

網路教材建構方法之探討 The study of constructing e-learning material

黃華山 游于仙 陳琨義 周華貞

彰化師範大學資管所

彰化市師大路 2 號 經世館 506

huanghs@cc.ncue.edu.tw

s91722010@mail.ncue.edu.tw

Hua-shan Huang Yu-shian You Kuen-yi Chen Hua-jen Chou

Department of Information Management,

National Changhua University of Education

huanghs@cc.ncue.edu.tw

s91722010@mail.ncue.edu.tw

摘要

Novak 所提之概念圖在教育上是表達知識結構的一個良好工具，為了使概念圖在網路教學中更能充分發揮其功能，本研究提出一個新的網路課程體建構模式 - 改良式概念圖，即利用網路超鏈結的功能，將 Novak 概念圖做有系統的分類、重組，把較困難的內容抽離，放置在另一個向度中，以簡化概念圖在單一螢幕呈現的複雜度，讓個別學習者由淺入深地進行學習，達到個別化、適性化的教學目標，以提昇學習者的學習效果。最後本研究以高職資料處理科學生為對象進行實驗，同時也請相關領域專家進行評估，結果顯示改良式概念圖所建構之網路教材優於 Novak 概念圖建置的教材。

關鍵詞：概念圖、改良式概念圖、網路教學。

Abstract

The concept map proposed by Novak is a good mean to express knowledge structure in educational domain. In order to improve the use of concept map to build courseware in the web-based learning environment, this study proposes a new courseware building model - Improved concept map, that uses internet hyperlink to categorize and reorganize the nodes of concept map systemically, and puts more difficult content in the new proposed model can deepen and broaden teaching materials by developing the function of hyperlink, that can not only help learners to learn from easy to difficult stage in proper sequence, but also meet learners' needs and knowledge level. Students of department of information processing in vocational high school are involved in the experiment of this study. The results of this study are evaluation by domain experts. Finally, the results of this study show that the new improved concept map model is a better tool in developing internet teaching material than Novak's concept map.

Keywords : Concept map, improved concept map, distance education

一、前言

網路教學之學習者來自全球各地，其程度彼此差異甚大，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，非但不能兼顧不同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 和 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, J., 1987; Hammond, N. and Allinson, L., 1989; Dias, P. and Sousa, P., 1997)。Beyerbach(1998)則指出，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, L. I. and Leslie A.D., 1998; Downey, S. E., 2001)。

概念構圖是改善思維技巧的工具之一，它以結構化圖形方式去組織學習的過程，主要是幫助教師和學生組織和理解自己所教和所學。Swartz & Parks (1994)利用概念構圖本身圖形化的特徵，將一系列的思維技巧或思維過程以概念構圖的形式表達出來，一方面讓教師可以具體地引導學生思考，讓學生模仿和內化一些系統的思考技巧模式。另一方面，這些概念構圖本身可配合課程內容使用，使學生在掌握思維技巧的同時又可兼顧課程內容。

目前概念圖在教育上的應用相當廣泛，相關的研究報告皆指出概念圖為表達知識結構的一個良好工具。然而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。本研究結合分類重組的概念以及知識地圖的導覽機制，將兩個向度的概念圖擴充為具有多個向度的改良式概念圖。其中分類的依據是由實際環境需求所決定，最後並透過知識地圖的導覽機制達成學習者適性化學習的最終目標。此外，依據本研究提出的改良式概念圖，經由超鏈結繫結多項度的資訊知識，可彈性的擴充知識庫的內容，輕易地建立起符合動態環需求的知識庫。

二、文獻探討

1. 網路教學

網路教學是指「運用網路傳遞、擷取學習資訊、內容的學習方式」，包含資訊科技、多種教材內容(content)的傳遞方式、學習歷程經驗的累積與管理、學習社群，以及教材內容的設計者、提供者與領域專家(domain expert)等(陳佳賢, 2001)。

Saltzberg & Polyson(1995)則整理出以網際網路做為學習環境具有如下的特點：

- (1) 以學生為中心的合作學習環境。
- (2) 容易使用且方便。
- (3) 課程快速且容易發展。
- (4) 資源能快速利用。
- (5) 容易更新及傳播資訊。
- (6) 容易標準化存取。

- (7) 建立新的學習方式。
- (8) 促進教學者及學習者使用新科技的能力。

2. 概念圖

概念圖乃美國康乃爾(Cornell)大學學者 Novak 在 1971 年左右提出，概念圖具有階層性的結構，各概念間均以連接字連接，排列概念圖時，概括性大的概念置於上層(Novak & Gowin,1984)。因此概念圖可以清晰顯現學習者的概念架構，從概念構圖中，教學者可以發現，哪些概念是學習者已經學會的，哪些概念是學習者正在嘗試去精熟的哪些概念是學習者必須去努力學習的(耿筱曾, 1997)。

概念圖自Novak創立應用在科學學習領域中，不斷地被應用於其他學科的教學、學習、研究和評量，美國科學教學研究期刊曾於1990年第四季出版一期專門探討「概念圖的面面觀」，即足以證明其卓著的成效。概念構圖在應用上愈來愈趨廣泛，以下舉出有關學者在不同領域上的應用情形(蕭建嘉, 2001)：

- (1) 在實作上Ritchie & Volkl(2000)研究概念構圖和實驗操作兩種學習策略，發現概念構圖在延遲性後測的長期記憶有較高的成就。
- (2) 在認知和環境的脈絡結合上Wilkers et al.(1999)指出概念構圖是有用的技術，可以幫助大學課程結合科學和護士實習，也可應用於臨床區來教育患者。概念圖提供護士瞭解學習看護過程的方法，並增加不同學科領域的練習。
- (3) 在抽象的教學上，Nakhleh & Krajcik(1991)利用三種不同的教學技術，以及透過學童的概念圖來探討學童對酸、鹼及中性的知識水準及內涵。
- (4) Zeilik et al.(1997)使用概念圖配合天文學概念，發現學童在迷思概念多重選擇測驗、概念圖儀器填充題及概念相關性測驗都有較大的成就。
- (5) 在電腦支援上，張國恩(1998)即進行了電腦化概念構圖在科學學習上的應用研究。

學者 Anderson(1983)提出 ACT(Adaptive Character of Thought)理論，將語意網路加以修改、擴充，提出陳述性知識(declarative knowledge)以命題式方式儲存，而程序性知識(procedural knowledge)以程序式方式儲存，透過知識的編譯(compilation)過程，陳述性知識將可轉化為程序性知識。概念圖將概念以命題的方式呈現，並組織成有層次、有組織的知識結構，透過此知識結構，可以促成學習者將陳述性知識轉化為程序性知識，協助學習者對程序性知識的應用，使得學習者了解如何組織複雜知識。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失概念。從上面的相關文獻探討得知，概念圖的確是建構課程體的一個良好工具，不但可以解決超媒體環境的問題，也可以提供「場所依賴」的學習者一個適當的導覽架構。但是傳統的概念圖僅有兩個向度，呈現內容上過於龐大複雜，相關研究指出(Ackerman & al., 1993)單一螢幕畫面很難適當地呈現超過 50 個概念節點(nodes)及連結語(links)，此外只有兩項度的呈現方式，使得網路超連結功能無法充分發揮，且其只針對單一個別概念，所探討主題範圍狹小，不能提供學習者全面的教材呈現。

因此，如果能夠將兩個向度的 Novak 概念圖擴充成多維度架構的概念圖，將基本的一般性知識則放在原來兩個向度的概念圖中，而把複雜的知識抽離放在其他擴充的向度中，則不但可保留兩個向度概念圖簡潔、有組織的優點，也可以透過概念與概念間的連

結，擴大其主題範圍，此時概念圖中的各個概念形成一個完整的知識架構，而不再是單獨的個別概念，新的概念可以彈性地延伸，以增加課程體內容的完整性。學習者可以學習全面的概念知識，而不只是片段知識，幫助學習者觸類旁通，靈活運用知識，以改良傳統網路教學直線式、平面式教學的缺失。

3. 概念圖應用於網路教材設計

目前的網路教材主要以瀏覽器程式可瀏覽的文件格式為主，常見的形式有純文件、多媒體檔案、超本文、超媒體等形式。純文字格式與多媒體檔案屬於線性、單一的呈現方式，並不具超連結的屬性；超本文或超媒體文件雖可結合文字、影像、聲音與動畫等形式的教材，但卻有教材建置不易、迷思方向與認知過載的問題(丘聖光, 2000)。為解決這些網路學習的問題，有許多研究是利用語意網路的方式來表達課程的知識，用以彌補超媒體在網路學習上的限制(Jeffrey & Todd, 2001)。但 1971 年 Novak 提出藉由概念圖來呈現教材時，可使學習者更容易得知課程中各章節間複雜概念的連結關係，以克服過於條列式、缺乏統整性的教材設計問題，並且經過許多研究運用實證後，研究結果皆顯示概念圖在課程教材設計有極佳的應用價值。

概念圖融合了許多重要的學習理論，關於概念圖在教育上的相關應用研究不下數百篇，但其在網路教學上的研究卻相當有限。因此，概念圖在網路教學上的研究仍有相當大的空間，值得深入研究。

三、改良式概念圖之網路教材模式建構

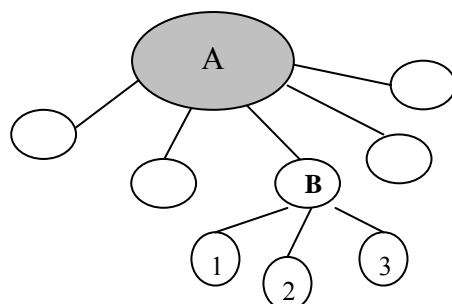
1. 建構改良式概念圖網路教材之模型

本研究提出簡化知識（概念）表示的改良式概念圖之模式，係將知識依其基礎性、複雜性及延伸性知識加以做適當分類，各個單元的基礎知識放在個別的平面概念圖中，而將複雜性及延伸知識放在其他向度中。學習者先透過基礎性概念圖進入學習領域，若通過單元測驗後，學習者想要再更進一步學習具有複雜性或延伸性的知識概念時，則可透過其他維度連結的功能，將知識串聯起來。因此，學習者可由淺入深、循序漸進地進行學習，以達到個別化、適性化及因材施教的目標。

本研究所提出之改良式概念圖，主要是擴充原本兩個向度的概念圖限制，增加多個關聯的向度，並藉由網路超鏈結的特性，以提供一個整體性的知識架構，讓新的知識可以彈性地加深、加廣延伸，以增加與更新課程體內容的完整性。

本研究之改良式概念圖建置的步驟如下：

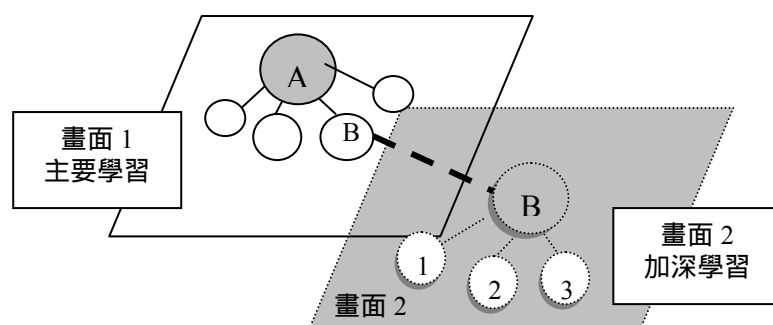
(1) 步驟一：建構個別概念圖於同一平面，如圖 1 所示。



圖一：個別概念圖 A

(2) 步驟二：加深部分

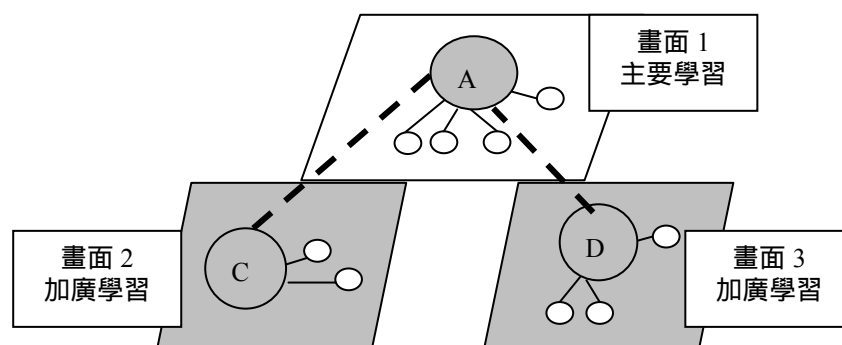
本研究以美國心理學家 Miller 提出的短期記憶限制(Miller, 1956), 以「 7 ± 2 」作為概念節點分類重組門檻值的基礎理論。首先係對知識(概念)加以分類, 保留原概念圖中的 5~9 個概念節點於原平面中, 將深度知識 B 概念節點抽離至畫面 2(如圖 2 所示), 畫面 2 即為個別學習者的加深學習部分, 圖二即分解傳統概念圖後形成的改良式概念圖。因此, 複雜的概念經過分類、重組之後, 將概念圖中部分較深的知識抽離放在另一個概念圖中, 當學習者有需要加深學習時, 即可透過連結功能, 連結到另一個加深學習的概念圖中進行學習, 如此使得螢幕畫面上只需呈現較為簡單的概念圖, 可降低畫面呈現的複雜度, 解決超媒體系統迷失與認知超載等問題。因此, 改良式概念圖中之加深設計的基本理念為:(a)一般學習者只需學習基礎知識的概念圖時, 可提供更清晰、簡明的概念呈現予學習者(圖 2 之畫面 1); (b)對於高學習成就者則提供其加深學習的機會, 即學習另一個向度的深度知識(圖 2 之畫面 2), 達到因材施教、適性學習的效果。如圖二所示, 概念 B 並不與概念 A 放置同一畫面, 虛線部分代表加深延伸, 以幫助學生循序漸進增加知識學習的深度, 依此設計不同的教學流程控制及教學策略, 也藉此作為推薦下一階段學習課程的依據。Anderson (1987)也認為概念圖應該強調清楚易懂, 而非複雜艱深, 所以改良式概念圖是兼顧兩個向度概念圖與語意網路的優點, 捨棄其缺點, 建立一個有秩序的學習環境。



圖二：改良式概念圖之加深部分

(3) 步驟三：加廣部分

改良式概念圖的另一精神便是在學習者學習完基礎課程後, 讓新的知識可以有效的多維度延伸, 亦即可依據個別學習者的意願引導其至另一個相關的主題概念, 如圖三所示, 當概念 A 與概念 C 及 D 相關, 將其根節點以虛線作平面加廣連結, 加深學習與加廣學習最主要的差別在於, 加深學習係針對某一概念的深度學習, 而加廣學習的連結是概念圖中主概念(根節點)的連結, 用以表現出概念圖間知識的擴充加廣效果。主要目的在於將相關的主題概念整合在一起, 使得學習者不再只是學習單獨的概念圖, 而是依據一完整的知識架構, 適性化的依預先設計的學習導覽機制或個別興趣進行加廣學習, 推薦與目前學習內容相關的課程, 以改良數位學習直線式與平面式教學的缺失。



圖三：改良式概念圖之加廣部分

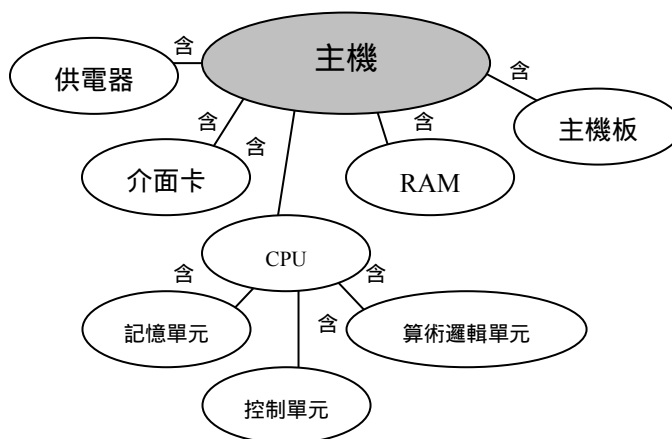
以上建立步驟，分為加深加廣兩部分。由於改良式概念圖可透過多維度的連結方式，將原始大而複雜的概念圖分解成數個較簡單的子概念圖，使教材的呈現更加簡潔、清楚且有秩序，也使得學習者能由淺入深地學習課程應有知識，讓學習者依其能力來進行個別化及適性化的學習。

2. 改良式概念圖實例教材之建置

本研究以高職計算機概論為例，說明採用改良式概念圖建置網路教材模式之可行性，依計算機概論各知識單元間的關係，以階層性的組織方式將不同概念間的關係以概念構圖原理方式呈現，讓學習者學習計算機概論課程能具有整體性的觀念，進而能觸類旁通具有宏觀的資訊概念。

(1) 建立個別 Novak 式概念圖

依高職課程標準，以計算機概論之「主機」單元為例，運用概念構圖原理，將主機單元的知識加以連結與組織，建立主機單元的個別概念圖，此單元包含有以下的內容，如圖四所示。

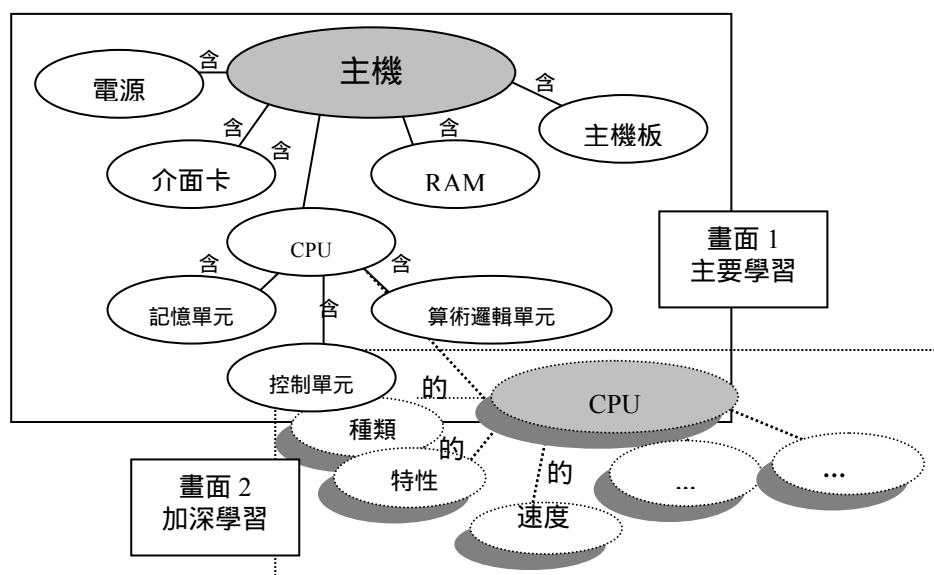


圖四：計算機概論「主機」單元之個別概念圖

(2) 加深學習的連結

為解決概念圖在單一螢幕呈現上的複雜度，本研究將原概念圖中較基礎的概念節點保留在原概念圖中，而對於較難的概念節點分別抽離至圖五之畫面 2 中。一般學習首先

學習畫面 1 之基礎部分，當學習完某一單元且通過該單元測試之後，若想要更深入的探究該單元某概念的知識，則可透過改良式概念圖加深學習的機制進行；如此不但可簡化螢幕呈現的複雜度，也可讓學習者由淺入深地進行學習，達到個別化、適性化的教學目標。例如在主機單元中，對於 CPU 單元可能僅需介紹基礎的原理及基本的結構內容，但若學習者想了解更深入的知識，如 CPU 的種類、特性或材質等相關資訊，則可利用改良式概念圖之機制，連結到更深入的知識，以作加深的學習，使高成學習成就的學習者擁有進階學習的選擇權利。



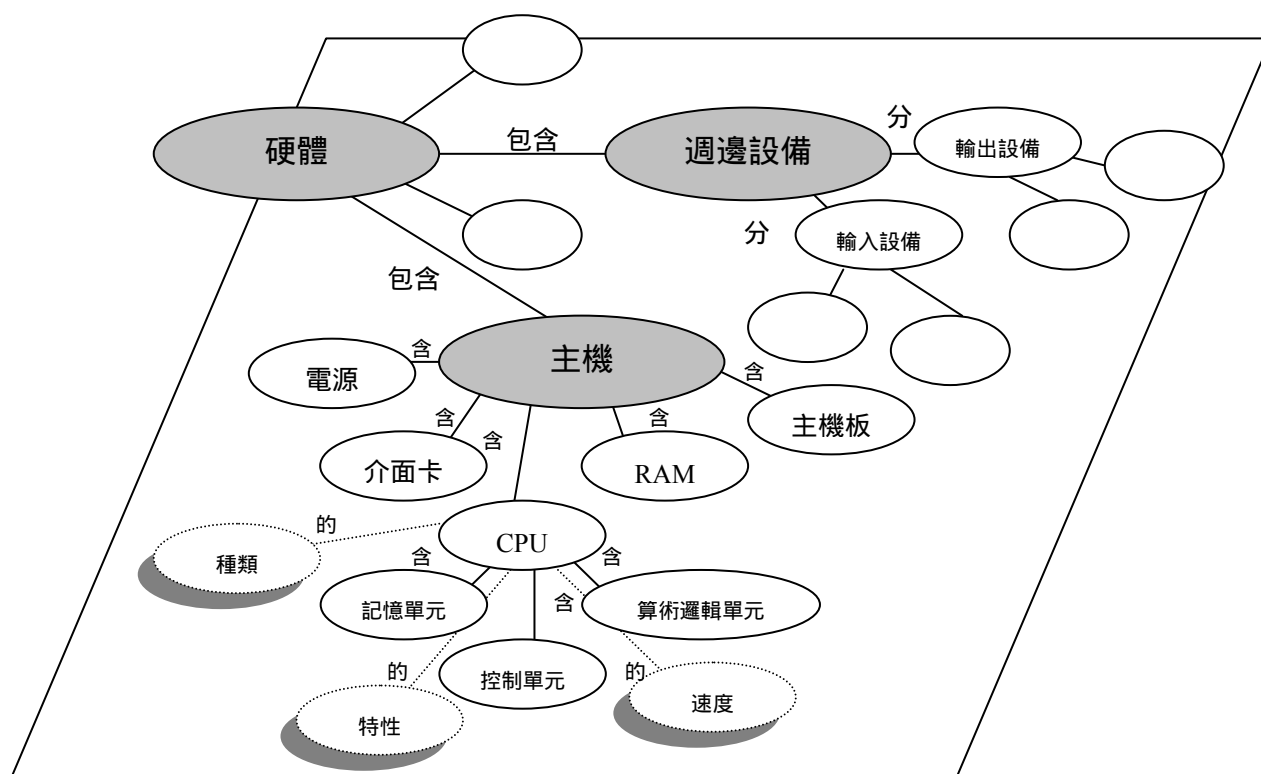
圖五：CPU 之加深概念圖

圖五中，畫面 2 之 CPU 的種類與特性概念圖所延伸的教材，是畫面 1 之 CPU 概念節點的加深知識，所以不與主要學習畫面之概念放在同一個概念圖中，即將一般性的知識建置在兩個向度的概念圖中，而將較深度的知識建置於其他向度的概念圖中，因此，改良式概念圖不但可以簡化概念圖的複雜度，同時提供超鏈結的功能提供學習者想要加深學習的選擇機會，以達到由淺入深、循序漸進及因材施教的教學目標。

(3) 加廣學習的延伸

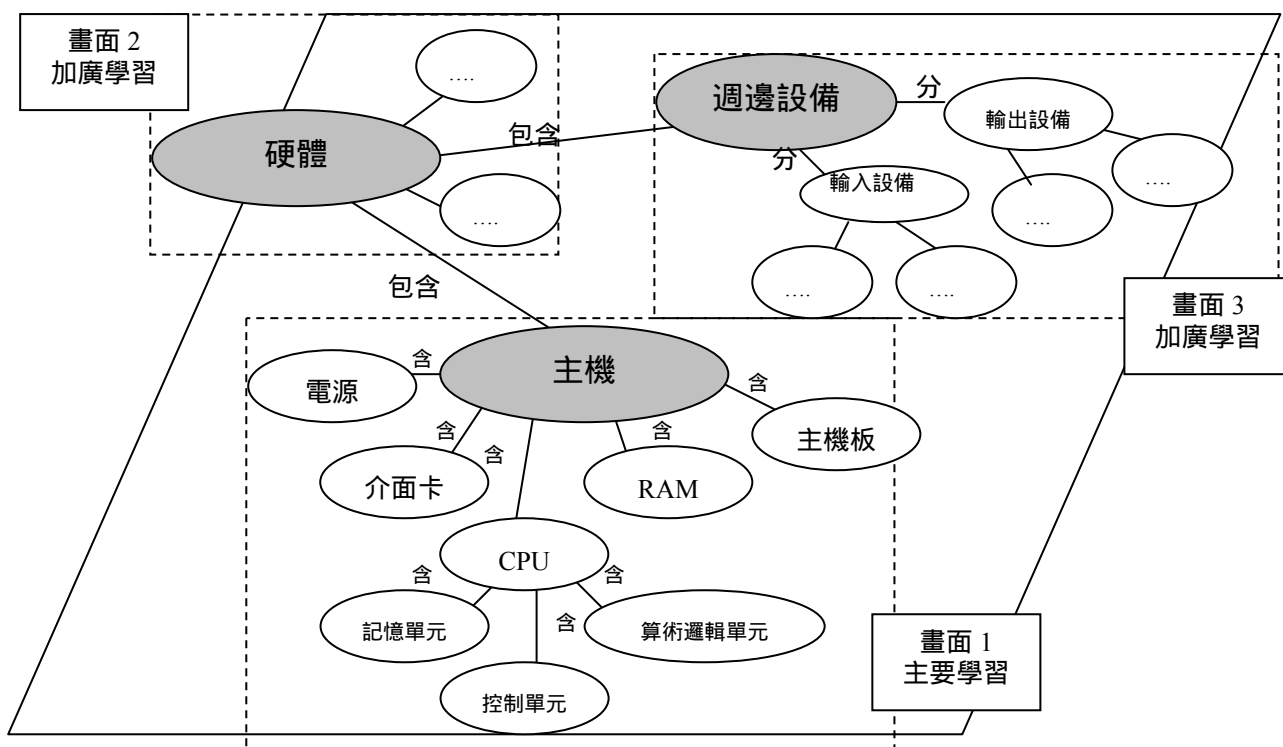
主機單元、週邊設備與硬體概念，各自擁有完整的個別概念圖，但此三單元概念在資訊類科領域是屬於相關領域的知識，亦即學習者可同時學習此類相關課程的概念，對於課程間相關的概念可有交互參考學習的作用。

以計算機概論課程為例而言，學習者在學習計算機概論課程時，由於課程間存有某些的關聯，學習者在學到單元「主機」概念時，此概念與周邊設備及硬體單元之概念有相關性，因此具有學習遷移的特性，學習者若欲對於該相關課程想要更進一步了解時，則可利用其概念圖尋求更廣泛的節點。透過概念間的結合能達到加廣學習的效果，適合一般學習成就的學習者，但對於高學習成就的學習者想要學習更深的概念，若沒有將其做適當的分類，而直接以兩個向度的概念圖表示，如圖六所示，會使概念圖變得十分複雜，無法提供清楚的總覽。



圖六：概念全都放置同一平面圖示

經重組分類的加廣延伸學習如下圖七所示，使得概念圖不會因新知識不斷的加入而顯得雜亂無章，也能改善傳統學習方法中將每個概念視為獨立的概念，而無法使學習者獲得更全面性的知識結構，而忽略掉與原本既有的知識之關聯度。另外也可使課程體的設計達到資源分享重複使用與彈性延伸的功能。



圖七：主機單元之加廣概念圖

3. 改良式概念圖建置網路教材之特色

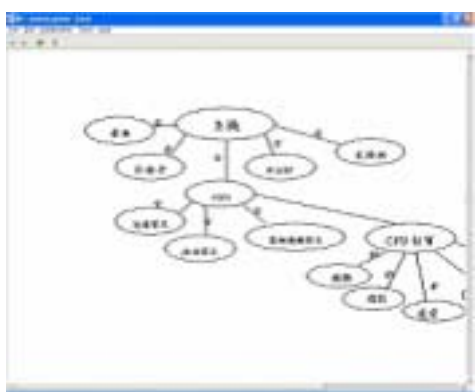
利用改良式概念圖建構與規劃之網路教材，並運用其引導學習者進行資訊類科課程學習，將具有下列的功能：

1. 多個向度的改良式概念圖所建構的網路教材，可改善兩個向度 Novak 式概念圖的不足，提供學習者結構化及系統化的學習環境，建構完整性的知識架構，改變傳統片段零星學習的方式。
2. 提供一個有彈性、有效率的學習空間，幫助學習者主動探究其所欲了解的相關知識，達到加深、加廣及主動學習的效果。
4. 傳統教材設計將概念分成零星的學習單元，使得學習者無法得知各單元間彼此的關聯，透過改良式概念圖建置的網路教材引導學習者往分析、應用與評價等高層次能力發展。

四、實驗結果與分析

1. 研究工具

本研究分別以 Novak 概念圖與改良式概念圖建構「高職計算機概論」之網路教材供學生學習，圖八為 Novak 概念圖單一頁面呈現方式，圖九為改良式概念圖將概念加深加廣多維度的呈現連結畫面，並使用專家訪談法與問卷調查法，針對兩者的差異予以調查。



圖八：Novak 概念圖畫面



圖九：改良式概念圖畫面

2. 問卷調查

本研究實驗對象為某國立職校之資訊類科同學共 58 位，問卷內容之設計，參考國內外網路教學等相關文獻，並依據專家學者之建議而擬定，總共十個題項，歸納為「呈現方式」、「學習效果」、「適性學習」、「網路教材建置」四個構面，問卷內容信度以 Cronbach α 做內部一致性分析，經由問卷回收所得之 Cronbach α 值皆大於 0.7，各構面定義如下表一，問卷題項如下表二。

表一：問卷構面定義

構面名稱	構面定義
呈現方式	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。

學習效果	教學內容能提高學習者在吸收了解知識上的幫助以及學習的成效。
適性學習	教學內容依學習者之學習能力與學習程度選擇所欲學習的內容。
網路教材	做為網路教材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。

表二：問卷題項

題號	問項內容
1	您認為哪一種圖示方法比較容易結構化表達資料表示法單元所有概念
2	您認為哪一種圖示方法較能更提供完整性的計算機概論知識架構
3	您認為哪一種圖示方法容易建立清晰簡單、易懂的知識整體與總覽
4	您認為哪一種圖示方法讓您更了解資料表示法單元的學習內容
5	您認為哪一種圖示方法在學習資料表示法單元時效果較佳
6	您認為哪一種圖示方法能將資料表示法單元作較佳的知識分類
7	您認為哪一種圖示方法較能依個別需求進行加深或加廣的適性學習
8	您認為哪一種圖示方法能使計算機概論知識容易更新及維護的功能
9	您認為哪一種圖示方法較能夠適當的簡化概念在螢幕呈現複雜度
10	您認為哪一種圖示方法較適合用於計算機概論網路教材設計

針對學習者對這四個構面的看法，求得 Novak 概念圖與改良式概念圖在各構面上的差異性分析。由於樣本數大於 30，母體比例 P 之檢定以常態分配處理，顯著水準 $\alpha=0.05$ 。在四構面顯示的人數比例分配與母體比例 P 之檢定分析結果如下表三。

表三：各構面比例分配表

		呈現方式	學習效果	適性學習	網路教材
Novak 概念圖	百分比	42%	22%	16%	18%
改良式概念圖	百分比	58%	78%	84%	82%
	p 值	.1056	0*	0*	0*

*p < 0.05

經過學習者問卷調查結果之後，針對四大構面的問項填答資料進行統計分析，統整出四個構面的比較，Novak 概念圖與改良式概念圖的各項構面分析結果整理如表二所示，在「呈現方式」的構面上，p 值為 0.1056，表示 Novak 概念圖與改良式概念圖在呈現方式無顯著差異，但有 58% 的學習者認為改良式概念圖的呈現方式較傳統 Novak 概念圖好。而在「學習效果」、「適性學習」及「網路教材」構面上，p 值為 0，表示於此三項構面上，改良式概念圖較 Novak 概念圖有顯著較佳的表現，學習者在這三項構面上贊同改良式概念圖較 Novak 概念圖有更佳的表現。由上述實驗結果顯示出改良式概念圖較 Novak 概念圖更具有較佳的認同度，且有八成以上的學習者認同在計算機概論之網路學習時，改良式概念圖是相當適用於計算機概論之網路教材的建置。

3. 專家評估

本研究邀請兩位資管領域學者及兩位教育領域學者對此系統進行評估，其對於本研究提出的改良式概念圖建構模式具有很高的認同度，同時提出改良式概念圖主要具有兩項特點：1.有效的將知識分類重組，簡化教材呈現的複雜度；2.透過網路超鏈結的功能，可提供加深、加廣的學習機制，達到適性學習及因材施教的教育目標。

五、結論

改良式概念圖可將課程體內容做適當的分類、重組，由淺入深、循序漸進地展現出層次分明的知識結構，經由網路超鏈結可彈性的聯繫分層的知識內容，提供因材施教及引導學習者自我選擇延伸學習的機會。本研究綜合專家之意見以及學習者的問卷調查，結果顯示兩者對於改良式概念圖皆頗具有正面的評價。

參考文獻

1. 丘聖光, “階層式超媒體概念圖系統在課程呈現上的應用”, 國立台灣師範大學資訊研究所碩士論文, 2000。
2. 宋德忠、陳淑芬、張國恩, “電腦化概念構圖系統在知識結構測量上的應用”, 中國測驗學會測驗年刊, 45 輯, 2 期, 1998。
3. 孫春在, “網路學習趨勢與原理”, 2000 網路學習理論與實務研討會, 2000。
4. 孫春在、朱俊豪、徐愛蒂, “概念圖一種有效的教學策略”, 科學教育與研究, 9 期, 1998。
5. 耿筱曾, “為什麼概念構圖是一種有效的策略”, 科學教育研究發展, 9 期, 1997。
6. 陳佳賢, “美國企業線上學習市場發展與趨勢”, 資訊與電腦, 2001。
7. 彭成璋, “網路教學系統的理念設計與實作”, 國立中正大學資訊工程研究所碩士論文, 2000。
8. 黃華山、陳文義、侯妤青、張明敏、張麗蓉, “知識型網路教學系統設計之研究”, 第十二屆國際資訊管理學術研討會, 2001。
9. 蕭建嘉, “以概念構圖的動態評量(CMDA)探討國小高年級學童的概念改變 - 以「地球的運動」單元為例”, 台北師範學院碩士論文, 2001。
10. Anderson, J. R., “The architecture of cognition”, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.
11. Anderson, J. R., “Skill acquisition: Compilation of weak-method problem solutions”, *Psychological Review* (94), 1987: pp.192-210.
12. Anderson, L. I. and Leslie A.D., “Computer-based concept mapping: promoting meaning learning in science for student's disabilities”, ITDV05N1-2, 1998.
13. Conklin, J., “Hypertext: An Introduction and Survey”, *Computer (IEEE)*, 20(9), 1987: pp.17-41.
14. Dias, P. and Sousa, P., “Understanding navigation and disorientation in hypermedia learning environments”, *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6(2), 1997: pp.173-185.
15. Downey, S. E., “University students' perceptions, interpretations, and preferences regarding two-dimensional and three-dimensional concept mapping”, Unpublished doctoral dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2001.
16. Hammond, N. and Allinson, L., “Extending hypertext for Learning: an investigation of access and guidance tools”, *People and computers* (5), 1989: pp.293-304.
17. Jeffrey A. Fromm and Todd V. Kern, “Education Industry Offers World If Investment Opportunity”, *Venture Capital Journal*, Wellesley Hills, 2001: pp.36-38.
18. Komers, P. and Lanzing, J., “Students' concept mapping for hypermedia design: navigation through World Wide Web (WWW) space and self-assessment”, *Journal of Interactive Learning Research* (8), 1997: pp. 421-455.
19. K.E. Chang, Y.T. Sung & S.F. Chen, “Learning through computer-based concept mapping with scaffolding aid”, *Journal of computer assisted learning* (17), 2001: p. 21-33.
20. Miller, G.A., “The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information”, *Psychological Review* (63), 1956: pp. 81-97.
21. Novak, J.D., & Gowin, D.B., “Learning How to Learn”, Cambridge, London: Cambridge University Press, 1984.
22. Nakhleh, M. B. & Krajcik, J. S., “The effect of level of information as presented by different technologies on students' understanding of acid, base and ph concepts”, Presentation at the 64th annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, April 7-10, 1991.
23. Ritchie D and Volkl C, “Effectiveness of two generative learning strategies in the science classroom”, *School Science and Mathematics*, 100 (2), 2000: pp.83-89.
24. Saltzberg, B. and Polyson, S., “Distributed Learning on the World Wide Web”, *Syllabus*, 19(1), 1995: pp.10-12.
25. Sugrue, B. and Kobus, R.C., “Beyond Information: Increasing the Range of Instructional Resources on

- the World Wide Web ” , Tech trends, 1997.
26. Swartz, R., J. and Parks, S., “ Infusing the teaching of critical and creative thinking into content instruction ” , Pacific Grove, CA: *Critical Thinking Books & Software*, 1994.
 27. Zeilik, M., Schau, C., Mattern, N., Hall, S., Teague, K. W., and Bisard, W., “ Conceptual Astronomy: A Novel Approach for Teaching Postsecondary Science Courses ” , *American Journal of Physics*, 65(10), 1997: pp.987.