

從電腦教學到超（串連）媒體

李世忠

近年來由於電腦科技發展迅速，在教學上提供了許多新的教學科技如 Hypermedia, Interactive videodisc, DVI, CD-I, CD-ROM 等。短短的十幾年中，新的科技不僅改變了人們的生活也提供了新的學習刺激與環境。本文旨在就電腦教學、互動式影碟、與超（串連）媒體探討電腦教學之發展。

一、電腦教學媒體

早期發展

最早的電腦教學發展可追溯到 Pressy 的自動測驗機（testing machine）與 Skinner 的教學機（teaching machine）。1924 年，Pressy 爲了節省出試題的時間，首先製作了一套自動出題測驗的測驗機，開始了教育機械化的時代。到了 1930 年代，Skinner 根據其行爲心理理論設計出教學機，讓學習者以教學機自學。Skinner 在教學機上所用的編序教學策略是：在紙板上一次呈現較少量的學習訊

息，使學習者能夠立即的反應，然後教學機再根據學者的反應給予立即的回饋，學習者就按著這種方式循序漸進的完成學習。然而，這種直線固定式的教材並不能針對學習者程度的差異而調整。到了 1950 年代，Crowder 主張以分枝式（branching）的方式呈現，以提供不同程度的學習路徑及補救教學。

1960 至 1970 間大型電腦已經進入教育環境中。教育工作者利用電腦有龐大的記憶體、雙向溝通及快速處理等優點來呈現教材，電腦也正式成爲教學上的媒體。1959 年，國際事務機公司（IBM）發展了一套教兩進位運算的電腦輔助教學（Computer-Assisted Instruction）。這套電腦輔助教材運用了編序教學的策略來教導算術的二進位法。它能依照設定的順序，進行解說或提出相關的問題，同時在學習者作答後，它可以計算分數、改正與記錄所學，並依學習者的表現，提供不同的問題來強化學習效果。由於這套教材軟體的推出，日後許多大型的事案計劃相繼地展開，其中較著名的的是 PLATO（Programmed Logic for Automatic

Teaching Operations) 與 TICCIT (Time-shared Interactive Computer-Controlled Information Television)。

PLATO 是 1960 年美國伊利諾大學電腦教育研究室發展的電腦系統。它是一個完全以教育為主要功能的分時系統，內容包含了小、中、大學各類的學科。1972 年，因 PLATO IV 推出，PLATO 的教學軟體已能與其他的國家分享了。比 PLATO 稍晚的 TICCIT 計劃是 1971 年 MITRE 公司與 Brigham Young University 發展完成的。TICCIT 是一個結合教學系統理論而且以協同合作的方式來設計教學軟體的計劃，它的特色主要在於其課程組織架構是以規則→例証→練習的順序呈現。

電腦教學的意義

電腦教學的意義可由英文的字義看出其著重點的不同。早期的 CAI 的定義，認為電腦教學是以電腦來「協助」老師教學，或協助學生學習的一種方法。不久之後，有人認為電腦教學應該是直接運用電腦的互動功能，來引導教材且控制個人化學習環境的教學。

也有學者認為電腦教學不僅是運用電腦來「輔助」教師與學生，而是在教學過程中直接用電腦來呈現教材，並且以互動的方式來提供學習者控制的個別化的學習環境。另有學

者認為應將電腦當作一種分析與解決問題的工具，來幫助教師與學生完成目標。這些理念便引導出 CBI (Computer-based Instruction) 的定義。

此外，亦有學者認為應將 CMI (Computer-managed Instruction) 納入電腦教學的範疇，因為電腦可以記錄、評分、分析、列印學習者的學習資料。然而多數學者仍贊成將 CMI 納入行政管理方面。

電腦教學的問題

程式設計等於教學設計

Slack (1981) 曾說：「你給我看任何電腦教學軟體，我就可以把它寫成一本書。」其實，Slack 並非故意出此狂語，而實乃有感而發。其用意在於澄清一個觀念：以教學媒體的觀點而言，電腦和書皆是教學媒體，功用都在傳送教育訊息。有些訊息明明適合用書來學習，為何一定要放在電腦來教呢？在電腦教學發展初期，有許多軟體可能是程式設計師或某學科（如英文、數學）教師所設計的。由於他們熟悉某一電腦語言或某學科的內容，就很自然地運用電腦語言將學科內容寫成教學軟體來實施教學了。漸漸地這種獨立作業的程式寫作方式，又為大規模的企業或教育單位所取代。成千上萬的軟體出現在市面上。由於各界的鼓吹，並配合人們喜新厭舊的心理，社會大眾對於電腦教學更是趨之若鶩。

了。

然而，仔細觀察並使用這些軟體，即可發現其間許多貪謀短利「大量製作」的軟體並未達到其所誇耀的效果。有些直接翻譯國外的軟體，錯誤百出，不但翻譯上辭不達意，設計上竄改原作構想，甚至所標明的適用對象都與國內學生程度不合。

缺乏教學設計的電腦翻頁書

許多「大量生產」的軟體只不過是電腦翻頁書而已。簡單說來，製作單位僅是把教科書原封不動地打入電腦罷了。這些電腦教學軟體和教科書所不同的，或許只是「電腦問了讀書者叫什麼名字，而教科書沒有問吧」！試想，如果電腦螢幕呈現的資料與書本上的設計內容完全相同，放在書上和電腦上的學習會有不同嗎？事實上，單就閱讀者閱讀印刷品資料的速度還比閱讀螢幕速度快呢！

程式設計者之間流行一句 GIGO (garbage in and garbage out) 的術語；其涵義就是如果在電腦裡丟進（輸入）一堆垃圾，那麼電腦也只能丟還（輸出）一堆垃圾。同理，如果把一堆漫無組織、雜亂無章的訊息放進電腦來教學，學生面對價值萬元的電腦就能奇蹟般學得更好了嗎？以電視教學來說，將一場口齒不清、內容空洞的演說錄影下來放進電視，學生並不會因是看電視而學得津津有味。同樣地，如果講員一直在電視螢幕上唸講稿（典型的電視教

學），未必比一本書或錄音帶經濟！好的電腦教學軟體和教科書有相同之處：它應該能配合學習者的程度、嘗試引發其興趣、提供有系統的知識、舉例說明不易了解的觀念與含混的詞彙、安排適切的圖片或表格說明……。總之，其間不同之處，應該是在於電腦教學軟體具有互動能力及個別化的功能，這也是其他教學媒體所欠缺的。

電腦教學的主要特性

互動功能

互動乃指電腦能主動地和使用著交換訊息資料或回饋。通常是透過問答方式，由電腦提出問題，要使用者回答，然後電腦依使用者回答決定教學過程及評估學習效果。如果使用者沒有任何反應，電腦便耐心地一直等待。在傳統教學中（課堂上），學生可能看似正襟危坐，卻早已魂遊室外，其投入與否對教師的講演可能毫無關係。有些教師或許從不向學生發問，縱然偶有發問，亦不能保證所有學生都能理解並且回答。當學生有不同的問題時，教師無法在課堂內，針對每個問題給予回答。其次，在回饋方面，電腦可立即給予使用者回饋。這也能補救教師偶而忘了回饋，或僅向一兩位學生回饋的缺失。

個別化功能

以個別差異的觀點來看，似乎很少有兩位學生的學習速

度及學習困難是完全相同的。就某一單元的教學而言，甲生或許不瞭解某些術語或概念的涵義，乙學生也許不清楚其操作步驟的順序。兩人學習該單元所需的時間及困惑之處自然不同。理想的電腦教學即是運用電腦的個別化功能（一人一機或一螢幕），針對個人的學習進度與程度進行教學，以節省使用者與教學者的時間。這種一對一的電腦教學方式可以藉著互動來瞭解使用者學習的困難及進步的情形，並依其學習的需要來決定學習順序與學習時間的長短。

舉例來說，許多電腦教學節目或許在開始呈現前，會歡迎使用者並請使用者提供一些基本資料，如姓名、性別、年齡、喜好等等。然而或許僅有比較「好」的教學軟體會運用這些資料，依據使用者的特性來呈現教學內容。例如對年幼使用者的口氣、用字、舉例、呈現畫面、音效等，自然和成年使用者不同。有些軟體甚至可依據使用者的職業背景來提供實例說明。當然，設想愈週到的軟體，在設計、經費、人力的投入愈是可觀。

以電腦為教學媒體的優點

提高學習動機

記得當初將電視運用在教學時，人們對電視教學覺得多麼新鮮吧！人類似乎有著與生俱來的好奇和喜新厭舊的性。對使用者來說電腦是文明的最新產品，用它來學習自然

是新奇有趣的。根據研究，許多學生喜歡用電腦來學習，僅僅因為它的新奇性（Clark, 1984）。有些學習者喜歡用電腦，因為他們覺得自己可以控制學習的次序及速度的快慢，另有些使用者認為用電腦學習較沒課堂上課的壓力。

使用者自行控制學習進度

在許多的電腦教學節目中，使用者皆有控制節目進行及快慢的決定。譬如使用者可決定是否要翻頁，回到上一單元，是否要測試還是要複習，有無語音等輔助，是否要更多的範例等等。從簡單的跳頁，選單元，到休息和評估，使用者皆有相當程度的控制權。這種軟體設計令使用者感到友善、自由，有自主權。

保存學習記錄

電腦教學軟體經過設計可記錄使用者的學習過程與反應。在使用者學習過後，電腦可提供教學者關於使用者的許多資料。如使用者學習了那些教學單元，作了那些回答，那一部分花了較多時間，與未完成那一單元等等、這些資料對於教師評分及設計者評估相當有助益。目前電腦教學軟體不僅可提供個別學習者的學習過程資料，以分派合適的教材或補救單元供學習，更可以客觀地評量學習者的學習成果。如此，便可免除老師從事一些與教學無關的庶務如計算評分等，而有較多的時間投入在輔導及補救學習，或是準備更豐富的創造性教材。

超越時空限制

只要有電腦的硬軟體設備（如膝上型電腦），在任何時空下皆可進行學習。以電腦來教學可提供教師不足的地區使用、學習者也可在不干擾的情況下，在同一教室學習不同的課題內容。偶而學生請假，缺課，或因事故無法到校上課時，也可以以電腦輔助逐漸完成學習。

確保教學品質

在傳統教學中，同一科目不會有兩位教師能講得一樣生動或無聊，也幾乎沒有任何教師上同一課題，而能使用和前一堂課完全一樣的講解和舉例。人是動物，自然難免偶有難題或遺漏重點的現象。在電腦教學中，經過週詳設計後，這些現象皆可改善。學生面對同一位教師，同樣的內容及設計，而教學品質卻能維持一致。

用電腦來教學之代價及困難

硬體的品質及相容性

電腦教學軟體不像教師教學，必須經由電腦硬體傳送，且所用電腦必須為同一類型。電腦及軟體不像書本，雖然兩者皆可隨身攜帶，然而手提式電腦的重量、功能及價格仍不能和書本輕便相比。使用者必須到有相同機種的電腦處，方能進行學習。其次，目前教學用的許多顯示器多是單色的，且影像解析度不高，細緻圖畫儲存能力及速度亦不快，以致

呈現文字、圖畫的效果不彰。儘管新出品的高解析顯示器和傳送速度快的主機，使視聽品質已有相當改善，然其價格及所占硬體之記憶及儲存的空間亦相對提高。其次，目前尚未發展出編寫課程軟體之通用語言，國內各學術機構所擁有的電腦廠牌又很紛雜，故所發展的課程軟體目前通用性並不高。

軟體發展需相當的時間、知識及經驗

設計教學軟體應具備各學習理論及系統化教學的知識。而電腦教學設計者除教學理論外，對於電腦及其週邊硬體的基本瞭解，以及針對電腦特性如互動、個人及友善教學情境之設計的知識與經驗皆屬不可缺少。具體而言，電腦教學設計者應具備有關於人體工學、螢幕設計、訊息設計的知識及經驗。

其次，程式設計需要投入相當大的人力及經驗。儘管人工智慧及其他相關的努力，使電腦語言愈來愈接近人類語言，然而目前這方面的程式設計仍極為費時。單就校正及試測而論，就非一般程式設計者所能勝任。

教育設備資源不足

目前國內國民中小學擁有電腦的學校，寥寥無幾。如以五十名學生擁有一部微電腦來算，一千名學生的學校須有二十部電腦，經費即至少約須四十萬元。學校經費有限，在未幾年內也不太可能大量購置電腦。在軟體方面，目前已發

展出的軟體數量很少，而且大多屬於實驗性質，如要普遍採行，需再投注很大的人力與物力發展適當的軟體。故在未來幾年內，國內的發展，仍將面臨經費不足的問題（林寶山，民77）。

教師未普遍具備電腦素養

一個教師若很少或從未接觸電腦，就很可能因不熟悉而反對，或不知使用電腦於教學了。目前多數中小學教師仍欠缺對於電腦的基本認識。尤其是軟體設計及操作技巧方面，大都還須要另行安排密集的研習示範與實習訓練。而辦理師資訓練，必須有相當充裕的經費才可行。在目前我國教育經費並不充裕的情況下，確是一大難題。為使未來之教師能具備電腦素養，師範院校及教育院系的學生均應有基本的電腦訓練，以應未來擔任教師工作的需要。至於大專院校的師資訓練則更為困難。

軟體設計偏差問題

目前許多軟體仍多偏重於方面資料的呈現，所以使用者須有「良好的」閱讀能力及興趣，而長時間觀看顯示器對於使用者視力亦有不良影響（設計者應於設計時即考量有關休息之安排）。再者，由於許多軟體太單向專注於行為目標取向，以及接受使用者答案的有限，難免限制了使用者的創造力及偶然學習的機會。

電腦教學研究的重點

電腦教學的研究重點早期有關電腦教學的研究較多在於探討「電腦教育」的定義及電腦與人機介面的問題（Neuhauser, 1977）。例如 Computer literacy 及 De-humanization 等都是當時非常熱門的主題。然而，這些主題也隨著資訊科技的進步與電腦的普及而失色。以下僅就媒體比較、學習時間與記憶、內容呈現次序、電腦提供回饋等重點討論。

電腦與其他媒體的比較

其次、初期較多的研究偏重於電腦教學的效能（effectiveness）與效率（efficiency）。許多研究又回到傳統「媒體比較」的陷阱而致力於比較電腦與其他媒體的差異；例如比較電腦或幻燈教學孰優，或是電腦與教師和電腦單獨教學孰優等等。似乎又回到當初電視教學剛出道的情景了。Clark（1984）再次重申媒體比較研究的錯誤並以數據顯示絕大多數的比較研究都是不顯著。

然而、不到一年的時間 Bangert-Drowns & Kulik（1985）綜合了許多中學電腦教學的研究報告，發現電腦教學的效果確實比一般傳統式的教學好，尤其是在1980年後所發展出來的教學軟體。當然 Clark 等學者對於電腦教學比較研究中的軟體設計有不同的看法，他們認為雖然比較

研究用的是相同的主题内容，然而設計電腦教學軟體設計師都是有經驗的教學設計者，而傳統媒體或教師則未必，如此用電腦學習的效果當然較佳。此外，Clark 等人也強調學習者對於教學媒體的新奇性（Novelty）對比較研究有很大的影響。根據動機研究（如 Keller, 1984）顯示學習者對於新奇事物的好奇心與學習動機較強。對於未用過電腦或初用電腦學習的人而言、學習動機會比以傳統教學媒體（如教師或幻燈）學習者高（如果學習者每天都看電視或用電腦學習則新奇性的影響自然會減低）。因此 Clark 等認為若研究内容的設計保持一致且排除新奇因素則媒體比較的差異一定會減低的。

學習時間與記憶

對於經驗效率的研究則較無爭議。大多數的研究結果顯示以電腦媒體學習較以其他媒體省時，亦就是說在相同的時間內，用電腦學習的使用者學習的内容較多（Bright, 1983）延伸而來的問題是如果用電腦學習的内容較多是否也「記」較好呢？關於此問題 Dence（1980）綜合了過去的許多研究（meta-analysis）說明以電腦學習的延長記憶（retention）和傳統學習的延長記憶並無差異。

內容呈現次序

自從 Crowder 提倡分枝教學理論以來，編序教學或電腦教學便不斷地在探討呈現單元與次序關係的問題。分枝理

論主要在強調電腦可針對學習者作背景分析、再根據其需要安排學習内容，路徑或補救學習（此即目前智慧型電腦學習 ICAI 的前身）。根據過去許多研究顯示，有組織的教材呈現順序比隨機呈現的教材有效（Roe, Case & Roe, 1962；李咏吟, 1988）。所以理論上由電腦來決定内容呈現順序較佳。然而，研究使用者控制的理論卻指出賦與學習者較多的控制或選擇權，會讓學習者更「主動」地學習（覺得 I am in control），而不是感覺整個學習都被電腦牽著走。近來由於新型電腦串連功能強，而賦與學習者多少控制能力又成為研究的熱門課題。以筆者淺見，原則上可以學習者需要、學習内容性質、學習者特性作選擇控制設計的指引。若學習内容有層次性，學習者年齡小且接觸電腦少，則以電腦決定權多為佳。反之若學習者僅是作瀏覽或資料蒐集，且對電腦接觸經驗豐富，則賦與較多的控制能力。

電腦提供回饋

電腦教學中回饋一直是研究的重要主題。回饋是指電腦在學習者回答後所回應的訊息。有關回饋的研究主要在於探討回饋的種類、時機、錯誤處理及提升動機等等。

由於電腦可以作即時의回饋，故稍早有許多研究致力於立即回饋（immediate feedback）與延宕回饋（delayed feedback）的比較。White（1968）認為必須立即回饋否則學習者的注意力易分散。Derry & Behnke（1983）的研

究亦顯示立即回饋效果較佳。然而 Roper (1977) 等研究發現延宕回饋對於學習知識的保留記憶效果較佳。

Gaynor (1981) 則建議學習者若已有較佳的知識基礎，則給與延宕回饋，反之則提供立即回饋。這些研究似乎又令人回想起行為心理學家 Skinner 的一系列增強理論研究的結論：認為回饋時機必須視學習內容、記憶型態、學習者特性等情況而定。

此外，Cohen (1985) 又針對結論式回饋（在一個單元結束時回饋）作比較研究，而發現結論式回饋較適合於需長期記憶的學習情況，且對教材內容較熟悉的學習者較有效。Hutchison (1986) 研究文字與影像回饋的效果發現影像回饋的效果較佳，然而 Waters (1982) 卻報導文字回饋較只有圖樣的回饋較佳。Elizur (1987) 則總結性地認為，當學習內容偏重知識技能的傳授，可能以文字或語音回饋較佳，若內容強調態度或觀念立場的建立，則以影像或臉部表情式的回饋為佳。國內亦有學者洪榮昭（民77）針對字意、圖形回饋作詳細研究。另外，對不同學習型態（learning style）的學習者運用回饋的方式也可能不同。Matton (1987) 研究對場地依賴（field-dependency）與場地獨立（field-independent）的學習者回饋比較發現：回饋對於場地依賴且自信心較低的學習者較有效。

二、互動式影碟（IVD, Interactive videodisc）教學媒體的發展

傳統的視聽媒體如錄音帶、幻燈片、電影等，都是順向播放、單向溝通的傳播方式。電腦成為教學上的媒體後，它提供了雙向溝通，立即回饋等功能。十餘年前，由於硬體科技，積體電路的製作技術有了突破，導致了微電腦的誕生（以 1977 年 Apple II 為代表）。微電腦的誕生促成了電腦教學的盛行。然而在訊息符號方面、微電腦僅能呈現簡單的圖像和聲音，無法呈現真實的影像與聲音，加上電腦處理圖形的速度受限，影響學習效果，使得電腦教學未能有呈現影像、聲音、動畫的功能。

1976 年，美國海軍首先將錄影帶與電腦結合，發展出一套互動式影視學習系統。隨後由於科技的進步，裝設有微處理供遙控的雷射影碟放映機推出，電腦便能控制影碟而將大量且清晰的影像與良好的聲音與電腦教材同時呈現。互動式影碟便結合了電視與電腦媒體之優點成為雙向溝通的教學新利器。1977 年 WICAT 公司也由 McGraw-Hill 公司贊助發展出一套個別化的互動式影碟教學系統「The Development of Living Things」。1979 美國 Brigham Young 大學也成功地發展其校區內的影碟與電腦結合的輔助教學軟體。

早期另外一個較著名且被廣泛使用的是心肺甦醒術（CPR, Cardiopulmonary resuscitation）急救影碟模擬學習系統。此套系統是美國心臟協會的 Dr. David Hon 在 1981 年所發展的。學習者藉著模型假人實施急救演練，而電腦分析後，透過影碟以影片語音以及文字指導學習者練習，學習者可以自由地控制影碟畫面進行。練習結束，電腦最後再作檢定測驗，並提供成績與改進意見。

另外，較著名的互動式影碟教學系統是在 1986 由 IBM 贊助 University of Georgia 使用 InfoWindow 系統發展的成人識字軟體 PALS（Principle of the Alphabet Literacy System）。InfoWindow 是 IBM 首次發展成功的觸控式螢幕顯示器（touch screen monitor）。這種顯示器讓學習者用自己的手指按螢幕進行學習，對於初學者有非常大的助益，而 InfoWindow 可以與許多型式 Level I 的影碟機串連作互動式的學習。至於 PALS 軟體也提供了許多使用者控制的裝置，例如單元選擇、播放速度、音量，學習者記錄、以及協助按鈕。PALS 系統另外還提供了教師或指導者編製（authoring）的功能，讓教師可以先設定使用者學習的範圍以及文字、圖形、影像呈現的位置。

1988 年後許多企業界亦相繼投入互動式影碟教學系統的發展，如 Apple 發展的 Nova 生態學習、Voyager 公司重製的國家藝術廊（National Gallery of Art）等皆是。此

段時期的設計多是將大量的靜態影像資料儲放在碟片上，然後運用電腦系提供按鈕、清單或索引讓學習者很容易地選擇自己想讀取的文字、圖形與影像資料。這些近期發展的系統已具備了串連文件與多媒體的基本形態了。

互動式影碟研究與設計的發展

互動式影碟較早期的研究和電腦教學的研究重點相似，仍是以互動式影碟教學與傳統式的教學比較。例如 Woolbridge & Dargan（1983）所作的一系列教育訓練實驗，比較互動式影碟與傳統學習的效果。研究結果顯示以互動式影碟方式學習較以傳統方式的學習效果好百分之二十，且保留記憶（Retention）的效果也較優。此外，學習的時間也減少了。Ebner（1984）也提出類似的報告，聲稱以互動式影碟學習未必學的更多，然學習時間卻較傳統方式減少了百分之三十到三十五。由於研究結果顯示以互動式影碟訓練能減少學習時間並提高學習動機，因此許多教育與工業訓練機構皆投入發展。而其中以發展模擬式的互動式影碟較多。

互動式影碟的發展在硬軟體介面方面亦有許多有趣的研究。在 1985 年左右大多數的互動式影碟系統都是使用兩個顯示螢幕：一個顯示影碟影像、另一個顯示電腦文字或圖形。當時之所以使用兩個顯示器的原因是由於影像顯示或重疊卡非常少而且昂貴。例如著名的 INTER-ACTIVE

NOVA，其互動式影碟軟體就是考量到價格及普及性的問題而採用兩個顯示器學習。然而根據 Nielson (1981) 等人的研究顯示使用兩個顯示器的互動式影碟學習不但令使用者在學習上有不便及困惑（不知何時看那個）、而且這樣的設置常會分散學習者的注意力（有些軟體設計不當、一直將影像停放在螢幕上）。其次、由電腦產生的圖畫或按鈕等控制裝置只能在某一螢幕上）。這就彷彿在學習時看兩本大書或看兩個大投影螢幕似的。目前、由於影像視訊卡的發展迅速，價格已不斷下降，使得多媒體電腦整合系統可以呈現各類型符號於單一螢幕。

自 1986 年 IBM 推出 InfoWindow 觸控式螢幕之後，互動式影碟的使用者控制介面提高，而研究者也多致力於視窗 (window)、螢幕尺寸 (screen size)、螢幕設計 (screen design)、按鈕 (button)、等控制設計的研究。Tombaugh, Wright & Lickorish (1987) 在劍橋大學就針對單一與多視窗 (multiple window) 作了一系列的研究，他們認為當學習內容分類較複雜或需要不同的輔助工具（計算機、量尺等）時，多視窗的學習環境顯然優於單一視窗。其次 Bly & Rosenberg (1986) 針對視窗大小是否固定或可調整也有深入的探討。原則上他們認為對於初學者或很少使用電腦的學習者、視窗大小以固定式較佳，因為過多的控制選擇可能造成認知超載。然對於較具經驗的學習者（因為他們已適應）

則可提供可調視窗供操弄。

另外一個吸引注意的主題便是研究使用者選擇。David Merrill (1980) 將學習者控制區分為內容選擇控制、速度控制、與策略控制。內容選擇控制是指學習者能控制其學習單元的順序，速度控制是學習者可以自己的速度進行學習，策略控制則是指使用者可以選擇是否要看定義、實例、圖畫、大綱等呈現視窗。這些控制都是電腦與互動式影碟提供個別化學習獨特的控制。由於以往的幻燈、錄影帶皆是以直線式 (linear) 呈現訊息，許多學者運用互動式影碟對內容選擇控制作了許多的研究。然而在眾多比較軟體系統控制 (program control) 與學習者自行控制 (learner control) 的研究中並未發現對於學習成就有顯著的差別 (Hannafin, 1984)。然而 Haven (1985) 卻報導在互動式影碟學習方面給與學習者較多的控制能力雖然未能提高學習成效，但對於學習動機與態度卻有很大的助益，同時 Nelson (1988) 的研究也顯示大多數的學習者較喜歡自己有控制選擇的軟體。最近 Perry (1988) 的研究探討 Learner control 與 program control 對學習時間的影響，研究結果顯示以 Learner control 的方式學習較省時。由以上的研究發現，給予學習者對軟體使用上的控制較能提高學習興趣並節省時間，然太多的學習者控制可能會造成其認知上的負荷過重 (Dede, 1988)，故對於「給予某類型學習者多少的控制」應是更多研究努力的

方向。

三、超(串連)文件／超(串連)媒體

(Hypertext/Hypermedia)

超(串連)媒體簡單地說是一個資料組織系統及一種串連式的互動學習環境。在超(串連)媒體的學習環境中，使用者可以類似人類思維串連的方式直接地串連學習各類的資料。理論上，只要是電腦的記憶體和週邊設備的容量夠大，使用者可以串連到「任何」想獲得的資料。

目前超(串連)媒體(hypertext/hypermedia)和多媒體(multimedia)在名詞定義上的區分十分混淆。學術界認為超(串連)文件(hypertext)應專指只文字，文件等串連系統，而hypermedia則是指可串連各類符號的系統。至於hypermedia與multimedia，一般電腦業界認為multimedia是指一種新的呈現方式，就是運用電腦結合其他週邊，如光碟機，影碟機，將各類的符號如文字，圖表，圖畫，動態影像，卡通，動畫，聲音，音樂等呈現在單一螢幕畫面或是個人學習環境中。故以教育訓練的觀點hypermedia應包含了multimedia，因為hypertext/hypermedia教學軟體除了提供使用者自由串連互動的功能外，學習者也可在螢幕上串連出圖片，音樂，文字等資料。理論上，hypermedia似乎是hypertext(串連)與multimedia(多

種媒體)的結和。本文中筆者將不區分hypertext與hypermedia，而視為同一性質之串連系統環境。超(串連)文件／超(串連)媒體系統中有兩個基本的概念就是資訊點(nodes)和連接鏈(links)。

資訊點(Nodes)

資訊點是串連文件中最基本的單位。它可能是幾段的文字、一張圖畫、一段語音、音樂或動態影像等等，至於它到底應包含那些種類的訊息，以及多少訊息、學者們仍有不同的意見。在有些串連文件系統(hypertext system)中，資訊點可能是一頁文字或圖片。在另外的系統中，它卻是以數十頁的文章，一首歌或五分鐘的動畫為單位了。

與傳統直線呈現訊息(如書或電視)不同的是，在串連文件中的資訊點常以一段訊息為單位的型態呈現，而且資訊點彼此是以某種相關的關係連結著。這種相關連的資訊點，可能是某一資訊點的補充說明、圖解、實例等等，它也可能是某一資訊點的語文翻譯或是評論。

Nielson(1990)將資訊點區分為以畫面(frame-based systems)和視窗(window-based systems)兩種型態。畫面型態的資訊點最常見的是蘋果電腦超卡(HyperCard)的形式。它的資訊點是以卡片(cards)的方式呈現，每張卡片的大小相同且存放的資料亦有限。當資料量超過單張卡的容

量、使用者就需跳到下張卡閱讀資料。這種型式的優點是當使用者在搜尋或瀏覽時可以很快地運作、因為它們的形式與按鈕都是類似的。

視窗型態的資訊點則主要是以卷軸(scrolling)的方式呈現資料。在這種呈現方式下、使用者可以在串連文件中串到某一段文件，並按卷軸控制閱覽資料，因此資訊點量的多少也會因使用者的調整不定。這種視窗型呈現的好處是視窗大小可隨使用者的需要調整，而缺點則是串連文件的設計者要控制各資訊點的連結方式並記錄串連途徑和時間了。

關於資訊點的研究，Kreitzberg & Shneiderman (1988) 在 IBM 電腦上運用串連文件 Hypertise 系統研究資訊點的數量多少對學習的影響。他們將同樣的一大篇文獻，設計了兩種數量資訊點的串連文件。一個串連文件是將原文獻再區分為四十六篇文章（每篇四到八十三行不等），另一個串連文件則將原文獻分為五篇文章（每篇一百零四到一百五十行不等）。研究結果顯示參與四十六篇（點多而量少的資訊點）組的學習者比五篇（點少而量多的資訊點）組回答問題的速度快。研究結果固然和早期 Skinner 的塑成(Shaping)理論（區分為小單位完成總目標）謀合，然亦有其他設計 Hypertise 的學者認為主要原因是由於 Hypertise 的串連方式是每次串連都會串到每篇文章的開始，而別的串連文件則可能串到文章中的某一相關段落或關鍵字(related

keyword)，而學習者可能因標題或版面排列的因素較快回答。有鑒於此，亦有學者(Neilson, 1990)建議 Hypertise 串連系統很適合用於單一文獻或主題的串連設計。

連接鏈(Links)

連接鏈是資訊點之間的連接工具、線路或指引。在超(串連)媒體系統中，連接鏈不但具有連接的作用，更具有關連性，將「相關」的資訊點互相串連。連接鏈通常是經由輸入裝置如滑鼠，人的手指，按鍵，或光筆等來運作。它的形成可能是任何的符號，如一個字、標題、圖片、符號、圖形等。在面對一幅螢幕畫面時、學習者可能按(指)了某一個字或圖樣(如牛的耳朵、人戴的帽子)的連接鏈後、電腦便串連到另一個相關的畫面或打開另一個視窗(資訊點)。

許多僅提供文字符號的超(串連)系統在文字中用斜體字或粗黑體字來顯示它是連接鏈，這對於許多學習者造成了困擾、因為不同的學習者可能因過去的學習經驗而誤以為粗黑、斜體或加底線的字生字或強調等功能而未能善用其串連功能。因此學習者如 Evenson (1989) 主張發展一套新的特殊變化如加框字、雙線字、斜線字等作為連接文字專用、以協助學習者易於辨認孰為連接鏈。目前連接多在用於文字符號的串連、許多的串連系統如 Hypertise, Guide, Hyper-Pad 等皆是以文字串連為主而未具備串連多種媒體符號的

功能（主要由於系統中資料的 coding 組織不同），因此未能真正的達到超（串連）媒體的效果。儘管目前在 Apple 電腦上運用 Authorware 及 Amiga 的 UltraCard 編製系統串連各類媒體符號功能優異，然具有串連大量多媒體的編製系統仍待開發與研究。

超（串連）文件／超（串連）媒體的發展

早在 1932 年與 1933 年之間，Bush 便發展出許多關於 Memex 的構想，1945 年以“*As We May Think*”的標題，刊載在 *Atlantic Monthly* 上。根據 Bush 的敘述，Memex 就像是一種機械化的個人文件夾與圖書館，也可說是一個可以儲存個人的圖書、資料、通信的機械裝置，因此它可以提供串連與彈性的諮詢服務。依據 Bush 的構想，Memex 可以藉著一個掃描器讓使用者輸入新的文獻資料。Bush 認為，如果路徑(trails)建立了，使用者或許可以為他們的的朋友們複製一個完整的路徑，放在他們的 Memex 中。然而以現在的技術而言，仍無法完成 Bush，原因之一是我們還無法將一個串連文件的結構中所選定的子系統轉換到另一個串連文件去，尤其是當這兩個串連文件建立在不同系統上的時候更應該如此。

在 1962 年 Dong Engelbart 展開 Augment 研究計劃，嘗試用電腦工具以增加人類的能力與生產力。這個計劃

雖然並非要發展成一個串連文件系統，但它卻俱備了許多串連文件的特色。在 Augment 計劃當中，研究人員將他們所有的報告、回憶錄都存於在一個共享的「文件」(Journal)中，以便於在自己的寫作當中，也能包含其他工作頁項目的索引資料。這個「文件」不久逐漸的成長，而擁有逾十萬個資源點，同時也仍然具備串連文件結構的獨特，可以支持需時效性的工作。

Xanadu 的構想在 1965 年已開始運作，然而 Xanadu 的構想現在未被完全實現，而且 Xanadu 的基本構想乃是做一個書寫資料的儲存庫，而成為一個真正普遍性的超（串連）文件。Nelson 認為串連文件是一種文學的媒介，而任何事物都是相互關連(deeply intertwined)，因此可以在線上組合在一起。如果 Nelson 將全世界的文獻收在一個串連文件系統中的構想能夠被完全實現的話，那麼這項工作顯然就不能靠使用者個人電腦所儲存的資訊來完成了，事實上 Nelson 的 Xanadu 設計的確是根據一個終端(back end)以及區域(local)資料庫的組合，將大部分的使用者使用過的資訊存放在他們的區域電腦中，如此便可以迅速的應付大部分串連文件的檢索。不論使用者是否串連更多的外來資訊，都可由使用者電腦串連到儲存資訊的主機，並經由網路檢索資訊。Xanadu 的另一項設計是 Capability，它的功能就是可以由其他文件去限定(address)任何層次的資料，尋找在

分類儲存的資訊。也就說當需要的時候，Xanadu 可以提供世上的任何一個單獨 byte 的儲存位置。

1960 年代的 Andries Van Dam 在 Brown 大學建立了串連文件系統。1967 年串連文件編輯系統便成為全世界第一個可以運作的串連文件系統。該系統在 IBM/300 的大型電腦佔用了 128K 的記憶體來運作。後來 Houston Man-
ned Spacecraft Center，用來製作阿波羅計劃 (Apollo mission) 的文件資料。第二個串連文件系統 FRESS (File Retrieval and Editing System，檔案檢索與編輯系統)，是於 1968 年在 Brown 大學完成，也是建構在 IBM 的大型電腦上。這些早期的串連文件系統都具有串連到其他文獻資料的基本功能，但是其中大部分的使用者介面都是文字的模
式。

1978 的 Aspen Movie Map 或許可稱為第一個串連媒體系統。Aspen 是種運用在旅遊上的模擬系統，它可以让使用者在電腦的螢幕上進行市區裡的模擬駕駛。Aspen 系統是由一組 Aspen 市區有街道照片的影碟所組成。這個超媒體系統與傳統的資料庫不同，它可藉由圖片的檢索而展現一百四十九條主要的街道，而傳統的資料庫只能串到一組資訊而已。在這個系統中，每一張照片皆可串連到其他相關的
照片，而使用者可看到前方連續出現的影像倒退或是往、左右移動。使用者可以在這個資訊空間內進行模擬駕駛，並藉

著一個搖桿來指示所欲移動的方向，而系統也會自動的尋找及顯示下一個對應的照片。

此外該影碟機可以做到每三十三毫秒顯示一個畫面，相當於以每秒兩百公里的速度駕車在市區穿梭的效果。使用者會逼真的感覺到駕車通過市區，並且可以在任何交叉路口回轉。為了完成一個更好的駕駛模擬，系統也可依使用者的需要來決定以較慢的速度來呈現連續的圖片（限制是不超過每秒兩個畫面，相對速度感則是每秒六十八公里）。如果許多 Aspen 市內的建築物都能被錄在影碟上，此系統或許就能讓使用者在一棟建築物之前停下來，並且「走」進建築物裡去。另一方面，使用者也可以藉著一個「季節旋轉鈕」(season knob) 的控制，來選擇駕駛窗外的季節。

在 Aspen 之後，MIT Architecture Machine Group 建造了更多的訓練系統，利用串連媒體的技術來整合影像與電腦資料，這個計劃被稱為「movie manual」。這裡提到的 movie manual，是可以使用一個觸控式電腦來展示，或者它也可以將影像投射在一個媒體室的牆上。它是以一個汽車的圖片做為內容的目錄，使用者可以指出需要修護的區域。movie manual 還可以藉著混合的影像，註解的文字等來呈現它本身的結構，而且使用者可以改變影像視窗來決定螢幕的畫面。此外，使用者也可以停止、快速、慢速放影或是將影像倒轉。

超（串連）文件／超（串連）媒體的優點

提供任意串連的能力

理論上，只要是電腦的記憶體和週邊設備的容量夠大，使用者可以串連到任何軟體上有的資料。現代科技如電腦、光碟、影碟等媒體的結合能容納成百上千冊的書籍容量，一台能驅動二十片光碟的光碟機可以容納整個中學靜態的課程。在超（串連）媒體的資料組織系統中，學習者可以串連的方式進行資料的搜尋或學習。超（串連）媒體可提供許多資訊來源的連接鍵，讓學習者可以很方便地串連到相關的資料。過去的搜尋資料方式讓使用者可能花上數日的時間致力於書籍資料的翻閱，而如今藉著科技的串連功能，使用者可以在很短的時間內取得想獲得的資料而投注更多的時間，心力於資料的閱讀與組織。

提供呈現各類符號及媒體特性的環境

媒體特性是指媒體傳遞某些特定的視聽訊息、聽覺訊號、視覺訊號、彩色／黑色、動態／靜態等。以往，教學者或簡報者爲了要呈現不同的文字符號（如文字與動畫），可能運用了數種媒體（如書、投影機、電腦等）。這種情況不但呈現者要準備許多不同形態的軟體和會操作不同的器材，而且學習者也得注意不同呈現的螢幕或銀幕。如今超（串連）媒體經由電腦串連影像，音效等週邊後，便可整合性的

提供文字、圖形、影像、動態影像、音樂、語言、動畫、卡通等各類型的符號於單一螢幕上。此外，由於超（串連）媒體能呈現各類符號且提供控制的彈性，使得各種媒體的特性能夠充分發揮。

更充分的使用者控制

在超（串連）媒體的學習環境中，除了以往的內容控制（content control：選擇單元，順序等），策略控制（strategy control：選擇範例，練習，定理等）以外，又加上了各類符號控制的呈現，例如使用者可以：

- 選擇看某一類訊息符號（文字，圖畫，動畫，音樂……）。
- 選擇要不要聽旁白或音樂（亦可調音量）。
- 調整動態符號（video, animation）及其進退速度。
- 選擇只看大綱（outline），通常針對動機高或複習的學習者。

像。

- 選擇較「大」的文字或較大或較小的視窗看圖形或影像。
- 輸入自己的意見（notebook for comment）。
- 運用其他輔助工具如字典，計算機，繪圖或測量工具等。

- 擴縮：螢幕上某定點的放大與縮小。
- 搜尋：即時提供搜尋資料庫中任一畫面或任一定點音

訊的功能。

提供主動的學習環境

在超(串連)媒體的學習環境中，學習者必須時常主動地選擇與作決定，學習者必須自己決定要看那些內容，先看那一個，看多久等等；在每一個螢幕上，學習者也必須自己需要選擇進入或不進入某個按鈕(button)，當學完了這個螢幕畫面之後，學習者仍需決定「去那裡」。所以在超(串連)媒體的學習環境中，學習者被賦與更多的學習「責任」，而提高了有意義學習的機會。

提供容易撰寫的編製系統(Authoring system)

編製系統所作的是連結與編序的工作，將超(串連)媒體各部份的資料訊息整合後呈現。例如它以指令控制各類訊息(文字、圖畫、聲音等)在螢幕的某區位出現，停留多久等等。它與以往multimedia(多媒體)呈現主要的不同之處在於編製系統提供「學習者」更多控制的能力，這種串連各種符號的互動式(交談式)功能需要優良的編製系統才能完成。

其次，過去學電腦的人一定是從BASIC, PASCAL, C等程式語言學起。一般的教育者，教師除非受過專業的訓練，否則很難自己用電腦媒體來編寫教材。在科技迅速發展的今日，許多電腦公司如Apple, IBM, Commodore, NEXT等已發展出許多容易撰寫與修改的編製系統。

超(串連)文件/超(串連)媒體在教學上的問題

初學適應及迷失問題

由於是一種新的學習資料庫，大多數的學習者仍未接觸過這種串連式學習方式，根據Marchionini(1988)的報導，許多第一次接觸超(串連)媒體學習環境的「新手」都有不適應的反應。原因可能是因為在傳統書本媒體使用情況時，學習者很「具體」的知道全書有多厚，現在在第幾頁，如何翻頁，還有多少章等等。然而在超(串連)媒體的電腦螢幕上卻需要藉著按鈕(button)來尋查，初學者會「感覺不到」電腦書有多厚而不習慣。當然上述的問題可以運用圖像導引工具(graphical browsers)、目錄、學習圖(learning map)等輔助設計來幫助學習者，不過對於初學者仍是需要加以教導，他才能瞭解如何使用這些導引和輔助工具。

迷失是超(串連)文件/超(串連)媒體初學者的另一個困擾。初學者在超(串連)媒體環境中遊走，就像處女航的水手，在茫茫大海中弄不清楚方向，不知所措。超(串連)媒體環境中可能有上百成千個資訊點(nodes)相互串連著，初學者很可能不知道「他從那裡來？他將要去那裡？他現在在這作什麼？」這種不知所措的經驗使得初學者覺得沮喪而不願再作嘗試，繼續進行學習。Marchionini(1988)認為這是因為初學者毫無經驗，缺乏一套在超(串連)媒體環

境中尋找資料或學習的策略，而當學習者（他曾用大學生作研究）進入過超（串連）媒體環境而發展出個人的認知架構（schema）後，就能夠游走自如不至因迷失而沮喪了。所以他的研究再次地強調訓練初學者幫助其「發展學習策略」的經驗是十分重要的。

漫無目標的問題

由於超（串連）媒體教學環境是一個豐富的資料庫，這種特性很容易讓學習者「分心」而忘記其原來的目標。我們都有逛街或看展覽的經驗，當商店櫥窗或展覽會場的擺設五花八門，色彩繽紛時，我們常會目不暇接地四處觀望。一轉眼兩小時過去了，原來欲購買或蒐集的資料仍未取得呢（更糟的是買了一堆不需要的）！

在超（串連）媒體軟體中，由於環境「險惡」，學習者很可能會在好奇嘗試地遊中忘記了自己本來學習的目的。所以亦有教學設者建議設計輔助導引，運用人工智慧「偶而」提醒學習者回歸正途（stay in line）。當然在使用者控制度高的超（串連）媒體環境中，學習者應該還是可以關掉（turn off）設計者的唠叨，繼續其執迷不悟地遊盪。

結構與知識整合問題

不論是聽老師上課或是看書，教學訊息內容總是有其呈現的次序。一般人的學習很可能是以書（或老師等）的內容資料為架構經過瞭解與學習再發展出「個人」的知識架構。

然而同樣內容的教學單元，任何兩位教師的教學方式和結構可能不儘相同，而上完同一門課的兩位同學，很可能對於資料的再組織也不同。

在傳統教學環境中，教師必須充分瞭解教學內容，然後經過吸收消化，發展出自己的知識結構，再考量學習者的需要和特性，以學習者可以接受的方式進行教學。在超（串連）媒體的環境中，如果知識組織較嚴緊（內容選擇小，次序一定，串連速度低）則內容方面的彈性已類似書本而學習者的學習亦和上課無異。然而若是將知識組織結構安排的較鬆散（任意串連速度過），則學習很可能成為僅是片斷知識的流覽。在這種環境中，如因學習者可能無法自己再將學習過的資料，組織整合為自己的知識（對於年幼或組織力未成熟的學習會更困難）。

因此在設計超（串連）媒體教學軟體時，教學設計者在決定知識結構的嚴密或鬆散度上目前仍極待研究提供學理上的支持。許多設計者提出在較鬆散的超（串連）媒體環境中提供每一單元（畫面）相關的目錄（content listing），學習圖（lesson map），或其他的前導架構（advance organizer）於輔助視窗中（help window），來幫助學習者建立知識結構（如果學習者需要的話）。

認知負荷的問題

近幾年的超（串連）媒體研究初步顯示出「太過自由」

的問題。一個自由（組織鬆，選擇多）的教學環境可能對於「某些」學習者十分有利，然對另一羣學習者卻造成極大的學習困擾與不安（Marchionini & Schneiderman, 1988）。根據 Dede (1988) 的報導，認知負荷過重（cognitive overload）是許多初學習者皆有發生的現象。傳統的教室及書本教材學習中，學習者較被動地跟隨教師或教材的流程進行學習，而在超（串連）媒體環境中，卻需要不斷的作選擇來決定自己的學習流程路徑。在組織結構鬆的超（串連）文件中幾乎每一個畫面學習者都必須決定下一個畫面要看甚麼。不斷的選擇決定使得學習者在認知上有更重的負荷，許多學習者在這種任意串連的環境中就有迷失方向、不能掌握學習目標、智能失調等學習困擾情況發生。

年齡的問題

Jonassen (1987) 建議在設計超（串連）媒體教學軟體時，應注意到學習者「個別差異」的問題。組織力較弱的學習者可能無法勝任在任意串連式環境中發展自己的學習路徑，並建立「自己的」認知結構而不會有迷失和混亂的困擾。此外年齡大小亦和組織能力有很大的關聯。Jonassen 認為超（串連）文件學習環境並不適合於各年齡層的學習者，尤其是低結構自由度高的超（串連）媒體環境。在這樣的環境中，學習者必須常常作「選擇」，選擇要看內容、畫面等等，而年幼的學習者（學前或小學低年級）會因成熟度

不足而常「作錯」選擇。

在超（串連）媒體環境中，若是教材組織彈性大，可以任意串連的自由度高，則學習者不但需要作許多的決定，並且在認知上必須要具備歸納推理的能力才能在串連學習過程中建立自己的知識結構。在片斷的資料中，組織各類訊息作有意義的學習。若缺乏歸納組合的能力，則學習者僅能獲得鬆散的資料。

學前兒童以及初入學的兒童，他們能在所理解的事物現象的範圍內，確定某一事物或現象的某種聯繫或性質，如果要求兒童從許多類似個別事物或現象的情形，運用歸納方法，找出其中的一般規律，他們常常不能抓住本質，實現從個別到一般的歸納。歸納推理和演繹推理在整個推理思維中常是互相聯繫的。兒童要學會從許多個別事實中歸納出一般規律和結論；同時，又要學用所掌握的規律去解釋其它類似的情況，所以只有當兒童的思維中歸納推理和演繹推理處於有機統一時，他們才算真正有了抽象思維能力。所以，年幼的兒童並不適合在非常鬆散的超（串連）文件環境中學習。

至於青少年學習者，若以國中二年的學習者為例，理論上他們已具備形式邏輯思維的能力，然未達成熟穩定階段，故參與「自由串連度高」的學習也很可能有認知負荷過重及組織所學困難的現象。

學習者控制的問題

一般教學理念多支持學習者應由被動的接收者變為主動的參與學習，所以在超（串連）媒體的學習環境中多給與學習者較充分的控制能力。理論上，當學習者被賦予較多的選擇自由時，學習應該是更有趣和有意義。然事實上，許多研究發現給與學習者較多的控制能力並未提高學習效果，而甚至有降低的可能。有不少研究比較教師指導學習和電腦（學習者自己控制）學習的成效，發現給與學習者更多的控制自由反而使其不知如何選擇。問題可能在於學習者對自己的程度和需要並不清楚而常作「錯」決定。許多只要「少量」的學習，使用者卻花了許多時間。所以，在設計超（串連）媒體軟體時，必須更多地瞭解使用者的學習能力，年齡，學習形態再作決定給予其控制能力的「多少」。

一般原則是提供年齡長的學習者較多的控制可能。因為年幼的學習者面對許多的選擇和控制很可能只是玩弄或是困惑，這種情形好像把一個多功能的遙控器交在一個三歲男孩中一樣，他不知道這幾個按鈕是作什麼用的，他只想每一個鈕都按一下（許多不成熟的成年人也是如此）。

其次對於目標導向（self-directive），學習能力強或組織性強的學習者可以提供較多的控制。缺乏目標導向及組織性較弱的學習者在面對許多控制選擇時易造成認知負荷過重，失去方向目標而無法進行有意義的學習。

結論

縱覽以上之發展便會發現教學受科技的發展影響至鉅而科技的發明與進步也帶給教學界更多的突破及刺激。從電腦教學到超（串連）媒體，科技結合了媒體特性、互動、個別、串連能力等教學策略與功能，軟體的控制能力也更多地轉移到學習者身上。教學工作者需要更多地瞭解新教學工具的發展及我們的學習者以不斷地革新教學。

西文參考書目

- Banger-Drowns, R.L., J.A. Kulik, and C.C. Kuluk(1985). Effectiveness of computer-based education in secondary schools. *Journal of Computer-Based Instruction*, 12(3), 59-68.
- Bly, S., & Rosenberg, J.(1980). A comparison of tiled and overlapping windows. *ACM SIGCHI Proceedings*, Boston, MASS.
- Bright, G.W.(1983). Explaining the efficiency of computer-assisted instruction. *AEDS Journal*, 16 (3), 144-153.
- Brown, J.W., Lewis, R.B., & Harcleroad, F.F.(1983). *AV instruction: Technology, media, and methods*.

New York: McGraw-Hill.

Bush, V.(1967). Memex revisited. In V. Bush(Ed.), *Science is not Enough*. William Morrow and Co.

Canter, D., River, R. & Storrs, G.(1985). Characterizing user navigation through complex data structure. *Behavior and Information Technology*, 4 (2) , 93-102.

Clark, R.E.(1984). Learning from computers: Theoretical problems. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, Miss.

Clark, R.E.(1984). Research on student thought processes during computer based instruction. *Journal of Instructional Development*, 7(3), 2-5.

Cohen, V.B.(1985). A Reexamination of feedback in computer-based instruction: Implications for instructional design. *Educational Technology*, 6, 33-37.

Crowder, N.A.(1960). Automatic tutoring by intrinsic programming. In A.A. Lumsdaine & R. Glaser (Eds.), *Teaching Machines and Programmed Learning*. Washing, D.C.: National Education Association.

Dede, C.(1988). The role of hypertext in transforming information into knowledge. Paper presented at the annual meeting of NECC, Dallas, TX.

Dence, M.(1980). Toward defining the role of CAI: A review. *Educational Technology*, 20(1), 50-54.

Derry, S.J., & Behnke, R.R.(1983). Instantaneous feedback in the teaching and learning laboratory. *Educational Technology*, 7, 28-30.

Ebner, Donald G.(1984). Videodiscs can improve instructional efficiency. *Instructional Innovator*, 29(6), 26-28.

Elizur, D.(1987). Effect of feedback on verbal and non-verbal courtesy in a bank setting. *Applied Psychology: An International Review*, 36(2), 147-156.

Engelbart, D.(1988). The augmented knowledge workshop. In A. Goldberg(Ed.), *A History of Personal Workstations*(pp. 14-17). Addison-Wesley.

Evenson, S.(1989). Towards a design language for representing hypermedia cues. Proceedings of ACM Hypertext'89 Conference(pp.83-92), Pittsburgh, PA.

Gaynor, P.(1981). The effect of feedback delay on re-

- tion of computer-based mathematical material. *Journal of Computer-Based Instruction*, 8, 28-34.
- Hannafin, M.J.(1984). Guidelines for using locus of instructional control in the design of computer-assisted instruction. *Journal of Instructional Development*, 7(3), 6-10.
- Hazen, M.(1985). Instructional software design principles. *Educational Technology*, 11, 18-23.
- Hutchison, K.C.(1986). Graphic and verbal/numeric feedback in computer-assisted instruction. Unpublished doctoral dissertation, The University of Iowa.
- Jonassen, D.H.(1986). Hypertext principles for text and courseware design. *Educational Psychologist*, 21(4), 269-292.
- Jonassen, D.H.(1989). *Hypertext/hypermedia*. Englewood cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Keller, J.M.(1983). Motivational design of instruction. In *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Association.
- Kreitzberg, C.B., & Shneiderman, B.(1988). Restructuring knowledge for an electronic encyclopedia. Proceedings of International Ergonomics Association 10th Congress Sydney, (pp. 615-620), Australia.
- Larson, J.A.(1986). A visual approach to browsing in database environment. *Computer*, 7, 62-71.
- Marchionini, G.(1988). Hypermedia and learning: Freedom and chaos. *Educational Technology*, 28 (1), 8-12.
- Marchionini, G., & Shneiderman, B.(1988). Finding facts vs. browsing knowledge in hypertext systems. *IEEE Computer*, 21(1), 70-80.
- Matton, J.S.(1987). Principles of feedback and related variables in computer-assisted instruction. Proceedings of the 29th Association for the development of Computer-Based Instructional Systems Conference (pp 253-55), Oakland, CA.
- McAleese, R.(1989). *Hypertext: Theory into practice*. New Jersey: Ablex.
- Merrill, M.D.(1980). Learner control in computer-based learning. *Computers and Education*, 4, 77-95.
- Nelson, T.(1981). *Literary Machines*. Swathmore, PA:

Author.

- Nelson, T.(1988). Unifying tomorrow's hypermedia. Proceedings of Online Information'88 meeting, London, U.K.
- Neuhauser, J.J.(1977). A necessary redirection for certain educational technologies. *Computers and Education*, 1(4), 187-192.
- Nielsen, J.(1990). *Hypertext and hypermedia*. San Diego: Academic Press.
- Perry, M.A.(1988). Control of instruction and feedback in interactive video instruction for gifted students. Unpublished doctoral dissertation, University of South Florida.
- Rob, K.V., Case, H.W., & Roe, A.(1962).Scrambled versus ordered sequencing in auto instructional programs. *Journal of Educational Psychology*, 53, 101-104.
- Roper, W.J.(1977). Feedback in computer-assisted instruction. *Programmed Learning and Educational Technology*, 14, 43-49.
- Shneiderman, B., & Kearsley, G.(1989). *Hypertext hands-on*. New York: Addison-Wesley.
- Shneiderman, B.(1987). User interface design and evaluation for an electronic encyclopedia, in Salvendy, G. *Cognitive Engineering in the Design of Human-Computer Interaction and Expert Systems*. Elsevier Science Pub.
- Skinner, B.F.(1954). The science of learning and the art of teaching. *Harvard Educational Review*, 24, 86 - 97.
- Slack, C.W.(1981). Who is the educational technologist?-and where is he? *The educational technology reviews series*. New Jersey: Englewood Cliff.
- Tombaughm J., Lickorish, A., & Wright, P.(1987). Multi-window displays for readers of lengthy texts. *International Journal of Man-Machine Studies*, 26, 597-615.
- Watters, W.W. (1982). Occtalk: Feedback theory. *Journal of Employment Counseling*, 4, 185-187.
- White, K.(1968). Delay of test information feedback and learning in conventional classroom. *Psychology in Schools*, 5, 78-81.
- Wooldridge, D. & Dargan, T.(1983). Linear vs. interactive videotape training. *International Television*, 8,

中文參考書目

- 李世忠·(民78)·何以用電腦來教學·教育資料與圖書館學，26(3)，159—267頁。
- 李世忠·(民80)·電腦教學：個別化設計，教育資料與圖書館學，27(3)，323—329頁。
- 李世忠·(民80)·教學需要、媒體、方法與呈現設計的配合運用·書香，5，6—14頁。
- 李世忠·(民80)·Hypermedia 教學潛力的探討·視聽教育雙月刊，32(6)，7—20頁。
- 李宗薇·(民80)·教學媒體與教育工學·台北：師大書苑。
- 李咏吟·(民74)·教學原理·台北：遠流出版社。
- 林寶山·(民77)·教學原理·台北：五南圖書出版公司。
- 邱貴發·(民80)·電腦碟片書：學習媒體的新趨勢·台灣教育，487期，22—31頁。
- 洪榮昭·(民77)·電腦輔助教學之回饋處理·台北：師大書苑。
- 探訪多媒體的萬象世界·微電腦傳真雜誌，10卷(民80年2月)，2期，68—72頁。
- 歡迎進入聲光世界——認識多媒體·電腦世界雜誌，21期

(民79年7月)，23—26頁。
多媒體的現況與展望·電腦世界雜誌，21期(民79年7月)，32—33頁。

