值的設定上必須以不重複出現9個以上的相同權重值為唯一限制條件，以有效控制單元概念圖於單一畫面螢幕的呈現個數，但是在不同的網路課程中，使用者可自定此限制條件以符合其要求。再者，為方便說明起見，本研究係以1到5作為權重值劃分的依據，在實際應用上可再根據不同的科目及教學目標加以修改，以符合個別課程的需求。

因此，利用改良式概念圖的分類、重組及延伸學習的機制，能將知識以結構化的形式呈現，因此是加速與擴展知識建構的良好工具。其除了提供依據不同的學習成就的學習者，提供不同的教材之外，若學習者的應學習單元測驗成績皆大於系統的預設的概念門檻值，則可藉由改良式概念圖的延伸學習機制，適時地提供加深、加廣的延伸學習教材，有效提高學習者的學習成就等級；若學習者並未通過應學習單元的測驗，系統則會自動引導學習者重新學

習。

本研究所提之改良式概念圖即是一種簡化知識的表徵方式，其是將原本複雜的概念圖，有規則地分解為數個單元概念圖，再依照個別學習者的學習成就彈性調整其學習路徑。綜合上述，改良式概圖的主要優點在於：

1、提供多個向度的關聯

改良式概念圖係利用網路超連結的特性，透過概念與概念間的連結以提供一個較完整的知識導覽功能，有效提高學習效果，並使得概念形成一個整體的知識架構，而不再是單獨的個別概念。改良式概念圖的基本構想，主要是由短期記憶理論(CLT)所發展得來的，其可以表示空間擴展的(spatial)、多維的(multidimensional)、與結構化(structural)的知識架構，並呈現各概念之間的相互關係(interrelationship)。

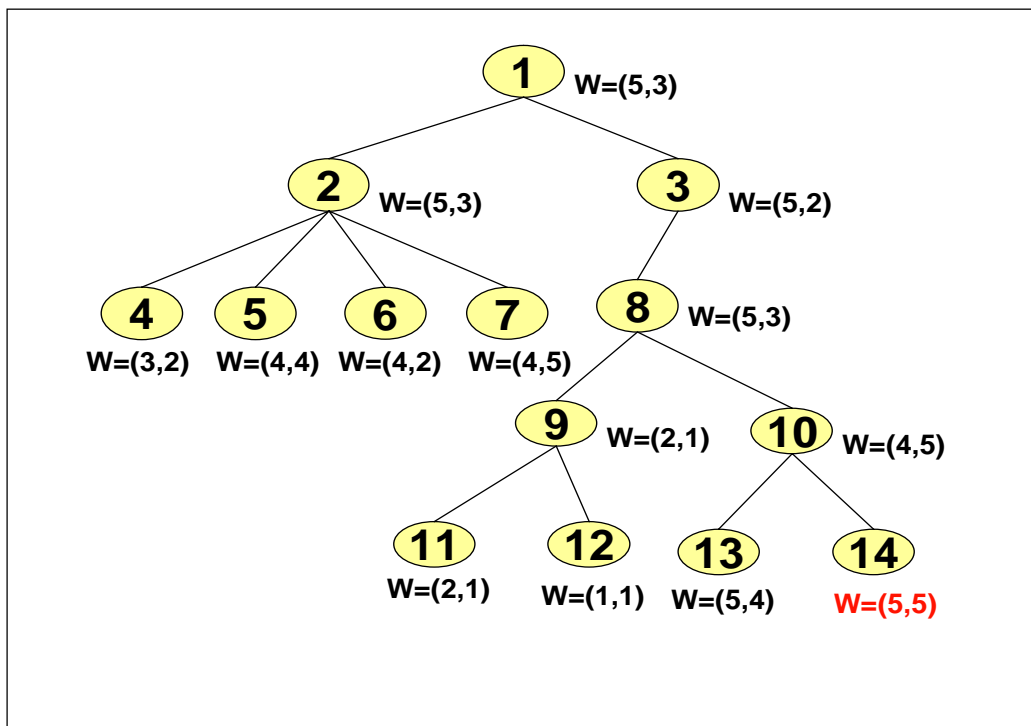


圖 3-8：附加概念權重值之概念圖

2、概念附加權重值

Novak 概念圖沒有附加權重值，無法表示個別概念的困難度及重要性，本研究應用權重值的觀念，用它來表示各個概念的不同難度，因此可以將一份完整的教材重新分類、重組，使其可同時適用於各種程度的學習者，以改善所有學習者皆需學習同一網路教材的問題，達到個別化、適性化的學習的目標。

根據上述文獻及本研究所提出之構想，將 Novak 概念圖與改良式概念圖的主要差異以表 3-2 表示。

肆、網路教學系統的建置

本研究分別為 Novak 概念圖及改良式概念圖的知識表徵方式，建構兩種「高中計算機概論」的網路教學系統。此系統以 WWW 為開發平台，所使用的軟體工具如下：網頁編輯器為 Microsoft[®] FrontPageXP；程式語言為 Microsoft[®]

ASP 與 VB；資料庫軟體為 Microsoft[®] Access；影像處理軟體為 Cmap(IHMC) 與 Ulead[®] PhotoImpact；並選擇 Cmap 作為繪製改良式概念圖的基本工具。

改良式概念圖系統會根據個別學習者的需求展現課程架構(如圖 4-1)，並於正式進入課程教材前提供一份前測(如圖 4-2)，以鑑定個別學習者的學習成就(如圖 4-3)，提供適性化的學習路徑。圖 4-4 則顯示了 Novak 概念圖系統的課程首頁。

一、概念門檻值(Concepts threshold; CT)

由測驗成績來看，當單元測驗成績越高，代表學習者對此單元教材的瞭解程度越高；而當單元測驗成績越低，則代表學習者對此單元教材的瞭解程度越低，則可加強此單元概念的學習。因此，我們必須訂定對單元測驗成績的接受程度，即為概念門檻值(CT)。

表 3-2：Novak 概念圖與改良式概念圖比較

Novak 概念圖	改良式概念圖
侷限於單一主題，無延伸概念，學習範圍受限制。	透過網路超鏈結的技巧，將相關聯的知識整合，即本研究之「加廣」概念。
沒有考慮到學生程度及學習情況的差異，學習者皆使用同樣的教材。	先學習較基礎的課程，再依學習情況繼續較進階的課程，即本研究之「加深」概念。
畫面呈現較為複雜。	簡化畫面，使學習目標更為明確。
無法表示個別概念的困難度及重要性。	將概念依困難度及重要性以權重值區分，以便教師安排學習課程。

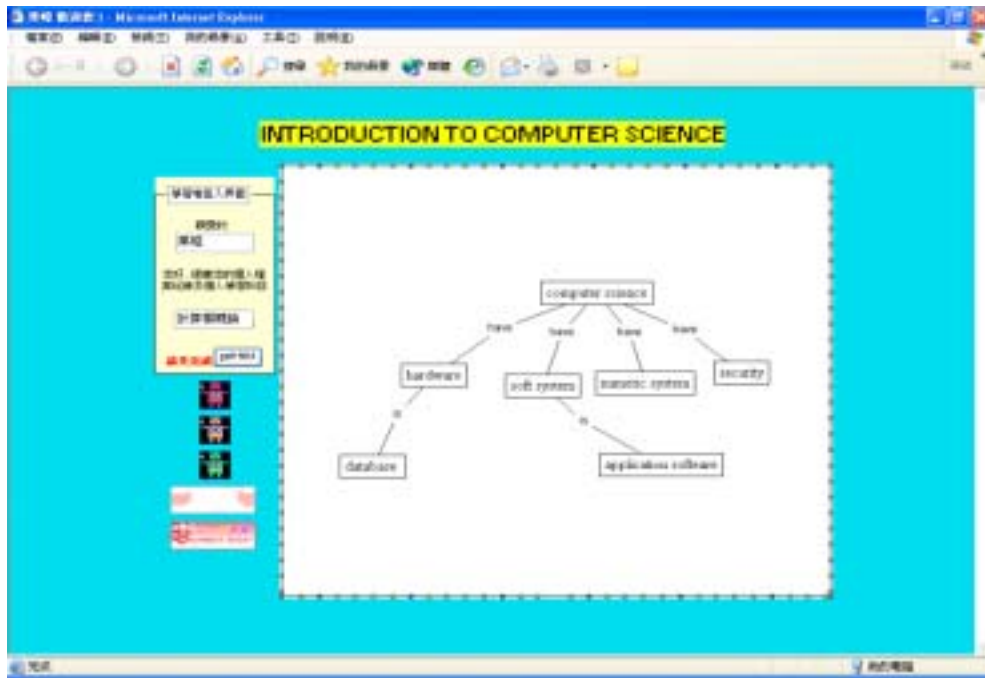


圖 4-1：改良式概念圖(課程首頁畫面)

請選擇適合的答案選擇最正確行為 請以明確並具體的題目 判斷對錯

- 下列何種敘述是錯誤的?
 - (A)任何十進位整數都可用二進位表示
 - (B)任何十進位小數都可用二進位表示
 - (C)任何二進位整數都可用十進位表示
 - (D)任何二進位小數都可用十進位表示
- A 進位數由幾個二進位組成?
 - (A)2 (B)3 (C)4 (D)5
- 下列何者是錯誤的表示法?
 - (A)0010 (B)1111 (C)01010011 (D)111111
- 下列何者為十六進位系統中最小的數?
 - (A)A (B)B (C>C (D>D
- 十進位 200 =
 - (A)1100₂ (B)1101₂ (C)11000010₂ (D)11000010₂
- A 二進位數 101111 表示下列那一個十進位數?
 - (A)30 (B)31 (C)32 (D)33
- 十六進位的 (2E) 以十進位數表示是
 - (A)11 (B)17 (C)38 (D)39
- A 十進位數 5(16) + (4) 其結果為
 - (A)1116 (B)1126 (C)1136 (D)1146
- 十進位數 (257) 等於八進位數
 - (A)175.1 (B)175.1 (C)175.5 (D) 251.5
- 下列運算式中，何者為最大值?
 - (A)101011-101101 (B)1010-0110
 - (C)1111-0111 (D)1010-11

圖 4-2：改良式概念圖(課程前測畫面)

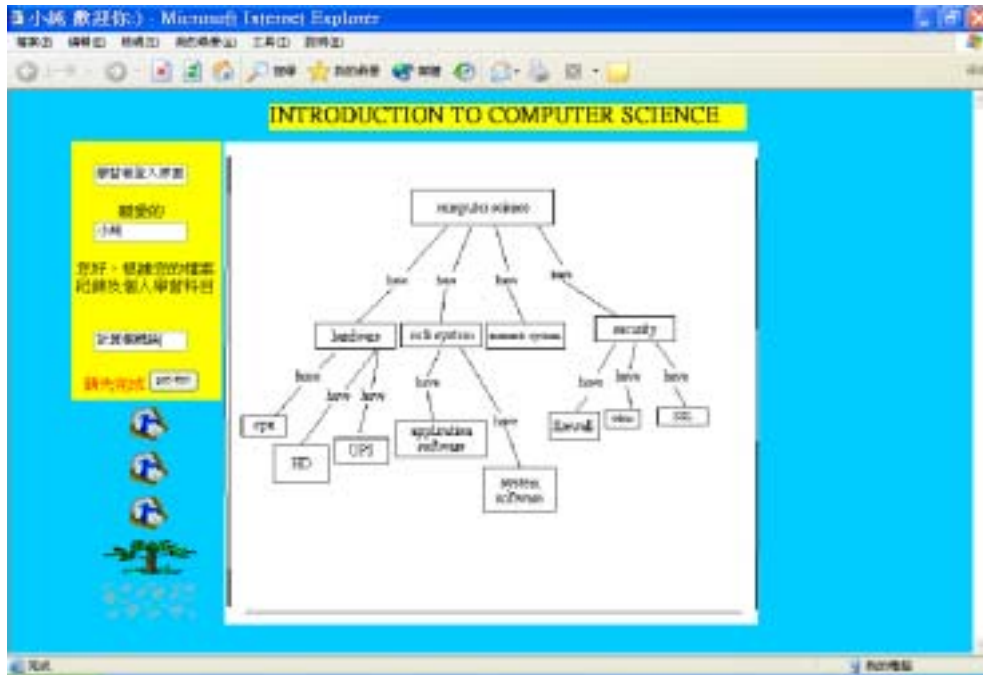


圖4-3：改良式概念圖(課程前測結果畫面)

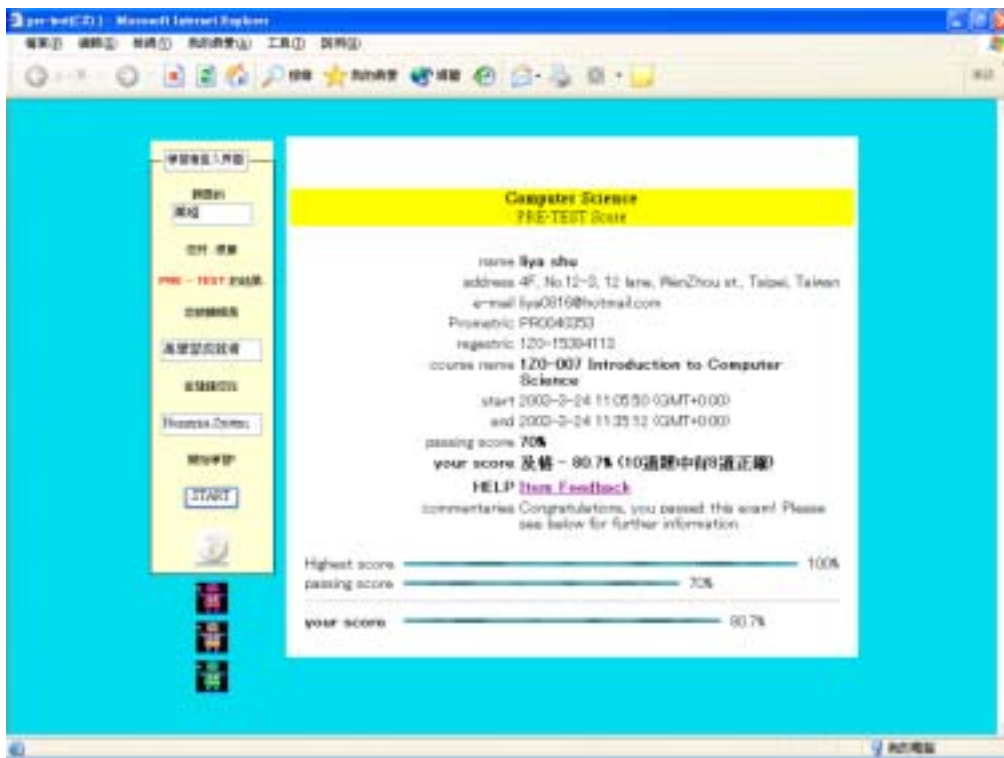


圖 4-4：Novak 概念圖(課程首頁畫面)

專論

表 4-1 展示出一個測驗卷內含 10 個測驗題目 ($Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_{10}$) 的一個測驗項目關聯表 (test item relationship table, TIRT) (Hwang, 2003)。在 TIRT (Q_i, C_j) 的每一個值範圍從 0 到 5, 其表示在測驗題目 Q_i 與概念 C_j 間的關聯。0 表示毫無關聯, 1 到 5 表示此關聯的強度; $SUM(C_j)$ 表示概念 C_j 在此測驗頁的總強度; $ERROR(C_j)$ 是學生與 C_j 概念有關的答錯強度; 且 $ER(C_j) = ERROR(C_j) / SUM(C_j)$ 表示學生在所有題目中與 $SUM(C_j)$ 概念有關的答錯比例。假設此學生答錯題目 Q_3, Q_6, Q_7 及 Q_9 , 如表 4-1 所示, 則可得出 $ER(C_1) = 1/6 = 0.16$, $ER(C_2) = 0/5 = 0$, $ER(C_3) = 3/5 = 0.6$ 等等, 其表示此學生答錯有關概念 C_1 的 16% 之測驗題, 有關概念 C_2 的 0% 之測驗題, 有關概念 C_3 的 60% 之測驗題。此 ER 值指定給在概念效果圖中的每一概念, 顯示在圖 4-5。一個門檻值, 用以代表對錯誤率的容忍程度。當 $ER(C_j) <$ 時, 可說此學生已經學過概念 C_j , 否則, 則說此學生未學過概念 C_j 且因此這個概念即會加入到補救學習路徑 (To-Be-Enhanced

learning path)。 的值可由下述步驟來決定：

(1) 計算每一個概念的錯誤比率之下限。 C_j 的下限稱作 $LB(C_j)$, 其經由計算得到測驗成績的後 50% 之學生其對 C_j 的平均錯誤比率。

(2) 此系統計算學生對於概念 C_j 的錯誤率與 $LB(C_j)$ 之差異。假設此概念的下限是 $LB(C_1)=0.33$ 、 $LB(C_3)=0.5$ 、 $LB(C_4)=0.4$ 、 $LB(C_5)=0.33$ 、 $LB(C_6)=0.45$ 、 $LB(C_7)=0.5$ 、 $LB(C_8)=0.66$ 、 $LB(C_9)=0.5$ 與 $LB(C_{10})=0.66$ 。我們可得 $DIFF(C_1) = 0.16-0.33=-0.17$; $DIFF(C_3)=0.6-0.5=0.1$; $DIFF(C_4)=0.16-0.4=-0.24$; $DIFF(C_5)=0.28-0.33=-0.05$; $DIFF(C_6)=0.66-0.45=0.21$; $DIFF(C_7)=0.63-0.5=0.13$; $DIFF(C_8)=0.8-0.66=0.14$; $DIFF(C_9)=0.8-0.5=0.3$; $DIFF(C_{10})=1.0-0.66=0.34$ 。

C_1 、 C_4 與 C_5 的錯誤率低於相符的下限, 因為它們的 DIFF 值是負的; 因此, 此系統藉著決定在 C_3 、 C_6 、 C_7 、 C_8 、 C_9 與 C_{10} 間最小的錯誤率來建議一個 值, 即 $=MIN(ER(C_j))=0.6$ 。

表 4-1 : 測驗項目關聯表的範例

Q_i	C_j									
	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}
Q_1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Q_2	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0
Q_3	0	0	3	1	2	0	0	2	0	0
Q_4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Q_5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Q_6	1	0	0	0	0	4	0	2	0	0
Q_7	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Q_8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Q_9	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5
Q_{10}	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
SUN	6	5	5	6	7	6	6	5	5	5
ERROR	1	0	3	1	2	4	6	4	4	5
$ER(C_j)$	0.16	0	0.6	0.16	0.28	0.66	0.63	0.8	0.8	1.0

資料來源：Hwang(2003)

以一般測驗(滿分為 100 分)為例,若以 60 分為及格分數,則設概念門檻值 $CT=0.6$ 。若單元測驗成績小於概念門檻值,則此單元為學習困難的地方,系統則會引導學習者重新學習,並將此學習者的學習成就等級向下調整一個等級。反之,若單元測驗成績大於等於概念門檻值,則會詢問學習者的延伸學習意願,而當學習願意進行加廣或加深的延伸學習,並通過延伸學習的單元測驗後,系統則會將此學習者的學習成就等級向上調整一個層級,並直接引導至下一單元課程進行學習,達到進階學習、因材施教的學習效果。若學習者不願意進行延

伸學習時,系統則可根據預設的學習路徑,直接引導學習者至下一單元課程進行學習。

伍、系統評估

一、不同概念圖教材呈現方式對高中計算機概論學習成效的影響

(一) 樣本資料描述

本研究採用不等組前後測實驗設計,來源為國立彰化師範大學管理學院中的兩班共 77 名學生,將學生隨機分派為實驗組、控制組。詳細內容如表 5-1 所示。

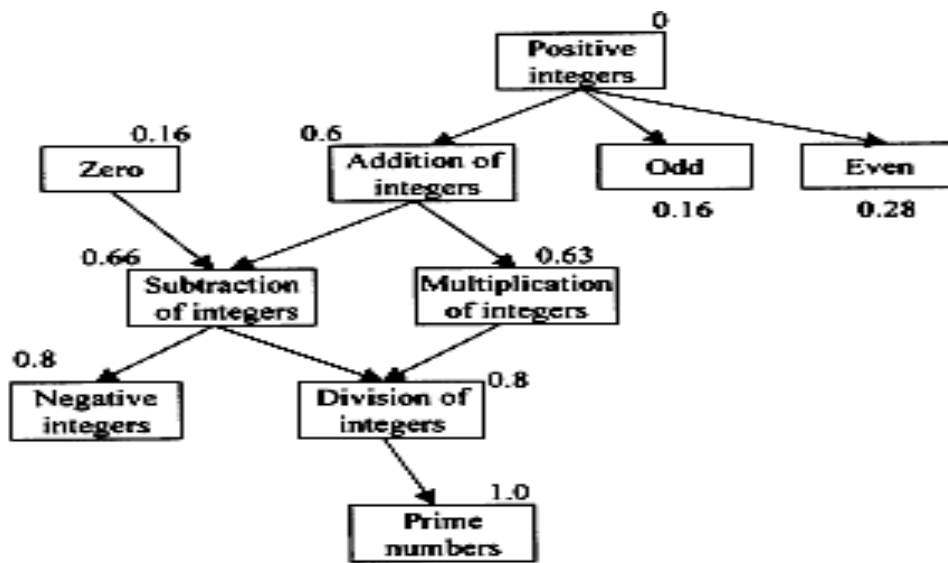


圖 4-5：給定 ER 值的概念效果圖範例 (資料來源：Hwang, 2003)

表 5-1：實驗樣本描述

組別	人數
實驗組(學習改良式概念圖教材)	40
控制組(學習 Novak 概念圖教材)	37

專論

(二) 學習者前測成績差異比較

為了解學生對高中計算機概論的先備知識與學習能力是否相似，因此在實驗前先進行兩班學習成效的前測。而由於本實驗是屬於統計上的小樣本且變異數未知，所以本研究先針對樣本以 Kolmogorve-Smirnov 檢定兩組是否符合常態分配，再利用 Levene 檢定兩組變異數是否相等，以確定本實驗符合獨立 t 檢定的基本假設。

一、常態性檢定

關於實驗組與控制組是否呈常態分配則藉由 Kolmogorve-Smirnov 檢定來進行，結果如表 5-2 所示。由表 5-2 得知，各組 P 值均大於

0.05，因此在顯著水準 0.05 的情形下，符合常態性分配的基本假設。

二、變異數同質性檢定

變異數同質性檢定結果如表 5-3 所示，因為 P 值大於 0.05，在顯著水準 0.05 之下，符合同質性的基本假設。

三、兩母體獨立 t 檢定：

由於兩班屬於獨立母體，服從常態性分配、及變異數同質性的基本假設，因此可利用兩母體獨立 t 檢定進行前測成績是否有顯著差異。由表 5-4 所示 t 值為 0.512，P 值為 0.586，大於顯著水準 0.05，未達顯著差異程度，表示兩班學生前測成績沒有顯著差異。

表 5-2：常態性檢定

組別	平均數	標準差	標準誤	Kolmogorve-Smirnov	P 值
實驗組	68.675	14.756	2.385	0.513	0.914
控制組	65.345	13.486	2.533	0.692	0.632

=0.05 (*表示 P<0.05)

表 5-3：變異數同質性假設

		變異數相等的Levene檢定	
		F檢定	P值
Grade	假設變異數相等 假設變異數不相等	0.721	0.415

=0.05 (*表示 P<0.05)

表 5-4：前測獨立樣本 t 檢定

T 值	自由度	P 值(雙尾)	平均差異	標準差異	差異的 95%信賴區間	
					下限	上限
0.512	75	0.586	2.137	3.988	-5.656	8.993

(三) 比較改良式概念圖教材與 Novak 概念圖教材之學習效果

於實驗教學後施以學習成效後測，分析學習者經由兩種教學後，其學習成效是否有不同，故本研究欲檢定之假說如下：

假說：改良式概念圖學習者之學習成效和 Novak 式概念圖學習者之學習成效有顯著差異。

同樣由於本實驗是屬於統計上的小樣本且變異數未知，所以本研究先針對樣本以 Kolmogorve-Smirnov 檢定兩組是否符合常態分配，再利用 Levene 檢定兩組變異數是否相等，以確定本實驗符合獨立 t 檢定的基本假設。

1、常態性檢定

由表 5-5 得知，實驗組與控制組的 P 值均大於顯著水準 0.05，符合常態性的基本假

設。接著進行變異數同質性檢定。

2、變異性同質性檢定

表 5-6 中，F 值為 0.665，P 值 0.432，大於顯著水準 0.05，表示符合同質性基本假設。

3、假設檢定

因同時符合常態性、同質性的基本假設，因此可利用兩母體獨立 t 檢定進行兩母體後測成績是否有顯著差異。在表 5-7 中 t 值為 2.762，P 值小於 0.05，所以在顯著水準 0.05 下，可以拒絕虛無假設，表示兩組在所使用的教學方法上有顯著差異。

由以上統計推論可以得知，實驗組(即學習改良式概念圖組)其學習成效優於控制組(即學習 Novak 概念圖組)。表示不同知識呈現方式會影響到學生的學習，同時亦證實改良式概念圖是一個良好的學習工具。

表 5-5：常態性檢定

組別	平均數	標準差	標準誤	Kolmogorve-Smirnov	P 值
實驗組	84.24	20.33	2.97	1.353	0.776
控制組	72.56	20.78	3.44	0.142	0.641

=0.05 (*表示 P<0.05)

表 5-6：變異數同質性假設檢定

		變異數相等的Levene檢定	
		F檢定	P值
Grade	假設變異數相等 假設變異數不相等	0.665	0.432

=0.05 (*表示 P<0.05)

表 5-7：後測獨立 t 檢定

T 值	自由度	顯著性(雙尾)	平均 差異	標準 差異	差異的 95%信賴區間	
					下限	上限
2.762	75	0.015*	14.872	3.841	2.388	21.544

=0.05 (*表示 P<0.05)

二、學習滿意度問卷調查

(一) 構面定義

在離型系統的驗證上我們引用李克特式五點量表，讓學習者依「非常同意」、「同意」、「無意見」、「不同意」、「非常不同意」五個等級填答。本量表首先是經由文獻彙整並參考邱垂昌、陳瑞斌(民 89)學生對「概念構圖的學習態度量表」，所彙整而成的問卷初稿。學習滿意度問卷分成三個構面，即「課程內容」、「知識表徵」、「個別差異」，而構面基本定義如表 5-8 所示，完整的問卷如附錄所示。

(二) 專家效度

問卷初稿經由相關領域專家對問卷內容進行修正，使得問卷內容具有專家效度後，最後發展成問卷基本架構。

(三) 信度分析

將問卷初稿發送國立彰化師範大學學生進行填寫，以進行問項之信度分析(內部一致

性分析)，目的做問卷預試用。問卷發送共 96 份。本問卷共分為三個構面，11 個題項，本研究所使用信度分析為 Cronbach α ，其分析結果如表 5-9 所示：

(四) 學習滿意度問卷分析

本問卷另外發放給 40 名學生，學生先分別以 Novak 及改良式概念圖的方式進行，並於學習後填寫問卷，問卷共回收 30 份，「改良式概念圖教材學習滿意度量表」問卷調查，主要是針對「課程內容」、「知識表徵」、「個別差異」三個構面進行統計工作。表 5-10、表 5-11 為受測學生填答之百分比整理。

由於樣本數僅 30 個，屬於統計上之小樣本，因此，此部份之分析以無母數統計方法之 Mann-Whitney U 法來取代 t 檢定，以檢定學習者對於改良式概念圖在課程內容、知識表徵、個別差異三個構面及整體部分是否持正向看法，具有較高的滿意度。

表 5-8：學習滿意度問卷構面

構面	說明
課程內容	做為課程內容設計的工具，可以展現不同章節間的相互關係，教材的概念也較清楚明確。
知識表徵	結合圖形的特質增進學習者對學習內容的理解程度以及統整、重組資訊的能力，且可以連結過去所閱讀的知識。
個別差異	教學者依不同方式表達學科內容、學習者依學習能力與學習進度選擇所欲學習的內容。

表 5-9：各構面 Cronbach 係數與總體 Cronbach 係數

構面	Cronbach α 係數
課程內容	0.7483
知識表徵	0.8475
個別差異	0.8217
整體	0.7745

>0.70 表示該份量表具有信度

表 5-10：問卷調查結果

問 卷 項 目	非 常 同 意	同 意	沒 意 見	不 同 意	非 常 不 同 意
一、課程內容					
1.我覺得以改良式概念圖設計之教材內容較以 Novak 概念圖設計之教材內容讓我更樂於學習高中計算機概論。	8.1%	56.0%	29.2%	6.7%	0%
2.我覺得以改良式概念圖設計的教材內容較 Novak 概念圖設計的教材內容更容易理解高中計算機概論中的觀念。	4.1%	56.5%	32.1%	7.2%	0.1%
3. 我覺得改良式概念圖的「計算機」課程內容安排較 Novak 概念圖的「計算機」課程內容安排更生動活潑。	3.7%	58.1%	32.1%	2.9%	3.2%
二、知識表徵					
4.我覺得改良式概念圖較 Novak 概念圖簡化畫面呈現的複雜度。	12.3%	32.6%	33.7%	18.2%	3.2%
5.我對以改良式概念圖設計的教材整體呈現感到滿意。	5.3%	47.3%	32.1%	12.3%	3.0%
6.我覺得改良式概念圖較 Novak 概念圖可以提供完整的計算機知識。	8.7%	49.6%	32.1%	7.1%	2.5%
7.我覺得改良式概念圖較 Novak 概念圖減輕我對計算機知識的記憶。	7.7%	37.3%	38.0%	16.3%	0.7%
三、個別差異					
8.我覺得改良式概念圖較 Novak 概念圖可以依自己的興趣學習計算機的觀念。	7.7%	41.5%	42.8%	4.1%	3.9%
9.我覺得改良概念圖較 Novak 概念圖可以改變我的學習方式。	7.2%	55.3%	35.3%	1.2%	1.0%
10.我覺得改良式概念圖較 Novak 概念圖容易控制自我的學習進度。	4.3%	32.4%	55.2%	5.1%	3.0%
11.我覺得改良式概念圖較 Novak 概念圖可以彈性的學習高中計算機概論知識。	8.9%	59.7%	27.1%	4.2%	0.1%

專論

1、關於課程內容部份：

根據研究指出，概念圖可以用來表示課程內容間階層的關係，而改良式在階層關係的呈現又更為明顯，且更清楚展現學習者所欲學習的教材內容，因此可清楚整個章節與概念架構，提高對高中計算機概論的課程了解。從表 5-12 中探討學習者對學習者滿意度在「課程內容」正負向看法，P 值小於 0.05，由此大多數學習者同意改良式概念圖可以幫助學習者更了解各概念間的關係。

2、關於知識表徵部份：

本研究之改良式概念圖教材均控制在學習者可以忍受的視覺範圍內，不用拉動網頁捲軸的情況下，學習者就可以輕鬆的學習。在學習過程中先給予學習者初步的概念，並循序提供學習相關的觀念，建構起一個較完整的數字系統觀念。由表 5-13 中得知，學習者在「知識表徵」的正負向看法， $P=0.000<0.05$ ，大多數學習者針對改良式概念圖為一更具階層性的

知識表示法，有助於幫助學習者對高中計算機概論單元的記憶與理解。

3、關於個別差異部份：

在表 5-14 所示，在學習者對「個別差異」的看法，P 值為 0.000，小於 0.05，顯示改良式概念圖應用網路教材的設計，學習者可以循序漸進的學習，並掌握自己的學習進度，加強未理解的地方，有助於其彈性與適性化的學習。因為改良式概念圖設計的目的在讓學習者更彈性的選擇適合學習的內容，因此有適性化學習的效果。由於教材內容依據實際需求進行分類、重組，對一般學習者而言，可以精熟的學習某一單元，再進一步的加深、加廣的學習；對高學習成就者而言，可以循序漸進地進行學習。如此可以達到加深、加廣與補救教學的學習效果。即學習者可以依自己的學習成就，選擇適合自己的教材學習，而達成因材施教的教育目標。

表 5-11：各構面所佔百分比率

構面	非常同意	同意	無意見	不同意	非常不同意
課程內容	4.5%	54.65%	34.2%	5.43%	1.22%
知識表徵	6.1%	49.1%	32.6%	12.01%	0.19%
個別差異	7.01%	47.2%	41.5%	3.56%	0.73%
整體	5.87%	50.31%	36.1%	7%	0.71%

表 5-12：Mann-Whitney U Test

	統計量
Mann-Whitney U	122.000
Z	5.355
P 值	0.000*

*表 $P<0.05$

4、學習對改良式概念圖滿意度整體正負向看法

將學習者針對整體學習滿意度同意與不同意進行 Mann-Whitney U Test，由表 5-15 得知，P 值小於 0.05，表示學習者對改良式概念圖大多呈正向的看法。

三、專家評估

最後本研究邀請四位相關領域的專家對此系統進行評估，其對於課程內容、知識表徵與個別差異三個構面皆有相當高的認同度，同時提出改良式概念圖尚具有如下的特點：

1. 適用於補救教學：由於每個學習者的學習背景與學習速度各有不同，造成各自的先備知識與學習條件有所差異，因此可利用改良式概念圖補充了解該概念所需的先備知識，以作補救的學習，如此使學習者的學習效果達到適性化學習，亦使學習者

的學習過程達到「有意義學習」的目的。

2. 適用於特殊教育的領域：對於高學習成就者，可獲得加深、加廣的學習機會；而對於低學習成就者，則只需學習基本概念即可。
3. 適用於行動學習：行動學習有可能成為未來的一種重要學習模式，改良式概念圖可以簡化知識的表達方式，其在行動學習設備上的顯示的效果，遠較 Novak 概念圖為佳。

因此，經評估結果，四位專家皆對於改良式概念圖具有頗高的認同度。

表 5-13：Mann-Whitney U Test

	統計量
Mann-Whitney U	143.500
Z	6.544
P 值	0.000*

*表 P<0.05

表 5-14：Mann-Whitney U Test

	統計量
Mann-Whitney U	113.0
Z	5.654
P 值	0.000*

*表 P<0.05

表 5-15：Mann-Whitney U Test

	統計量
Mann-Whitney U	78.000
Z	5.457
P 值	0.000*

*表 P< 0.05

陸、結論與建議

由本研究成果得知，改良式概念圖學習者之學習成效優於 Novak 式概念圖之學習者，並且由學習者問卷調查資料顯示，學習者對於改良式概念圖在網路課程體的學習上，其學習滿意度優於 Novak 概念圖，而專家評估的結果也顯示，其對於改良式概念圖皆具有較高的滿意度。

根據本研究所提出的改良式概念圖來設計網路教學課程體，就可以依照不同需求，利用概念權重值的概念，將網路教材庫的內容做適當的分類、重組，由淺入深、循序漸進地展現出一種層次分明的知識結構，提供因材施教和引導學習者自我選擇延伸學習的機會。是故本研究主要的貢獻如下：

1. 提出改良式概念圖，即簡化知識在單一螢幕呈現的複雜度並依照課程的重要性和困難度訂定概念權重值，達到因材施教的教育目標。
2. 實際建構高中計算機概論教材，此教材結合改良式概念圖可依學習者的進度與程度，循序漸進、由淺入深的學習。
3. 實驗驗證以新的知識表示法 改良式概念圖應用於高中計算機概論課程上，可以獲得較佳的學習效果及學習滿意度。
4. 本研究所提出之改良式概念圖可以作為其他課程與網路教學課程體建置參考的依據。

總括而言改良式概念圖有下列優點：

1. 方便學習者加深、加廣學習：對一般學習者來說，可以重複學習直到學會為止或彌

補先備知識的不足；對高學習者而言可以跳躍式的學習以改進過去接受式學習與面對同一份教材的困境。

2. 減少電腦螢幕呈現的限制：過多、複雜的概念將會造成學習者更多的學習負荷，多向度的概念圖可符合學習者的認知負荷，讓學習更有效率與適性化。
3. 教的教育目的：學習者了解自己學習程度進行個別化學習；亦可以依據學習效果，達到適性學習的目標。
4. 路教學中課程體規劃與建構的標準：由於目前大部份教材設計大多為「教科書上網」的形式。改良式概念圖的建置方式先將知識經過分類、重組，並且階層化的建構，讓學習者可以循序漸進的學習。

然而本研究仍屬於初步的探索性成果，未來仍有許多值得持續探討的議題，而對於後續的研究，本研究提出以下的四點建議：

1. 完備的實驗程序檢定改良式概念圖教材、Novak 概念圖教材與傳統線性教材之後的學習成效差異與學習滿意度。後續研究者可進行更精細的分解，再進行比較分析。
2. 究可結合合作學習理論、不同學習風格等相關教育理論進行研究。
3. 概念圖教材系統可以具備更完善的機制，如小幫手、自動監督機制、評量機制、討論區、線上構圖等。

由於安排受測者不易，所以本研究樣本數較少，建議後續研究者可以較多的樣本來進行實驗，使研究結果更具效度。

參考文獻

- 呂新科、刑溢將 (2001)。解構遠距教學的課程。 Available at:
<http://www.sce.pccu.edu.tw/elearning/research/research0914.htm>
- Ackerman, F., Eden, C., & Cropper, S. (2001). **Cognitive mapping? A user ' s guide**. Available at:
<http://www.banxia.com/depapsum.html>
- Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (1991). **Computer-based instruction:Methods and development**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Anderson, J. R. (1987). Skill acquisition: Compilation of weak-method problem solutions. **Psychological Review**, **94**, 192-210.
- Anderson, L. I.,& Leslie, A.D. (1998). **Computer-based concept mapping: promoting meaning learning in science for student ' s disabilities**. *ITDV05N1*.
- Angelo, T. A., & Cross, K. P. (1993). **Classroom assessment techniques: A handbook for college teachers**. San Francisco: Jossey-Bass.
- Beyerbach, B. A. (1998). Development a technical vocabulary: Preservice teacher ' s concept maps. **Teaching and Teacher Education**, **4**(4), 339-347.
- Beyerbach, B., & Smith, J. (1990). Using a computerized concept mapping program to assess preservice teachers ' thinking about effective teaching. **Journal of Research in Science Teaching**, **27**, 61-972.
- Brian, R. G., & Mildred, L. G. (1995). Concept maps as hypermedia components. **International Journal of Human-Computer Studies**, **43**(3), 323-361.
- Brusilovsky, P., Bra, P. D., Eklund, J., Hall, W., & Kobsa, A. (1999). Adaptive hypermedia (panel): Prpose, methods, and techniques. **Proceedings of the tenth ACM Conference on Hypertext and hypermedia**, 199-200.
- Canas, A., David, B. L., & Maguitman , A. (2001). Combining concept mapping with CBR: Towards experience-based support for knowledge modeling. **Proceedings of the Fourteenth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference**, AAAI Press, Menlo Park, 286-290.
- Chang, S. E., Lin, S. C., & Chen, K. E. (2001). Attribute concept maps: Fuzzy integration and fuzzy matching. **IEEE Transactions on System**, **31**, 842-853.
- Conklin, J. (1987). Hypertext: An introduction and survey. **Computer (IEEE)**, **20**(9), 17-41.
- Comber, M., & Johnson, P. (1995). Pushes and pulls: The potential of concept mapping for assessment. **Primary Science Review**, **36**, 10-12.
- Cristea, A., Chen, J., & Okamoto, T. (2000). An intelligent language teaching tool for the web. **Proceedings**

專論

- of the 7th Conference of the International Society for the Study of European Ideas, Bergen, Norway.
- Cristea, A., & Okamoto, T. (2001). Object-oriented collaborative course authoring environment supported by concept mapping in my English teacher. **Educational Technology and Society**, 4(2).
- David, B. L., Maguitman, A., & Canas, A. (2001). Assessing conceptual similarity to support concept mapping. **Proceedings of the Fifteenth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference**, 186-172.
- De Bra, P., Aerts, A., Smits, D., & Stash, N. (2002). Aha! version 2.0, more adaptation flexibility for authors. **Proceedings of the AACE ELearn'2002 conference**.
- Dias, P., & Sousa, P. (1997). Understanding navigation and disorientation in hypermedia learning environments. **Journal of Educational Multimedia and Hypermedia**, 6(2), 173-185.
- Downey, S. E. (2001). **University students' perceptions, interpretations, and preferences regarding two-dimensional and three-dimensional concept mapping**. Unpublished doctoral dissertation. University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Hammond, N., & Allinson, L. (1989). Extending hypertext for learning: An investigation of access and guidance tools. **People and computers**, 5, 293-304.
- Horton, P., McConney, A., Gallo, M., Woods, A., Senn, G., & Hamelin, A. D. (1993). An investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool. **Science Education**, 77(1), 95-111.
- Hwang, G. J. (2003). A conceptual map model for developing intelligent tutoring system. **Computer and Education**, 40, 217-235.
- Jennifer, K. (2001). Concept mapping software: Leading students to meaningful learning. **Higher Learning**, 10-17.
- Komers, P., & Lanzing, J. (1997). Students' concept mapping for hypermedia design: Navigation through world wide web (www) space and self-assessment. **Journal of Interactive Learning Research**, 8, 421-455.
- Kremer, R. (1993). **A concept map based approach to the shared workspace**. MSc. Thesis, University of Calgary, Canada.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, 140, 52.
- Markow, P. G., & Lonning, R. A. (1998). Usefulness of concept maps in college chemistry laboratories: Students' perceptions and effects on achievement. **Journal of Research in Science Teaching**, 35(9), 1015-1029.
- Miller, G.A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. **Psychological Review**, 63, 81-97.

- Nader, H. B. (1995). Simple learning algorithms using divide and conquer. *COLT*, 447-453.
- Nielson, J. (1989). The art of navigating through hypertext. *Communication of ACM*, **33**(3), 296-310.
- Novak, J. D. (1990). Concept maps and vee diagrams: Two metacognitive tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science*, **19**, 29-52.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). **Learn how to learn**. Cambridge, London: Cambridge University Press.
- Paas, F. G., & Merrienboer, J. J. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, **86**(1), 122-133.
- Roberts, C. M., Sucher, K., Perrin, D. G., & Rodriguez, S. (1995). Concept mapping--An effective instructional strategy for diet therapy. *Journal of the American Dietetic Association*, **95**(8), 908-911.
- Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. detection, search, and attention. *Psychological Review*, **84**(1), 1-66.
- Starr, M., & Krajcik, J. (1990). Concept maps as a heuristic for science curriculum development: Toward improvement in process and product. *Journal of Research in Science Teaching*, **27**, 987-1000.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, **12**, 257-285.
- Trowbridge, J. E., & Wandersee, J. H. (1996). How do graphics presented during college biology affect students learning? *Journal of College Science Teaching*, **26**(1), 54-57.
- Wallace, J. D., & Mintzes, J. J. (1990). The concept map as a research tool: Exploring conceptual change in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, **27**(10), 1033-1052.

附錄：學習滿意度量表

問 卷 項 目	非 常 同 意	同 意	沒 意 見	不 同 意	非 常 不 同 意
一、課程內容					
1.我覺得以改良式概念圖設計之教材內容較以 Novak 概念圖設計之教材內容讓我更樂於學習高中計算機概論。					
2.我覺得以改良式概念圖設計的教材內容較 Novak 概念圖設計的教材內容更容易理解高中計算機概論中的觀念。					
3. 我覺得改良式概念圖的「計算機」課程內容安排較 Novak 概念圖的「計算機」課程內容安排更生動活潑。					
二、知識表徵					
4.我覺得改良式概念圖較 Novak 概念圖簡化畫面呈現的複雜度。					
5.我對以改良式概念圖設計的教材整體呈現感到滿意。					
6.我覺得改良式概念圖較 Novak 概念圖可以提供完整的計算機知識。					
7.我覺得改良式概念圖較 Novak 概念圖減輕我對計算機知識的記憶。					
三、個別差異					
8.我覺得改良式概念圖較 Novak 概念圖可以依自己的興趣學習計算機的觀念。					
9.我覺得改良概念圖較 Novak 概念圖可以改變我的學習方式。					
10.我覺得改良式概念圖較 Novak 概念圖容易控制自我的學習進度。					
11.我覺得改良式概念圖較 Novak 概念圖 ⁴ 可以彈性的學習高中計算機概論知識。					

A New Method for Building Web-based Courseware

Hua-Shan Huang* Li-Ya Shiu** Yi-Shuen Wnag***
Jen-Shiang Chang****

With the prosperity of the Internet, Internet learning has changed the interactive relationship between instructors and learners and provided a learner-centric environment. Concept map, developed by Novak, can be used to express the relationship between different concepts. However, to avoid the information overload and the inconsistency of importance and difficulty between concept nodes in the learning context of concept maps, this study presents the Progressive Concept Maps (PCM) to be a new method for building Web-based courseware. The differences between the original concept maps and our proposed PCM are twofold. First, based on the theory of cognitive overload, the PCM classifies and reorganizes the original concept nodes to put them into a screen display. Second, according to the importance and difficulty of each concept node, the PCM adds the concept weights to each node for helping students' adaptive learning. Next, this study practically builds a Web-based learning system of high school course of basic computer concepts, and uses the "concept threshold" to determine whether a student passes a specific unit test. Based on the data empirically collected from the students of the management college at National Changhua University of Education, the results showed that students using the PCM had higher learning effectiveness and satisfaction than those using the Novak concept maps. Finally, this study discusses the implications for research and practice, and provides a number of limitations and issues that could be addressed in future studies

Keywords: concept map, progressive concept map, courseware

*Professor, Department of Information Management, NCUE

**Teacher of HHJH

***Assistant Professor, Department of Information Management, NCUE

****Master student, Department of Information Management, NCUE

