

## 以訊息處理論為基礎結合教師與網路 CAI 之教學

洪朝富、陳月梅\*、柳奕仲

Tel: 02-26212121-5533

真理大學資訊管理學系

中山大學教育研究所\*、

E-mail: [cfhong@ailab.au.edu.tw](mailto:cfhong@ailab.au.edu.tw)

### 摘要

本研究透過訊息處理論所整理出的三點教學策略，與一般的教師採用的教學策略大致相同，但是目前的教師只能掌握班級的學習態度與趨勢，因此設計一電腦輔助教學系統與教師相結合的教學方法，期望能幫助學生建立有意義的學習，而所謂的有意義的學習是學習者主動去組織新舊知識間的聯結關係，進而發現其意義的學習行為。因此本研究設計一具有故事性與系統化教材的虛擬教室，學生經由網際網路建立自己的學習認知之外，並透過系統記錄學生的學習路徑、學習次數和節點及相關知識錯誤率，利用這些大因素組成本研究所謂的「三維學習障礙分析模型」，亦即透過評量、學習效率、學習成熟度的角度，追蹤學生的學習狀態，推導出學生的學習障礙，可做為學生自我修正學習的參考，使其達到有意義的學習，並透過系統與學生間的互動，能適時、適當、適切的減輕傳統教學中教師的負擔。

關鍵字：有意義學習、學習障礙分析模型、認知、訊息處理論、學習效率。

### Abstract

We found that the information theory includes three teaching strategies, and the teacher also uses these strategies in their teaching. The teacher only can handle the almost student learning attitude. Therefore, we design a new teaching method: include our CAI system and the teacher's teaching together, help the student to build his concept graph to arrive the meaningful learning. The meaningful learning is that the student actively builds the relation between the new

material and the old experience to expend his knowledge. In our research, we design a story like and structure material in virtual classroom (CAI system). When the student logs in our system, beside he can read the hypertext to establish his cognitive graph. Furthermore our system also has a tracking ability to memo his learning process to his record. Then the system according his record and use our 「3D learning obstacle analysis model」 to analyze the student's learning path, reading time and test results to infer his learning obstacles for correct these obstacles. After above interaction, the system will give the student a suitable material at right time to decrease teacher's loading.

**Keywords:** meaningful learning, learning obstacle analysis model, cognitive

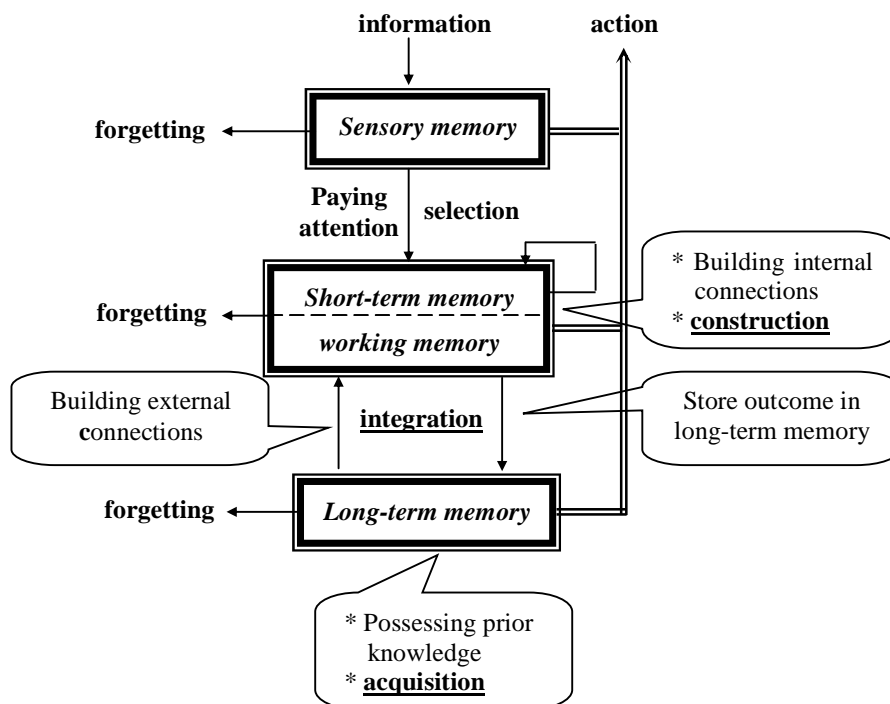
### 1.前言

有意義的學習必須符合三種主要條件：接受學習材料、擁有處理學習材料的適當知識、在學習時激發此一知識(Mayer,1975,1984)。由於這種學習行為具有新穎性、創新性與活潑性，它比較容易引發學生去發現學習的意義和真諦。而想要使學生能達到有意義的學習則需做到「要教學生知識，必先了解學生如何學習知識；要教學生思惟，必先了解學生如何思惟」。否則，不是事倍功半，就是徒勞無功。

因此欲了解學生如何學習知識，可從認知發展理論中的訊息處理論來探討人類知識處理的歷程，其重點在於認知歷程的發展，以下簡述其過程(圖一)：環境中的刺激由學習者的感受器所接收，這些訊息立即進入感覺記憶(Sensory memory)其主要功能是辨別探索刺激和保存對感覺的刺激(如影

像、聲音、味道、和觸感)，做短暫的停留，隨後引起學習者注意的訊息，再經由「選擇性知覺」的歷程，貯存於短期記憶(Short-term memory)中，短期記憶的儲存能力有限，但可藉由維持或精緻的複誦過程來擴展短期記憶的訊息儲存時間。又由於短期記憶具備訊息處理控制的角色，所以亦稱為工作記憶(working memory)，其乃是個人在某一時刻進行思考時所被活化的訊息。當短期記憶中的訊息進一步地經過編碼的過程轉換成語

意或心像，和個人舊有的相關知識結合後，再輸入長期記憶系統(Long-term memory)中貯存，長期記憶包含創造性意念、見解和價值觀等內在產生的訊息。反之，當個人需要提取長期記憶區內的訊息時，可以藉由檢索提取(retrieval)出相關資料，送回短期記憶區內從事轉換整合的工作，對外界環境輸出反應，另外，亦可直接由長期記憶區送至反應。



圖一 訊息處理系統的學習歷程

藉由訊息處理論可知：有效教學必須配合學生的心智能力和歷程，進而提供學習策略，使學習者達到有意學習，教師教學有成效。因此，教師在進行教學之前，要有妥善的計畫，依據學生的反應而不斷地調整自己的教學計畫，同時，教師於教學階段都要做計畫。

另外，Gagne 主張以「訊息處理模式」(Information processing model)來解釋人類的內在學習歷程，在學習過程中，訊息轉換歷程構成一些學習階段(learning phases)，而此時教師若能適時、適當的配合教學活動將能幫學生達到學習的目標，若教師沒有計劃性的採用教學活動則不能對學生有多大的

幫助，甚至可能揠苗助長，因此我們認為在採取教學活動前必須先擁有教學策略，故本研究提出了注意策略、編碼處理策略、記憶提取策略 3 階段的教學策略。希望能做為教師施行教學活動的依據，依學生不同的學習階段給予較適合的教學策略，以期達到教學與學習的最佳效果。其中注意策略、編碼處理策略、記憶提取策略 3 階段的教學策略目的分別如下：

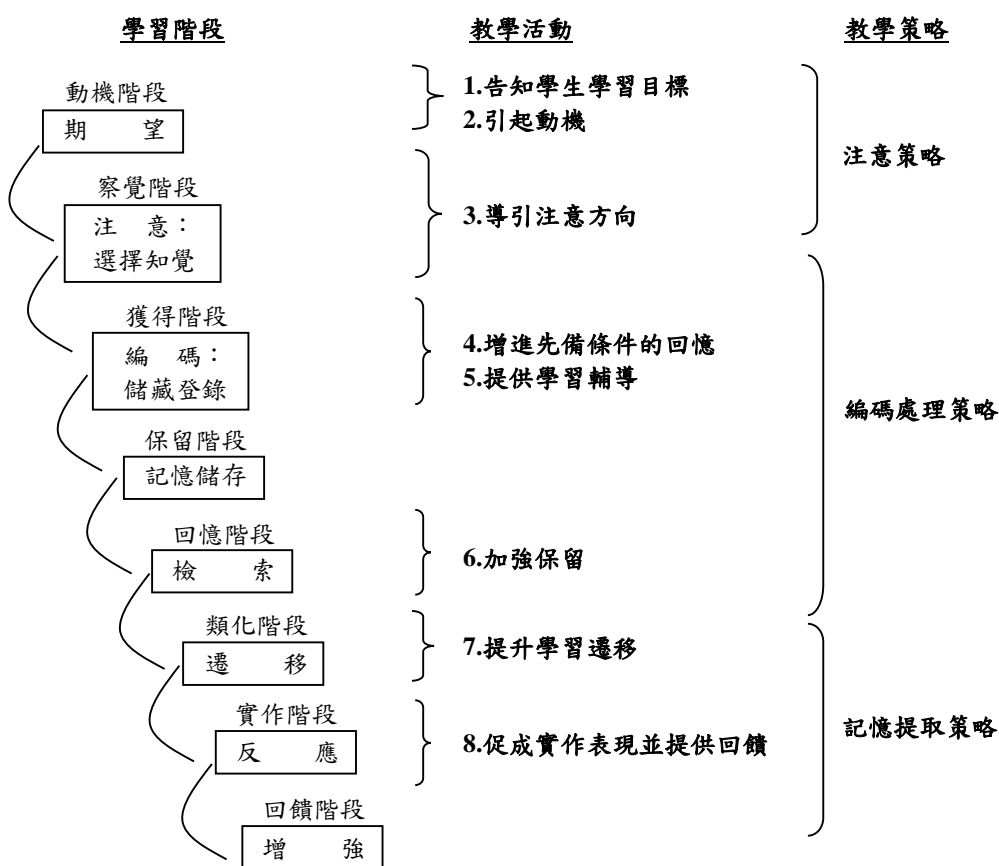
- (1) 注意策略：於教學過程中，可藉由教學提示來吸引或集中學生的注意力，並告知學生的學習目標，引發其學習動機，另一方面透由提示訊息來提取學生之先備知識，期望在教學前能將學生的先備知識引

入學習內容中，發揮正面的效應。亦即使學生將訊息從感官記憶中進入到短期記憶。

(2) 編碼處理策略：使學生能持續的讓注意力集中於教學過程中，並將原有的先備知識與新教材做重整或調適，以建構新的認知。且在教學的過程中經由學生的互動回饋，我們可判別學生是否達到可接受的表現水準 (acceptable performance standard)，並適時的對其錯誤給予改進或補救的機會。此即透由反覆練習保留該訊

息使其由短期記憶進入長期記憶裡整合、獲得知識。

(3) 記憶提取策略：就訊息處理論言，複習、回憶、與人討論、教導別人，均有助於學習資料的鞏固與熟練。因此視學生的學習狀況給予整堂課程內的綱要列示加強學生的組織能力，或重點的複習使學生了解整個課程的核心，這樣的過程即是從長期記憶中提取知識，並考核該知識是否正確。



圖二 學習階段、教學活動與教學策略之關係

## 2.傳統教學策略與3維學習障礙分析系統

以下將分述傳統教學與本系統教學之教學過程、策略運用對學生學習階段之影響。

### 2.1 傳統教室教學下的有效教學：

在深度訪談大園國中歷史教師後，我們發現

教師所認為的有效教學過程亦可與訊息處理論和教學策略吻合，藉由實際教學活動可以看出教師使用教學策略的情形，透由此模型我們將大園國中歷史教學過程分析如下：

(1) 注意策略：教師於授課前會先講述學習台灣史的目的何在？學習台灣史對學生有何助益？當進入正式授課時提出一相關授

課內容的問題，或更甚而在授課過程中，若提及某一國家，可藉由世界地圖或其它輔助教具來提高學生學習的興趣。當然於傳統教學中教師肢體語言的運用為一重要的關鍵，因教師是營造班級氣氛的主導者。

(2) 編碼處理策略：教師講授教材以故事情節方式呈現，以求持續吸引學生的注意，而基於使學生有效學習的原則，教師於教授一小單元後，會設計讓學生展現是否正確學會的活動(如：問答或練習實作…等形成性評量)，且適時、適當的對學生良好的學習表現給予正增強和鼓勵，亦會有良性互動的教學效果。另一方面透過形成性評量教師也可決定下一單元教授課程的廣度與深度。

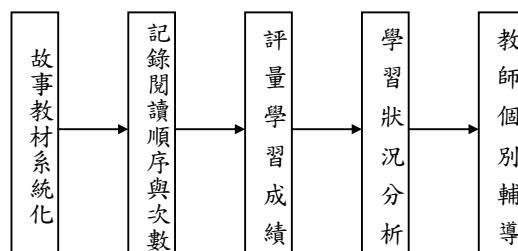
(3) 記憶提取策略：在最後剩下的 10 分鐘內教師會對整堂教授內容做一簡單的隨堂紙筆測驗，利用試測的方式了解學生在知識建構上是否正確，有意義學習的精神亦在此(學習者主動去重組新舊知識間的聯結關係)。在課程後，僅需稍做溫習，便能習得知識且印象深刻。

經由上述傳統教學過程可知道：教師在傳統教學中佔有一重要角色，其主導教材內容、構思教學方法並經營班上的教學氣氛。如利用前導式的提示語及豐富的肢體語言

將學生帶入教學情境中；且經由師生間頻繁的互動，有效的掌握學生的反應來決定下一課程的內容及上課的進度。然而於傳統教學中，教師為學生學習的主導者，上課品質的好與壞也取決於老師。其於授課前必須先將教材準備好，並配合教材的章節來安排學習順序。所以學生的認知與成熟度完全跟著老師的進度前進。在這種學習環境中，如果有一位學生產生一錯誤認知時，可能被教師忽略而無法適時的發現並加以輔導，造成該生的學習障礙。因此如何幫助教師過濾出需要輔導的學生和找出學生的學習盲點，將可以提高教師的教學品質。

### 2.2.3 維學習障礙分析系統下的有效教學：

透由上述傳統教室教學的過程，可了解教學要能發揮效果，教師必須了解學生已具有的知識與技能，以及其錯誤的概念等，同時，教師也需要把課程的內容瞭解得十分透徹，才能知曉學生錯在哪裡，以及清楚那些教學方法較為有效，否則必須花上若干的時間，因此本研究設計一「3 維學習障礙分析模型」來解決此問題(圖三)，但是整個系統設計仍以訊息處理論為基礎。



圖三 三維學習障礙分析系統執行步驟

#### (1) 台灣史教材設計：(注意策略)

教學生學習任何科目，絕不是對學生心靈中灌輸些固定的知識，而是啟發學生主動去求取知識與組織知識(Bruner,1966)。因此本系統根據Thorndyke 的理論認為故事是由背景(setting)、主題(theme)、情節(plot)、和結局(resolution)來構成，採用這種故事結構的方式來呈現教材，希望能藉故事

情節之架構，誘發學生主動學習的動機，避免填鴨式的學習行為。

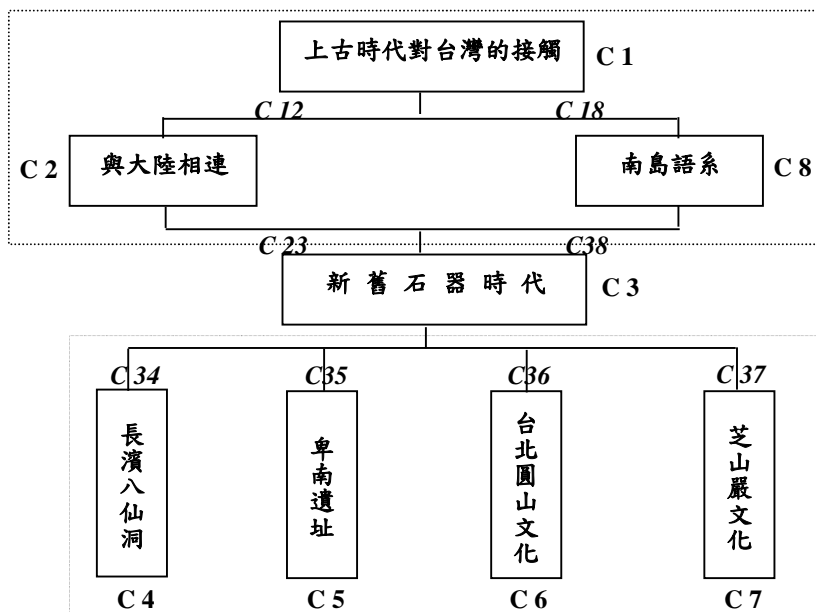
同時本研究導入超媒體的超鏈結概念，將教材結構化並利用網頁連結與學生建構認知過程相結合，建立成一認知教材狀態圖，希望能藉此提高學生對於各節點教學內容與其相關關係的注意力，以此方法來達到注意策略下的教學目標(圖四中 R12 既表示認知節點 C1 與

C2 的關係)，但系統仍然無法掌握當時的教學情境是否能引起學生的學習興趣。

(2)附加問題：(編碼處理策略)

學習過程中回饋的來源之一為來自學習者本身，當學習者企圖用語言、文字，敘述出思想概念時，已運用符號而重溫了一次思想內容，相當於對自己回饋，故本系統於每一單元教材結束後會給予學生幾題相關教材內容的附加問

題，希望能提醒學生做自我重組的工作，如圖四中虛線框框部分，以問題來連結幾個基本概念，希望在回答問題中時，能使概念能在反覆思考中建立起來，可是如此亦無法如課堂上般教師能夠接收到學生學習狀態給予適當的問題，並幫助學生適時整合認知形成知識。



圖四 結構化認知節點圖

(3)線上教學評量：(記憶提取策略)

由圖四中可得知每一認知節點間有不同的關係，而一測驗題目事實是相關到許多節點的知識，因此本系統中每一

題目均詳細定義其所關連到的各章節知識，以權重(weight)來表示知識間的相關程度(圖五)。

Ques	Nod_self	Nod_Top	Nod_Do w	Nod_Rig	Nod_Lef	Wei_Top	Wei_Do w	Wei_Rig	Wei_Lef
1	C1	None	C2	None	None	0	0.66	0	0
2	C2	C1	C3	None	None	1	0.33	0	0
3	C3	C2	C4	None	None	1	0.25	0	0

圖五 線上評量之節點權重表

透由在該認知節點的總分數與答錯的分數的比(公式 $\dots(1a、1b)$ )，得到學生在該

節點的答錯率及其相關知識間是否亦有錯誤。

node's error rat =  $\Sigma$  ( node's error weight number) /  $\Sigma$  (node's weight number) ... (1a)

relation's error rat =  $\Sigma$  ( relation's error weight number) /  $\Sigma$  (relation's weight number) ... (1b)

依此方式可以得到學生在各節點及各相關節點間的認知答錯率狀態圖，再經由教材設計者提出的節點門檻值，可以篩出認知不足的節點。為的就是要讓學生除了學習之外，也能夠確切的瞭解自己的學習狀況，並彌補自我學習不足之處。除此之外，本系統也導入學習追蹤，企圖從追蹤的紀錄中發現學習者的認知建構順序，與建構認知時所花費的次數，幫助教師從這兩個觀點了解學習盲點產生的原因。

### 2.3 傳統教學策略與3維學習障礙分析系統之討論

教學是一連串持續行為的複雜歷程與結果，教學活動涉及頻繁的師生互動，每一個互動都需要做決定，如怎麼做、怎麼說、如何反應、接下去又要怎麼做等問題(李茂興, 民 87)。上述的學生反應都有賴教師適時的找出合適的教學方法去解決。但是一位老師面對四十位左右的學生，實不容易達到教學目標，此時則有賴其它工具的輔助，幫助教師篩選出須要輔導的學生，給予適當的教導。

反觀本教學系統的設計在系統與學生互動時均有一直接的反應方式，如用說故事的方式呈現結構化教材，再搭配上圖片、動畫吸引學生注意，單元間給予附加問題讓使用者整合先前知識，而且本系統亦可記錄學童學習網頁的順序與次數，藉以分析每一位學童的學習盲點，教師可依此一數據，作為輔導學生的學習態度，提高其學習效率，進而增加學習興趣。其分析方法如下：

#### 1. 概念圖式的命題：(請舉例說明)

概念性構圖的評量模式，是以概念圖中概念與概念間的聯繫，來表達所欲分析的關係。所以必須先由專家學者分析要學生學習的教材內容，並建構一知

識概念圖。在此我們將概念圖評量與線上測驗結合，即教師在出題時以某個相關概念圖為主，綜合性的測試節點與節點間的關係的認知：

在關係圖上，結合專家所給定的命題權重，則可成為(加權關係圖)，表示成  $G_p(V_p, E_p)$ ，其中  $V_p$  是各個關係行為所代表節點的集合， $E_p$  則是  $G_p$  中任意兩點間的連結所成的集合。為了尋找學習者的認知建構，對於任一  $v_{pi}$  屬於  $V_p$ ，定義下列三種函數：

1.  $prop(V_{pi})$ : 定義  $V_{pi}$  所代表的命題，例如  $prop(V_{pi}) = (\text{狀態 } i, C_{ij}, \text{狀態 } j)$ 。
2.  $w(V_{pi})$  : 定義命題  $prop(V_{pi})$  在專家概念圖中所給定的命題權值，此權值是由專家所給定的，其範圍在 0~1 之間。
3.  $state(V_{pi})$ : 表示學習者對  $prop(V_{pi})$  的需求狀態值。計算方式如公式 (1a)(1b)。

這種透過與學習者互動的機制，可以得到學習者的(狀態  $i$ ,  $C_{ij}$ , 狀態  $j$ )，同時透過專家建立的概念圖，同時配合此概念出題可得到概念圖的基準值：評價  $C'_{ij}$  的連結值和  $C'_i$  的值做比對，根據專家值與學習者的測驗值作比對時，可以瞭解學習者建構知識的狀況。

- (1) 假如  $C_{ij} \cap C'_{ij}$  的模糊比對為 1，則表示學習者已經得到所需資訊
- (2) 假如  $C_{ij} \cap C'_{ij}$  的模糊比對小於 1，則表示學習者已經得到所需部分知識
- (3) 假如  $C_{ij} \cap C'_{ij}$  的模糊比對為 0，則表示學習者尚未得到所

## 需知識

由於本研究主要的主题之一是要如何理解學生知識體系的建構，進而分析其學習歷程與障礙，方能幫助其學習。因此我們將線上測驗與概念圖式的命題相結合。即利用專家的概念圖配合命題的出題模式，以整合題的方式，以整合題的方式，來測驗學生的概念建構情形。其細節如下節所述。

同時我們認為學習者的同時我們認為學習者的知識建構會依其使用的次數、瀏覽的過程、測驗次數，而動態更新認知屬性值，形成一個動態的學習過程。但是我們希望隨著學習者與系統的互動過程中逐漸去建立原本各自獨立屬性間的關連性，即將「認知理論」的知識建構模式與「動態學習模式」相結合，這樣形成網狀模式知識結構，藉由網內知識的分享、回饋、修正，才能滿足學習者不同時期的需求，進而動態提供學習者所需要的認知建構。

### 2. 障礙推論：

不同的學生有不同的理解方式，卻可能有相同的評估值，但相同的評估值卻無法告訴我們學生的差異所在，倘若能了解學生的學習差異，就能根據其差異，給予適當的回饋。透過上述的概念圖式的線上評量設計，我們在障礙推論分析上擁有較多的資訊量，且充分的利用到人類的知識形成是網狀的鏈結而非單獨的存在的基本原則，因此若要想了解學生本質上的個別差異，必須由認知形成的網狀結構著手，如同本研究提出網狀結構教材如圖四中可看出本系統中每章教材均由專家建立認知概念圖的結構化知識節點圖所構成，可以清楚的發現教材內容是知識是環環相扣的(不管是直接關連或是間接關連)，故當學習者完成線上評量後，即可透由上述的

模式得知學習者 v 習得該教材的概念(節點錯誤率)，當有某一節點錯誤率偏高時(如：圖五中的 C3)，可經由門檻值的設立，系統可以推論出其相關節點及關連鏈結的建立與否等概念(如：C2、C8、C4、C5、C6、C7、C34、C35、C36、C37)，進而推導出造成該節點錯誤的原因。

### 3. 學習次數記錄：

從系統紀錄學生的學習狀況中，可統計出學生在每一認知的閱讀次數狀態圖。當我們得知學生的節點及相關知識錯誤率偏高時，其中一解決方式是比較其周邊相關節點的學習次數；在 CAI 的教學策略中我們得知反覆的練習，能夠增加學生的學習成就，透過閱讀次數的量化，就可以得到閱讀次數的量化狀態圖。因此當學習者的學習次數過低時，可增加學習者的閱讀次數，其目的是希望透由再次的閱讀，學習者能了解先前不懂之處及重整其認知。

### 4. 記錄學習順序：

每一位學生在進入虛擬教室之前，本系統利用動態網頁的技術會記錄每一位學生所學習過的網頁(認知)，並且按照閱讀教材的順序記錄下來。這乃是要瞭解學生的學習習慣。另外，本研究可將學習順序圖(認知建構順序圖)，與前述的評量錯誤率結構圖相對應，再和系統找出的學習障礙路徑作比對，則可發現學生的認知建構順序，並判別其建構認知是否合乎理性建構，作為指導學生學習的指標之一。

透由這 3 維分析的模式可以進一步了解學生知識建構的情形，改善傳統僅從紙筆成績來判斷學生的學習成就，教師較無法獲得足夠的學生學習資訊以改善學生的學習障礙處並適時給予輔助。

但從教學的角度觀本系統將有如下的缺點：

1. 無法做到如傳統教學中的師生互動情形:傳統教學中,老師個人

的豐富肢體語言可以吸引並持續學生的注意力，老師與學生於上課過程中的相互回饋過程，乃是系統中所無法確實做到的一點。

2. 在附加問題中並無法完全做到編碼處理策略附加問題乃是系統中於一課程過程中，針對某一章節所問的問題，它並無法完全做到全面性的概念重整。

### 2.3D 輔助教學與教師教學結合的教學法

在訊息處理論中，一個完整的訊息處理過程包括了注意訊息、接受訊息、重整及提取訊息。而在學生學習過程中，往往會因其個別差異或外在因素的影響，導致其訊息的漏失，因此我們提出「3D 輔助教學與教師教學結合的教學法」，希望藉由傳統教學與3D 模型兩者的優點來改善此一情況。

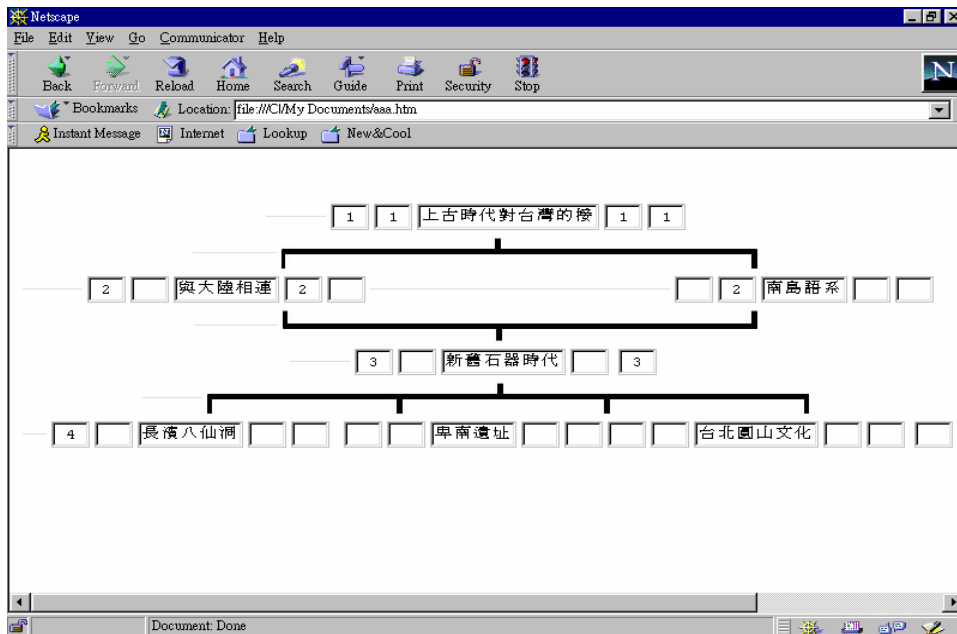
即在傳統教學中教師藉由注意策略有效的刺激學生加強其注意力，進而引發其學習動機。透過系統中教材故事情節的呈現，持續給予學生學習上的刺激，並利用師生間的良好互動來加強其學習上的編碼處理。而本系統也提供一套以訊息處理論為基礎的教材，同時傳統的紙筆測驗中只看到學習成就，較難分析其認知建構過程與形成學習盲

點之缺失，而我們提出的使用質的評量方式，藉著3 維學習障礙分析模型(概念圖式的命題與障礙推論、閱讀次數、閱讀次數)加以追蹤學生學習歷程，找出學生學習上的盲點，使學生可經由此主動學習以達有意義之學習。

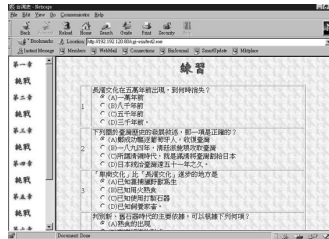
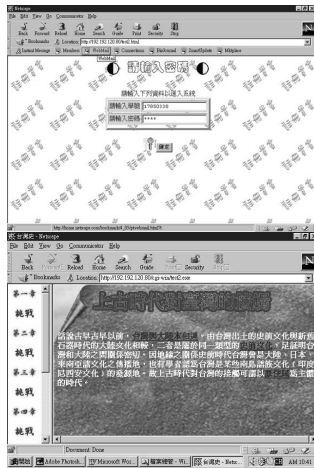
### 4. 結論

傳統教學中教師雖能掌握班級的上課氣氛和學習趨勢，但對於具有個別差異的學生而言，教師於教學過程如不能了解學習者是如何習得知識和如何整合知識等過程，但無法使學生達到有意義的學習，更形成教師教學上嚴重的負擔，因此，本研究提出了學習障礙分析模型，透過結構化的教材與概念圖式的評量、學習的順序、反覆練習的次數，三個軸來分析學生的學習狀態，修正以往只從教學評量來量化學生的學習成就與學習態度，可以更廣泛的分析學生的學習障礙原因，縮小問題面。教師並藉由結構認知狀態圖，切割出學習障礙區塊，來輔導學生增強其認知不足之處，或練習過少造成成熟度不足的問題等。同時我們也強調唯有將本電腦輔助教學系統與教師的教學法相結合時，才能互補所短，才能實現訊息處理論的學習策略之情境，達到師生雙贏政策。

圖六 閱讀順序圖







### 5.參考文獻

[1]張春興(1991),現代心理學。台北;東華。

[2]鍾聖校(1990),認知心理學。台北;心理。

[3]Richard E. Mayer(1997);林清山,教育心理學—認知取向。台北;遠流。  
朱則剛,建構主義對教學設計的意義。教學科技與媒體, P.3-P.12。

[4]蕭漢威,智慧型電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。

[5]吳宗立(1999),訊息處理的認知歷程&教學策略。教育實習輔導季刊第四卷第一期, 39-45。

[6]許慶昇、杜淑芬、黃國禎,概念繼承關係在網路智慧型學習診斷系統之應用(A Concept Inheritance Method for Learning Diagnosis of a Network-based Testing and Evaluation System)。第七屆國際電腦輔助教學研討會, P.602~609。

[7]吳鐵雄、林奇賢(民87年),全球資訊網輔助學習系統中的學習活動追蹤系統與其應用。第七屆國際電腦輔助教學研討會(大會論文), 500-507。

[8]黃覆峰、邱貞發(民87年),WEB學習環境中追蹤學習者學習路徑的方法。第七屆國際電腦輔助教學研討會(大會論文), 500-507。

[9]洪朝富、徐振華、柳奕仲、李雅婷、詹儒忠等(民85年),WWW技巧在區域網路電腦輔助教學上的運用-國中小的台灣史。第

六屆國際電腦輔助教學研討會(大會論文), 106-110。

[10]單文經(民86年),提昇內在動機的教學原則。教學科技與媒體, 35期, 14-20。

[11]朱耀明,網路合作學習與傳統教學的整合(The integration of Internet cooperative learning and traditional instruction)。第七屆國際電腦輔助教學研討會, P.551~P.557。