

概念圖式學習評量系統之設計建置

蕭立人¹, 高巧汶^{2,*}

^{1,2}銘傳大學 資訊傳播工程所 桃園 台灣

*通訊作者

320 桃園縣龜山鄉大同村德明路5號 銘傳大學資訊傳播工程所

Tel: +886-3-3507001

e-mail: chiaowenk@gmail.com

摘要

本研究嘗試提出一個概念圖式學習評量系統，期望協助教學者在教學活動中，以概念圖的方式呈現教學內容；學習者亦能以概念圖組織知識，呈現自己的學習成果。而當概念圖作為學習成效評價工具時，常需要面對繁複的計算，此為造成推行概念圖教學上的阻礙之一。本研究將透過概念圖式學習評量系統的建置，以簡易的人機介面與自動化評分計算，改善此一問題。

關鍵詞：概念圖，學習評量系統，數位學習。

緒論

在資訊發展突飛猛進的社會中，透過行動載具的多樣性，如：數位助理(PDA)、平板電腦(Tablet PC)甚至於是目前流行的 3G 手機，都能提供使用者在溝通上更高的自由度、便利性以及多媒體內容(multimedia context)，而學者們也不斷的應用新科技，探討資訊融入教育的學習成效。雖然目前教育部提倡資訊融入教學已有不錯成效，仍發現學生常習慣性使用機械式的學習方式(rota learning)，如：背誦、死記、反覆練習等，如此的學習方式，學習效果通常是短暫，且在面對新問題產生，學生常無法自行解決問題[1]。因此，教師除應用媒體呈現數位內容外，更應教導學生以有意義的方法來學習(meaningful learning)，而概念圖(concept map)則是較常被使用的教學策略，同時也是學生有意義學習的一種後設認知工具[2]。

概念圖是一種應用學生認知的空間思考能力以促進學習的方式，概念圖可清晰的呈現出學生的知識架構，藉由學生所繪製的概念圖，教師即可從中發現學生對於教學內容的理解完整度及創造力。概念圖在教育上廣泛應用於各學科，但因概念圖教學輔助系統較少中文介面，也無法提供教師評分機制，使得教師仍需利用人工方式進行評分。因此，國內仍較傾向利用紙本方式進行概念圖教學，反而增加教師在授課上的額外負擔；而且概念圖教學工具，目前以商業軟體居多，存在著格式無法互通、資料無法共享的問題。

故本研究的主要在於計畫建置一個跨異質系統的概念圖式學習評量系統，其目標在利用XML相關技術，來定義概念圖、學習輔助系統、評分機制等功能。並透過簡易的使用者畫面，讓使用者快速上手，降低科技使用摩擦力，提高學習動機；而系統所提供的評分機制亦可幫助教師快速批閱作業，將時間花費在授課解題上，藉此提高教師運用概念圖作為教學策略的動機。

相關研究

一、概念圖

概念圖是利用圖像呈現某種構想、議題或問題，且人類對於圖像資訊的思考、推理與處理，優於文字資訊處理。而概念圖運用視覺呈現各項概念的關聯，可使思考不再受到長篇累牘的阻礙。概念圖是表示概念和概念之間相互關係的空間網路結構圖，一種視覺創造的形式，它強調把雜亂的及無秩序的概念依合理的邏輯分類，且依照概念範圍的大小進行階層性的整合排列。

概念圖的四個圖表特徵分別為概念(concepts)、命題(propositions)、交叉連接(cross-links)和層級結構(hierarchical frameworks)。概念是感知到事物的規則屬性，通常用專有名詞或符號進行標記；命題是對事物現象、結構和規則的陳述，在概念圖中，命題是兩個概念透過某個連接語而形成的意義關係。交叉連接表示不同知識領域概念之間的相互關係，也是產生創造性思維的關鍵之處。

(一) 概念圖理論基礎

教育心理學家 Ausubel 在其著作『Education Psychology: A Cognitive View』中，曾對理想的教師教學行為做闡釋如下：「如果我必須把所有教育心理學的理論化約成一個原則，我寧願這麼說：影響學習的最重要因素即是學習者已知道的事，只要確信「它是什麼，並且以此做為教學的依據即可。」[3]

其核心思想即是「有意義的學習」，而有意義的學習只能產生於，在學童的先備知識(prior knowledge)基礎上教他學習新的知識。換言之，唯有配合學童能

力與經驗的教學，學童們才會產生有意義的學習，此即 Ausubel 的理論稱為有意義學習的原因 [4]。

雖然 Ausubel 認為「有意義的學習」是一種很理想的學習方法[5][6][7]，但卻未針對其理論提出具體的實踐方式，因此，在 Ausubel 的學習理論引導之下，美國康乃爾(Cornell)大學的學者 Joseph D. Novak 及其同僚於 1984 年提出概念圖此一工具，且以此來改善及促進學童在科學知識上進行有意義的學習，並用來表徵學習者在學習前後的知識結構，藉以了解學習者的知識變化。[1]

(二) 概念圖的評分方式

概念圖評分方式常用有 Goldsmith 和 Johnson 的 Closeness 指數評分法[8]及 Novak 和 Gowin 所提出的 N-G 評分法[1][9][10][11]，以下將對兩種評分法做簡單的說明。

1. Closeness 指數評分法

Closeness 指數評分法是利用集合理論的方法比較專家與學童的概念結構圖的相似指數。計算兩個概念圖結構的各節點所共有的鄰近節點相似度，其求得相似指數 C 值介於 0-1 之間，該數值越大表示兩概念圖的結構越相似，但此方法計算複雜，較適合以電腦計算。

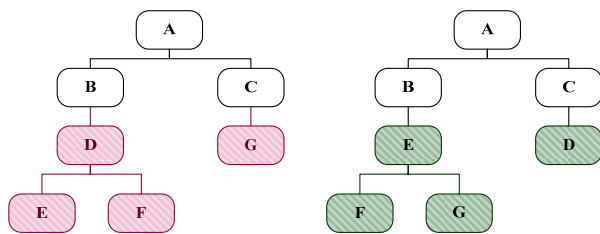
Closeness 指數評分法計算方式中，概念圖被視為一種無方向性圖形，在比較學生概念圖 CM_S 樣本概念圖 CM_T 中，先取得各別節點 i 在兩圖中之鄰接節點集合： $adj(CM_T, i)$ 與 $adj(CM_S, i)$ ；再取其交集節點個數與聯集節點個數後，計算出節點 i 的比值 R_i ，此比值即為節點 i 於兩圖中之相似度， R_i 計算公式如下：

$$R_i = \frac{|adj(CM_T, i) \cap adj(CM_S, i)|}{|adj(CM_T, i) \cup adj(CM_S, i)|}$$

其中， $i \in N$ ， $N = Node(CM_T) \cup Node(CM_S)$ (1)

$adj(CM_T, i)$ 為概念圖 CM_T 中節點 i 的鄰接節點集合，若 $i \notin Node(CM_k)$ ， $k \in \{T, S\}$ ，則 $adj(CM_k, i) = \emptyset$ ， $Node(CM_T)$ 為概念圖 CM_T 中的各節點，再將節點比值 R_i 加總除以節點個數 $|N|$ ，即可計算出相近指數 C 值，其計算方法如下：

$$C = \frac{\sum_{i \in N} R_i}{|N|}$$
， $N = Node(CM_T) \cup Node(CM_S)$ (2)



(a)專家概念圖 (b)學童概念圖
圖(1) 概念圖比較

以圖(1)為例，圖 1(a)為專家概念圖，圖 1(b)為學童概念圖。依照此方式可求得所有節點的比值，在求得各節點比值後，將其加總再除以節點個數，即為相似度之值。

因此經由計算之後，得到的比值總和為 $\frac{5}{3}=1.67$ ，故相似度之值為比值總和除以節點個數 $\frac{1.67}{7}=0.23$ 。

2. N-G 指數評量法

Novak 和 Gowin 所提出的評分標準則是依據 Ausubel 的學習理論為基礎，將學童的概念圖分成四個項目，分別是關係、階層、交叉連結、舉例，並將此設計加權而成，茲說明如下：

- 關係(relationships)

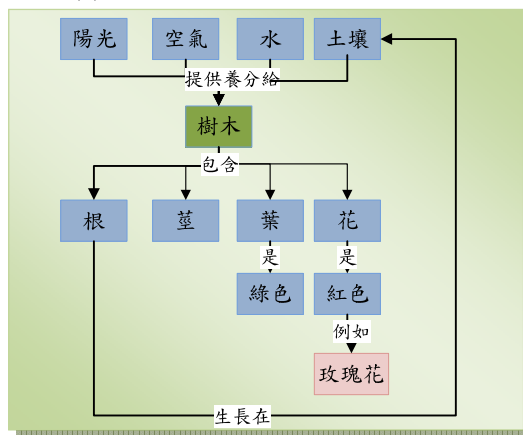
在此也可稱為命題(propositions)，係指將兩個概念之間的連結關係是否有意義而言；且此連結關係是否有效，當此兩者成立時候則給予 1 分；至於語意模糊甚至錯誤的連結關係將不予計分，亦不予扣分。
- 階層(hierarchy)

概念圖以階層式方式出現，且每一個附屬概念都比它上一層的階層更特定、更不概括化。若存在一個有效的階層關係，給予 5 分。
- 交叉連結(cross links)

階層概念的部分與另一部份呈現出有意義的連結。此連結屬於創造力的指標，更能代表出學童有意義的學習，故有效的交叉連結給 10 分，有效但無法將相關概念命題加以組合的則給予 2 分。
- 舉例(examplng)

經由學習者透過自己的理解，以特定的事件或物體來說明概念的意義，有效者則給予 1 分。

而在同一概念圖的評分原則下，分數越高者，即代表學童的概念結構越系統化、層次化、組織化，也表示其學習成果越好，對教材內容的理解度越高。如圖(2)為例，依照評分標準將概念圖分為四個項目，計算結果如表(1)：



圖(2) 概念圖計分範例

表(1) N-G 評分法

項目	加權分數	個數	分數	總分
階層	5	5	25	46 分
聯結	1	10	10	
交叉聯結	10	1	10	
舉例	1	1	1	

(三) 概念圖相關研究

概念圖以建構的方式達到有意義的學習，因此在教育應用上，國內外都有許多相關的研究及應用。Royer 和 Jeff[12]將概念圖系統融入生物科課程，在利用桌上型電腦搭配 Inspiration 執行為期一年的訓練後，再加入手持式裝置系統搭配 PiCoMap，從觀察學生的學習狀況可得，概念圖對於提升學習意願有助益，且對於創意思考型的學生，概念圖可幫助思緒更加清楚。

蔡天民則針對國小五年級共四班學童利用瑞文氏智力測驗，區分學童成高、中、低三種推理能力，結果顯示概念圖在學習成就上對於低推理能力的學童有較好的效果。

李博宏、王薰巧[13]將概念圖融入國小四年級自然科與生活科技領域，經過教學活動設計、教材等，發現該班第一次與第二次的定期評量成績，進步達 10 分之多，整體來看，學習概念圖後，有三分之一以上學生構圖表現優異。

宋冠郁[14]探討以概念圖為主要介面的網路學習對學童自然科學習成效，在研究中選擇兩校兩班五年級學童為實驗對象。在研究後發現，使用概念圖網頁的學童的學習成效優於使用一般網頁的學童，在學習成效上達到顯著的水準。

謝富榮[15][16]於網路化教學環境中，探討概念構圖策略的使用和學生的認知型態對於國小自然科學習成效的影響，分別為使用專家概念圖策略、建構概念圖策略、無概念圖策略。實驗結果中顯示，在網路化教學中，採用專家概念圖策略學童的學習成效優於其他兩種教學策略，而建構概念圖策略和無概念圖策略兩者之間並未有顯著差異，且認知型態和概念圖教學策略間的交互作用未達顯著。

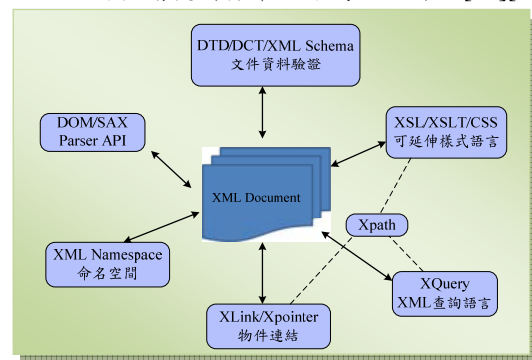
綜合以上的相關研究可知，概念圖已用於多領域中，但教學者在將概念圖用於學習成效評估上時，多是用填充式做為考試型態，也就是試題已包含基本概念圖架構，只讓學習者做部分概念的填空，如此以減少教學者在計算成績上的困擾；換句話說，教學者使用概念圖融入教學時，不論是使用 N-G 評分法或是 Closeness 指數評分法，繁雜的評分是所必須面臨到的問題，故教學者在試題設計上，只得改變出題型態配合方便計分，而犧牲學習者創意發想或獨立建構概念的機會。

因科技進步，也使得繪製概念圖的輔助軟體或是心智圖軟體如雨後春筍般迅速發展。目前較常被使用概念圖繪製軟體分別有：Cmap、Picomap、Inspiration、

GetSmart、SMART Ideas、KeyStone 等等。但目前的概念圖輔助工具都未提供自動評分機制，即便將概念圖完整呈現，但對於教師在評分上仍無法提供協助，導致教師仍必須逐一檢視圖檔，對於教師而言莫不為一項負擔，也因此降低教師利用概念圖做為學習成效評價的動機。因此本研究將設計規劃概念圖教學輔助系統，讓教學者和受教者在繪製或使用概念圖作為教學策略時，可以更有效率。

二、XML 簡介

XML 是一種結構極為嚴謹的資料描述語言，主要用來描述資料的意義，它可促進各專業機構、不同產業界、學術界和特定應用領域發展各自標準的文件和訊息，以利資訊的交換、處理和相關衍生性資料加值服務。一般而言，XML 技術是指一系列根基於 XML 語法所制定的標準與產業規範的集合；藉由圖(3)可看出，XML 的相關技術標準可分為七大部份[17][18]。



圖(3) XML 相關技術

一般來說，XML 文件可區分為兩大類別 [19][20]：

1. 以資料為中心的文件(Data-Centric Document)
此文件的特點是結構完整，是一種具有規律架構、有條理的資料以及內容格式簡單的 XML 文件。常用於資料的傳輸上，例如：訂單、班機時刻表等。
2. 以文件為中心的文件(Document-Centric Document)
是一種不具有規律架構、大量資料的 XML 文件。用以表示複雜而較不規律的半結構化(Semi-Structured)或非結構化(Non-Structured)文件，例如網頁、書籍、E-mail、廣告單等。

系統分析與架構設計

一、系統目標

本系統則是為輔助初學概念圖或年齡層較低的學習者而設計，利用軟體繪製概念圖，可以減少排版的時間及避免重複塗改所造成的版面髒亂，降低學生於排版上的時間，藉由電腦所提供的便利性，增加思考時間，以提升學習的效果。

概念圖繪製軟體可輔助教師或學生繪製概念圖，但對於輔助教師的評分卻未多加著墨，雖然概念圖原意是讓學生組織且發想自己的概念，並沒有一定的標準答案；但將其作為學習策略或是用於考試時，仍然還是需要以標準答案與學生概念圖進行比對，因此自動化的評分機制對於教師批閱考卷或作業，將會助益良多。

二、系統需求分析

前文所比較的幾套概念圖軟體都是採用英文或是簡體中文，對於台灣地區學生使用上較易產生不適應現象，尤其是本系統主要是為年齡層較低的學習者設計，所以在畫面呈現上希望以繁體中文為主，以使操作能夠直覺而簡單。此外，若能開發出適合台灣學生的概念圖教學輔助軟體，後續對於學生的補救教學、學習歷程分析、學習風格分析也將會具有實質的助益。而本節系統功能的介紹，將分別針對教學者(Instructor)與學習者(Learner)兩者所需的功能作分析，以及學習評量及成績管理系統做說明。

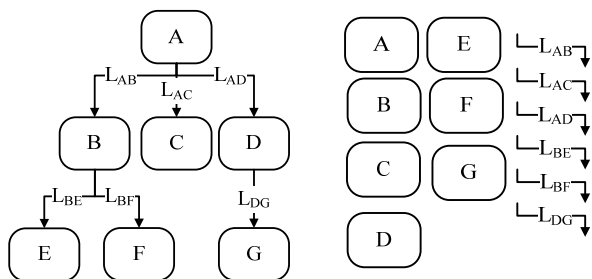
(一) 教學者方面

在教學者方面則包含了兩個部份，為檔案管理系統及概念圖編輯系統，詳細說明分述如下：

1. 檔案管理系統

本系統則採用兩種形式保存資料，可以將資料儲存於檔案，也可以存入資料庫中。檔案內容主要採用XML格式，共包括 .cmt、.cmta 與 .cmsa 三種檔案，使用者可藉由不同的副檔名分辨檔案的用途；接下來將對不同副檔名的用途做簡單說明。

副檔名為 .cmt 的檔案是教學者所編輯的試題概念圖，而 .cmta 則為標準答案檔。教學者可以先編輯概念圖標準答案，而本系統將會自動產生相對應的試題概念圖檔，詳細的試題格式可參閱圖(4)。學習者習作時，可開啟 .cmt 的概念圖試題檔。在習作完畢後，則將儲存為 .cmsa 副檔名的檔案，也就是代表學習者的概念圖答案檔。



(a) 正確答案(.cmta) (b) 評量(.cmt)

圖(4) 概念圖計分範例

而在資料庫的設定中，則包括了教學者、學習者、成績及試題表單。在教學者(Teacher)表單中記錄教師

的帳號密碼，作為身分認證之用。學習者(Student)表單則記錄帳號、密碼、所屬班級級任課教師。在考卷(Test)表單中存放考卷的相關資訊，如答案、題目、應考班級及平均成績。而成績(Grade)表單則記錄應考生的資訊，包括學習者姓名、學習者答案、成績及教師回應等相關資料。

2. 概念圖編輯系統

在概念圖編輯系統中包含編輯工具、概念圖繪製功能、以及一部份為不同使用者而設計的功能，而為教學者所設計功能主要包含了教材製作、自動出題、自動評分等，以下針對各項做說明：

● 教材製作

教師可編輯完整或包含部份概念詞的概念圖作為教學輔助之用。包含完整概念詞、連結線、連結語的概念圖，可用來輔助教學，輔助統整學生需學習的課程知識，除了傳統的文字解說，讓學習者也有圖像式學習法的選擇，亦可搭配概念圖將知識做圖形化的呈現；而未完整包含概念、連結線、連結語，此種只擁有架構雛型的概念圖，則可用來當作學習評量使用，讓學習者自行統合整理教學者於課堂所教導的知識。

● 自動出題

教學者在編輯完成概念圖標準答案後，系統即會自動產生相對應的考卷檔案並將考卷資訊儲存於資料庫中。因為本系統是為低學習年齡層及初學概念圖者而設計，教學者在編輯標準答案時(如圖 4 (a))，已經藉由連結語及連結線說明概念間的相互關係；而系統在自動出題時，即可利用教學者已提供的概念與連接語等資訊，自動產生試題。在試題中並不包含概念與概念之間的連接關係，而是將概念、連接語分別羅列(如圖 4 (b))。在圖(4)中的 L_{AB}、L_{AC}...表示連結語，且連結語可能有相同的情況產生，讓學習者去拼湊組合概念之間的關係，藉以統整合理知識。

教學者在編輯標準答案時，亦可加入一些額外但非必要的概念或是連結語，以增加試題的困難度，讓學習者從組織概念、選擇正確概念到完全由教學者編輯概念圖，逐步地訓練學習者應用概念圖做輔助學習。且透過相關資訊自動產生考卷，可節省教學者在出題上所需花費的人工編版時間，減少教學者的負擔，並提升使用概念圖教學的意願。

● 自動評分

本系統所提供的評分訪法有兩種，分別為傳統式 Closeness 指數評分法與本研究所設計的 E-Closeness (Enhanced-Closeness) 評分法。在指定標準答案後，教學者可以選擇評分方式，系統即會自動比對標準答案及考卷的相似度，並將學生成績存入資料庫中，並產生班級平均成績等統計資料。

(二) 學習者方面

為學習者所設計的功能，同樣有檔案管理、概念圖編輯系統，以下將針對各功能加以說明解釋。

1. 檔案管理系統

基本功能同樣包括開新檔(Create new concept map)、編輯畫面(Editing)、存檔(Save file)、開檔(Open file)等功能。且資料的儲存型態與教學者相同，採用兩種形式保存資料，可以將資料儲存於檔案，也可以存入資料庫的成績表單中。而學習者在編輯區只能開啟試題檔 .cmt 並將完成測驗的檔案存成學生考卷檔 .cmsa，而正確答案 .cmta 檔將只能在答案區開啟而無法做複製或修改的動作，且若以兩個畫面同時呈現，一區為編輯區用來編輯呈現評量答案，另一區為標準答案區用來呈現教學者的標準答案，讓學習者方便在試後做對照修改。

2. 概念圖編輯系統

在概念圖編輯系統中包含編輯工具、概念圖繪製功能、依使用者設計的功能，而學習者功能則包含了：

● 評量實作

學習者可在編輯區開啟並完成教學者所指定的評量，隨著試題難度的不同，教學者所提供的資料(概念與連接語)，學習者並不一定需要全部運用。在初期階段，教學者會將所需資料都給予學習者，學習者只需將概念與連結語做適當地連結即可，先利用拼湊的方式熟悉概念圖，再以漸進式進入獨立創作階段。當評量完成後將檔案上傳作提交的動作，這時資料會以兩種形式儲存，其一為檔案格式 .cmsa；另一種是將資料存入資料庫中的 Grade 資料表，讓教學者可進行後續評分動作。

● 查詢功能

在完成提交評量，當教學者對於評量做評分動作後，學習者可藉由查詢的動作得到正確答案及評量分數，利用系統規劃的兩個呈現畫面，學習者可相互對應自己的評量答案及正確答案的差異性，以做修改檢討。

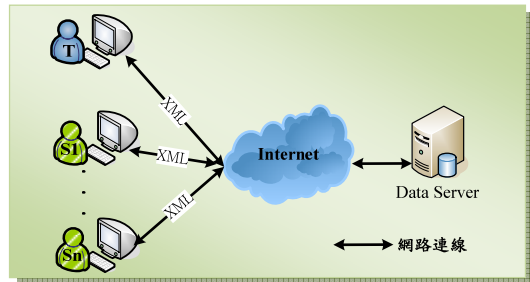
(三) 學習評量及成績管理系統

本系統所供的評分方法分為兩種，其一為利用 Closeness 指數評分法，另一種則為本研究所提出的 E-Closeness 評分法，不論是教學者或是學習者皆可以對分數進行查詢的動作，且藉由自動評分機制以輔助教師評分，降低教師批改考卷或作業的時間，增加教師使用概念圖輔助教學的動機。

三、系統架構

根據功能分析的結果本系統的架構主要分成用戶端和伺服器端，而用戶端又分成教學者和學習者兩

類身分的使用者，用戶端提供讓使用者編輯概念圖的工具和藉由資料庫的記錄得到相關的學習歷程。伺服器端則等待處理用戶端所傳送的訊息。圖(5)為本系統的整體流程圖，用戶端透過無線網路或是乙太網路通訊技術，傳送資料到伺服器端，伺服器端接收到相關資訊並執行查詢後，將查詢結果回傳給用戶端。接下來將針對使用者架構、伺服器架構與流程設計進行說明，教學者跟學習者的使用流程做說明。

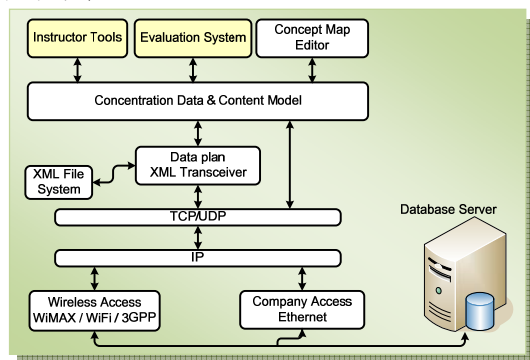


圖(5) 系統流程圖

(一) 用戶端系統架構

1. 教學者系統架構

在此子系統中，系統設計的想法，是以輔助教學者應用概念構圖於教學為設計的主軸，由圖(6)教學者架構圖可知，在功能上特別為教學者設計概念圖編輯系統、評分系統、教學者工具包含自動出題等功能，並將檔案儲存為 XML 格式。而在學習者繳交評量後，教學者在點選學生資料後，即可開啟該生的考卷進行評分的動作。



圖(6) 教學者架構方塊圖

而所儲存的 XML 檔案格式的架構如圖(7)，在文件中，將分別記錄五個子元素 <concept-list>、<linking-phrase-list>、<concept-appearance-list>、<linking-phrase-appearance-list>、<connection-list>，此一結構為參考 Cmap[21] 所定義的 XML 架構而加以修改，而在本研究所使用的子元素定義，將於表(2)詳細的說明介紹。

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<cmap xmlns="http://cmap.ihmc.us/xml/cmap/"
xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
<map>
  <concept-list>
    <concept id="1" label="xyz" />
    ...
  </concept-list>
  <linking-phrase-list>
    <linking-phrase id="2" label="abc" />
    ...
  </linking-phrase-list>
  <connection-list>
    <connection id="2" from-id="-1" to-id="-1"
    fromHandle="-1" toHandle="-1" />
    ...
  </connection-list>
  <concept-appearance-list>
    <concept-appearance id="1" x="50" y="100"
    width="50" height="50" />
    ...
  </concept-appearance-list>
  <linking-phrase-appearance-list>
    <linking-phrase-appearance id="2" sx="150"
    sy="130" ex="200" ey="180" />
    ...
  </linking-phrase-appearance-list>
</map>
</cmap>
```

圖(7) XML 架構

表(2) XML 子元素說明

子元素	說明
<concept-list>	列出概念圖中所有的節點
<linking-phrase-list>	列出概念圖中所有的連結線
<connection-list>	概念圖中所有的連結關係說明
<concept-appearance-list>	概念圖中所有節點的特性說明
<linking-phrase-appearance-list>	概念圖中所有連結線的特性說明

在介紹過子元素後，將針對個元素中的屬性做說明定義，屬性說明如表(3)，藉由這些屬性的記錄，將可完整的呈現概念圖裡的節點、連結線、節點關係，也可以藉由這些資訊稍做修改設定即可完成自動產生評量，並利用比對 connection 的方式做評分的動作。

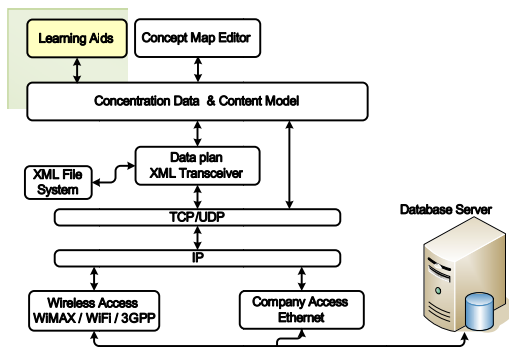
表(3) XML 子元素屬性說明

子元素	屬性說明
<concept id="1" label="xyz" />	id：為每一節點與連結線獨有的編號 label：為節點的概念詞
<linking-phrase id="2" label="abc" />	id：為每一節點與連結線獨有的編號 label：為連結線的連結

<connection id="2" from-id="-1" to-id="-1" fromHandle="-1" toHandle="-1" />	語 id：等同 linking-phrase 的 id from-id：紀錄連結線的起始節點(未連結時為"-1") to-id：紀錄連結線的結束節點(未連結時為"-1") fromHandle：紀錄起始節點上所被連接的位置(未連結時為"-1") toHandle：紀錄結束節點上所被連接的位置(未連結時為"-1")
<concept-appearance id="1" x="50" y="100" width="50" height="50" r="0" g="0" b="0"/>	id：等同於節點 id x：表示系統編輯區域的 X 座標 y：表示系統編輯區域的 Y 座標 width：表示節點的寬度 height：表示節點的高度 r、g、b：分別記錄節點的 RGB 顏色值
<linking-phrase-appearance id="2" sx="150" sy="130" ex="200" ey="180" r="0" g="0" b="0"/>	id：等同於連結線 id sx：表示系統編輯區連結線的起始 X 座標 sy：表示系統編輯區域連結線的起始 Y 座標 ex：表示系統編輯區域連結線的結束 X 座標 ey：表示系統編輯區域連結線的結束 Y 座標 r、g、b：分別記錄連結線的 RGB 顏色值

(二) 學習者系統架構

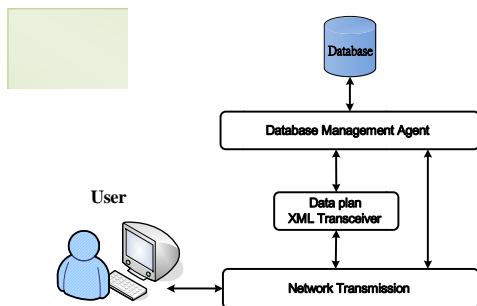
本研究在此子系統中設計概念為讓學習者利用概念圖做為輔助教學的工具，除了書本上的文字說明外，可藉由概念圖圖像式的知識表現方式，讓學習變得更有系統化、組織化。如圖(8)學習者架構方塊圖可得，在功能設計上具有概念圖編輯系統、學習歷程查詢功能。在系統中，利用較為簡潔的功能，可降低學習者對於科技的摩擦力，讓學習者把心思放在知識學習上，而非科技學習上。而學習者在做完評量後，檔案將會存成XML檔案格式，其儲存架構與教學者相同，將不贅述。



圖(8) 學習者架構方塊圖

(三) 伺服器系統架構

在伺服器端主要做為儲存資料之用圖(9)，負責將用戶端傳送的資訊至資料庫、回傳查詢結果訊息到用戶端上，資料庫系統不但包含了資料庫本身，同時也包含了完整的資料庫定義或描述，這些定義被儲存在系統目錄中，包括每個檔案的結構、每個資料項目的儲存格式與型態、各種資料的限制等資訊。



圖(9) 伺服器架構方塊圖

開發工具與環境

本節針對所需的軟、硬體設備、開發系統所需使用之工具和環境等系統規格作介紹，首先在用戶端，其系統規格如表(4)所示：

表(4) 用戶端系統規格

規格	具備網路連線能力之個人電腦
軟體	.Net Framework 2.0
功能	編輯概念圖、顯示教材評量、評量評分以及查詢相關學習歷程資訊
作業系統	Windows XP Professional

用戶端不論是使用桌上型電腦或是筆記型電腦，只要其安裝 Microsoft 的 .Net Framework 2.0 以上，即可正常執行本研究所發展的系統。另外伺服器端之功能與規格如下表(5)、軟體需求如表(6)。

表(5) 伺服器功能與規格

規格	個人電腦 Intel P4 3.0G 中央處理器、1G 記憶體、80G 硬碟和 100Mbps 網路卡
功能	負責儲存用戶端傳送的資訊、回傳查詢結果訊息到用戶端上。
作業系統	Windows XP Professional SP2

表(6) 伺服器軟體需求

服務名稱	功能
.Net Framework 2.0	伺服器端程式執行的基本環境平台
MySQL Server 5.1	負責教學者、學習者個人資料、評量試題解答、學習者評量成績等資料的儲存。

而在開發工具的程式語言選擇上，採用具有視覺化的語言 Visual C#.Net 2005 來撰寫程式，而程式中部份的基礎功能如移動、放大縮小等功能，是以開放軟體 Draw Tools[28]做為基礎開發，如表(7)所說明。

表(7) 開發工具

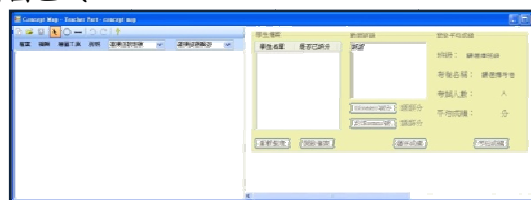
開發工具名稱	功能
Visual C#.Net 2005	開發用戶端執行介面以及伺服器端查詢程式

系統實作

本節將介紹概念圖式學習評量輔助系統實作部分，分成兩個部份做介紹，第一部分包含了教學者的編輯系統、自動評分系統及查詢系統。第二部分則為學習者的評量系統及查詢系統。

一、 教學者功能實作

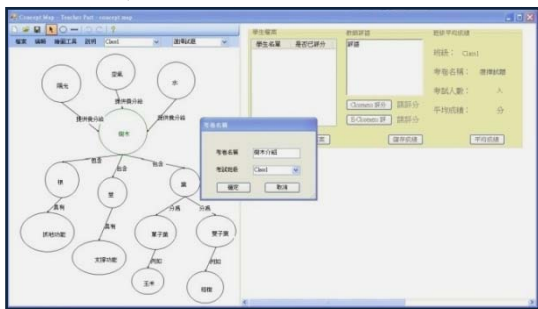
首先針對教學者部分做說明，教學者在啟動學習評量輔助系統後，會先出現如圖(10)的教學系統啟始畫面，當教學者需要編輯新的評量，或是利用下拉式選單點選已出過的評量時，結果將會呈現在畫面的左邊繪圖區域。



圖(10) 教學者系統啟始畫面

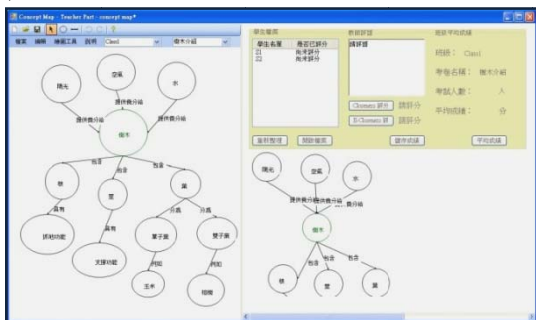
教學者將在繪圖區進行編輯概念圖的動作如圖(11)，教學者可做儲存的動作。存檔則會以兩種方式儲存，並寫入資料庫中，一為檔案類型，為避免網路的問題影響學習，或是無法預期的檔案量超過資料表

預設值，故仍將檔案存成一文字檔以確保資料完整性，而系統則是利用副檔名的不同做為判讀文件內容基準，而當檔案儲存完成後，該檔名即會加入下拉式選單中，以供教學者使用。



圖(11) 評量設定畫面

而當教學者選擇已出過的評量時，系統會自動至資料庫抓取有受過該考題測驗的學生資料，如圖(12)。老師在點選學生名單後，在系統右邊的畫面則會呈現學習者的答案，以及是否已對該卷做過批閱的動作，如果教學者對於該卷做過評分，在成績顯示區則會顯示成績，若是未評分或是學習者對已批閱過的考卷做修改時，則會出現"請評分"字樣；而在教師評語欄部分，教學者可針對學習者的考卷做回應，同樣若是未給予評語時，系統預定則為顯示"請評語"，而教學者在同時開啟評量答案及學習者答案時，才可做評分的動作。



圖(12) 評分畫面

教學者可以選擇評分法，系統即會做自動比對評分的動作，在計算完成後，會將成績呈現在評分法的右方，教學者此時可以對於學習者的成績做回應，再將成績連同評語一起寫入資料庫中。

而在班級資訊中可得到某班某卷的平均分數等統計資訊，教學者可藉由這些資訊更清楚、容易的掌握班級的學習狀況。

二、學習者功能實作

學習者在進入學習評量輔助系統後，如圖(13)，系統會自動判讀學習者所需做的評量、已做過評量、已批閱的評量，學習者可在工具列利用下拉式選單做搜尋評量的動作。



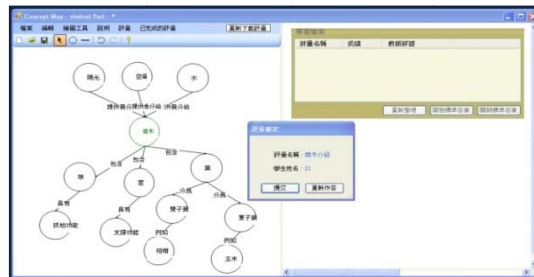
圖(13) 學習者起始畫面

讓學習者可以依照所需選擇功能，畫面左邊的編輯區中，學習者可以開啟評量，在評量的設定中，讓學習者利用拼湊的方式來組合整理觀念，如圖(14)，這種方式適合初學者及學齡層較低的學習者。



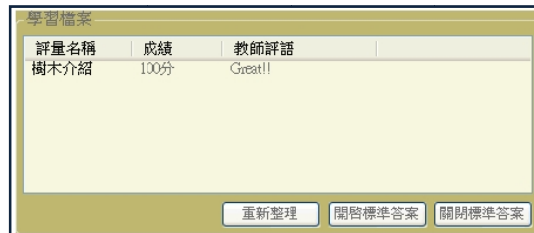
圖(14) 評量畫面

當學習者完成評量存檔前，系統會提醒學習者確認考卷及身份，如圖(15)，待學習者確認後，系統才會進行存檔，而此時該評量則會由需做的評量轉移到已做的評量區中，等待教學者的批閱。

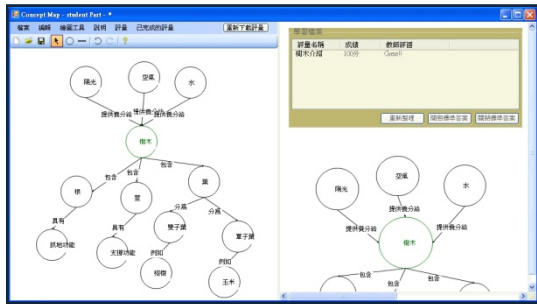


圖(15) 試題及身分確認

當教學者對於評量做批閱之後，學習者可在已批閱評量中，得到成績、評語及標準答案，如圖(16)。學習者可點選評量名稱開啟標準答案於右邊資料畫面，開啟已做過評量於左邊的編輯畫面，如圖(17)，做為複習或訂正的比對，但學習者無法對於正確答案做任何的動作，如複製、剪下、存檔覆寫等動作。



圖(16) 學習檔案畫面



圖(17) 開啟正確答案

在存檔及開檔部份，除可以對資料庫做連結外，亦可可直接開啟檔案，為了讓系統更靈活配合學習者的需求，學習者不僅僅侷限於教學者所指定的評量，亦可自行編輯概念圖做為統整歸納知識。

結論與未來展望

一、研究成果

本研究嘗試提出一個概念圖式學習評量系統，以期能夠協助教學者在教學時，以概念圖的方式呈現知識，在傳統教學情境中，教學者較常利用文字敘述的方式傳授知識，如遇較複雜的觀念時，學習者將容易陷入觀念迷失。適時恰當的運用概念圖輔助教學，可以協助學習者統合、整理相關知識，一方面也可訓練學習者將重要的論點、關鍵字從文章中擷取，組織成為概念圖，有助於學生的複習及明瞭概念之間的從屬關係。但傳統在進行概念圖教學時，是利用紙筆方式來繪製概念圖，在重複修改的過程中，容易使得完成的概念圖看起來一團糟，這時勢必得重新再編排繪製概念圖，費時又費工。且若當教學者應用概念圖作為學習評價工具時，則往往需要面臨繁雜的計算過程，或是退而求其次，讓學習者進行概念填空，反而喪失了讓學習者組織概念的機遇。因此，本研究透過概念圖式教學輔助系統的建置，嘗試改善教學者與學習者所面臨的問題。

教學系統以概念圖為主軸設計發展，分別針對教學者與學習者提供專屬功能，並將繁雜的出題及評分過程簡化，教學者只需建構標準答案，系統即可產生對應試題，減少教學者編輯準備教材的時間。而若當需對評量做批閱評價時，本系統只需教學者點選要批閱的評量，選擇評分方法，系統會進行學生評量與標準答案的比對，大幅降低教學者的負擔，且系統亦提供平均分數參閱，讓教學者掌握班級整體狀況。

本系統在試題的設計想法上為提供給年齡層較低，或是初接觸概念圖的學習者，所以在試題的安排上，已給予學習者相關的概念節點、具方向性的連結線及連接語；換句話說，也就是教學者先將關鍵字給予學習者，讓學習者進行概念之間從屬關係的拼湊，其一協助學習者訓練分層思考、分類歸納的能力，其二讓學習者熟習如何建構概念圖；其三為避免在評分上產生同義字的問題。

二、未來展望

在數位學習中所需的軟、硬體環境日益完善，本研究僅完成初步雛形系統，仍有許多功能有待未來之努力。在此，本研究提出一些未來值得研究的方向，從系統方面來說，可繼續加強的有：

(一) 行動學習的結合

目前本研究只能於桌上電腦或筆記型電腦執行，未來可改良成於 PDA 上執行，甚至結合 GPS 或感知裝置，如 RFID、QR Code 等具有定位或具可提示功能的環境，進行戶外探索教學，讓學習者在獲得概念時，具有高度互動性，以提升學生的學習動機。

(二) 學習路徑記錄

本研究目前是將概念節點、連結語給予學習者，學習者再進行拼湊。雖此種方法對於自動評分上，可避免極為棘手的同義字問題，但對於學生的學習路徑卻無法記錄，若能改善學習路徑的記錄，則可探討概念構圖歷程與學習風格的關係。

(三) 線上合作學習

本系統目前僅為單機版，學習者須獨力完成概念圖的編輯，若遇問題將無法即時解決，故若可增加線上互動，讓學習者可以向教學者求救或是與同儕進行討論，或配合教案設計，讓學習者合作完成概念圖，如此不僅能引導學習者主動學習、改善社交技巧，能更加提升概念圖於學習上的學習成效。

參考文獻

- [1] 余民寧, (民 86)。有意義的學習---概念構圖之研究, 台北: 商鼎文化。
- [2] 陳嘉成, (民 87)。合作學習式概念構圖在自然科教學之實証研究。教育心理期刊, 21 期 (上冊), 頁 105~128。
- [3] Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- [4] 張春興, (民 94)。教育心理學, 台北: 東華書局。
- [5] Novak, J. D. (1998). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [6] Joseph D. Novak (2006). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them. *Technical Report IHMC CmapTools 2006-01*.
- [7] Joseph D. Novak & Alberto J. Cañas (2008) The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. *Technical Report IHMC CmapTools 2008-01*
- [8] Goldsmith, T. E., Johnson, P. J. & Acton, W. H. (1991). Assessing structural knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 83, p88-96.

- [9] 李咏吟，(民 89)。認知教學：理論與策略，台北：心理出版社。
- [10] 鍾聖校，(民 88)。自然與科技課程教材教法，台北：五南。
- [11] Joel J. Mintzes, James H. Wandersee, & Joseph D. Novak(1998).*Teaching science for understanding: A human constructivist View*. California: Academic Press.
- [12] Regina Royer, Jeff Royer (2004), What a Concept! Using Concept Mapping on Handheld Computers, *International Society for Technology in Education, Learning and Leading with Technology*, v31 n5 p12-16
- [13] 李博宏、王薰巧，(民 93)。概念構圖融入自然與生活科技領域課程之教材教法，*生活科技教育月刊*，頁 32~47。
- [14] 宋冠郁，(民 94)。以概念圖為主之教材呈現方式對自然科學習成效之影響。銘傳大學資訊傳播工程學系碩士班碩士論文。
- [15] 謝富榮，(民 92)。概念構圖策略和認知型態對國小自然科網路化學習影響之研究，東海大學教育研究所碩士班論文。
- [16] 謝富榮，(民 95)。概念構圖策略和認知型態對國小自然科網路化學習影響之研究，*國民教育研究學報*，第 17 期，頁 83~110。
- [17] Royappa, A.V.(1999),.Implementing catalog clearinghouses with XML and XSL., *Proc. the 1999 ACM Symposium on Applied Computing*, 616-621.
- [18] Zisman, A.(2000),.An overview of XML., *Journal of Computing & Control Engineering*, 11(4), 165-167.
- [19] Bertino, E. and B. Catania(2001),.Integrating XML and databases., *IEEE Computer*,5(4), 84-88
- [20] Bourret, R., C. Bornhövd, and A. Buchmann(2000),.A generic load/extract utility for data transfer between XML documents and relational databases., *WECWIS.2000: Proc. the Second International Workshop on Advanced Issues of E-Commerce and Web-Based Information Systems*, 134.143.
- [21] CmapTools, Product page:<http://cmap.ihmc.us/>