

數位教材之音訊對學生學習成效之影響

The effect of audio in e-learning content on students' learning effectiveness

蔡俊彥¹ 施文玲² 李春雄³ 謝文翔⁴

摘要

本研究以 ADDIE 教學設計模式為基礎來開發出數位教材做為實驗工具，並上傳至符合 SCORM 標準的學習管理平台，提供學生輔助學習的環境。以準實驗研究法探討包含音訊之數位教材的使用對學生學習成效的影響。研究對象為 60 位大學生。實驗組為動畫教材加上旁白，而對照組僅為動畫教材。並以資料結構課程中某一單元為實驗內容。研究結果顯示，實驗組的學習成效優於對照組，即包含音訊之數位教材有助於學生的學習，實驗建議供後續數位學習研究者及教材設計者參考。

關鍵字：音訊、注意力、數位學習、ADDIE 教學設計模式、SCORM

ABSTRACT

The purpose of this study was to use the ADDIE instructional design model to develop an e-Learning content as instrument. The content was uploaded to the SCORM standard learning management platform to provide student the computer-assisted learning environment. Quasi-experimental method was conducted to explore the effect of the audio in e-Learning content on the students' learning effectiveness. The samples were 60 university students. The experimental group learned with audio narration and animation content, while the control group only learned with animation content. The instrument was a chapter in the data structures course. The results showed that the learning effectiveness of the experimental group was better than that of control group. This indicates the audio in the e-Learning content could promote students' learning effectiveness. The suggestions for the future e-learning researchers and designers were also proposed.

Keywords: Audio、concentration、e-Learning、ADDIE、SCORM

¹ 作者為正修科技大學資訊管理系助理教授，Email:cytsai@csu.edu.tw

² 作者為正修科技大學企業管理系助理教授，Email:wenling0125@gmail.com

³ 作者為正修科技大學資訊管理系助理教授，Email:leech@csu.edu.tw

⁴ 作者為正修科技大學資訊管理系研究生，Email:allover98@hotmail.com



1. 前言

1.1. 研究背景與動機

書本是獲得知識最主要的來源，而閱讀則是獲得知識的主要學習歷程。但是，隨著資訊科技的進步，電腦網路的普及，在網路上閱讀也漸漸取代了書本閱讀的習慣，因此，透過網路來進行「教學」與「學習」已經被視為e世代的學習型態，並且也是目前全世界之潮流與趨勢。換言之，透過e化工具來進行學習的模式，就稱為數位學習(e-Learning)。利用網路的數位學習越來越普及，不管是在產業界或學術界，都逐一開發了網路學習平台(learning management system, LMS)，而在2000年，由美國國防部研究機構(Advanced Distribution Learning Initiative, ADL)所提出的SCORM標準，更成為了在開發網路學習平台時，廣為大眾所遵從的準則。因此，符合SCORM標準的學習平台，依不同需求而開發不同功能的也越來越多，但是，反觀教材內容方面卻極度缺乏，因此本研究以ADDIE(analysis, design, development, implementation, and evaluation)教學設計模式為基礎，也就是以「需求與分析、教學策略設計、教案與教材設計發展、教材設計實作、教學評鑑」五階段來開發多元教材內容。

不同教材內容的多媒體有可能造成不同的學習結果，從過去的文獻中，許多學者在數位學習的相關研究中，提出各種方法，來探討學生學習的成果，其中有自行設計教材的文獻當中(唐曉玲、陳立杰，2007；吳瑞源、吳慧敏，2008)，教材的設計都偏向多媒體呈現，如動畫教材、影音教材等。依據訊息處理模式的相關理論中，人類主要在處理資訊的系統有兩類：一是語音迴路系統，一是視覺空間掃描系統(Baddeley, 1999)，顧名思義，語音迴路系統就是負責聽覺的資訊，而視覺空間掃描系統則處理視覺資訊。不論是聽覺或是視覺的資訊，都是屬於外部的感官刺激，並且會影響學生的學習注意力，進而影響學習成效。純文字的學習環境需花費較多的心力進行學習，而結合視覺與聽覺的教學媒體能減少學習認知上的負擔，且較易吸引學習者的注意力及增加學習效

率。多媒體在教育上最大的成效為可同時提供多種媒體的傳達方式，並給予學生多重的感官刺激及在學習中能擁有較為集中、持久的注意力(Jonassen, 1996)。

從文獻中得知視覺與聽覺都會影響學生學習成效，但很多文獻並非只單純探討視覺或聽覺所造成的影響，而會加入其他外部因素來共同探討，但也可能存在某些交互作用，對結果也會有影響，因此本研究利用多媒體教材有無音訊的差異，研究此差異對學生學習成效的影響，也就是說視覺方面都是給予相同的內容，有差異的，只有音訊的部分。並以準實驗研究法的方式，也就是以前後測的成績作為判斷實驗結果的依據。

1.2. 研究問題

基於上述之研究動機，本研究的問題為：有無使用音訊之數位教材對學生學習成效是否有影響？

2. 文獻探討

本研究欲開發可用於符合SCORM平台的教材並探討學生使用不同教材對學習成效有何影響，因此針對以下相關文獻進行探討。

2.1. 多媒體學習的認知理論

基於認知負荷理論，為了要降低認知負荷的影響，有學者依據認知理論與實證研究提出多媒體學習的認知理論，以下對於此理論進行探討。Mayer(2001)將多媒體學習定義為文字(words)和圖像(pictures)學習，因此多媒體學習可稱為雙碼學習(dual-code learning)或雙管道學習(dual-channel learning)，也就是多媒體教材以文字和圖像二種方式呈現。Mayer整合其他學者的論點提出三種假設：(1)雙重管道：人類擁有處理視覺訊息及聽覺訊息的不同管道，(2)有限容量：人類在每一個管道中，一次所能處理的訊息量是有限的，(3)主動處理：人類藉由注意相關訊息、被選擇的訊息成一致的心理表徵，並且和其它知識整合來進行主動學習(Mayer, 2001; Mayer & Moreno, 2003)。Mayer提出多媒體學習的認知理論模型如圖1所示：



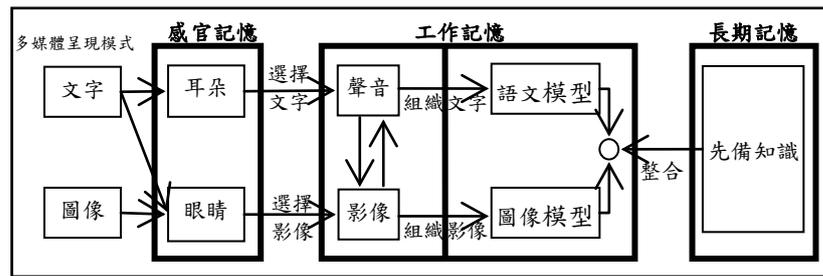


圖1：多媒體學習認知模型(Mayer, 2001)

在圖1中，三個黑色粗框分別代表，感官記憶、工作記憶及長期記憶。Mayer所提出的多媒體學習以文字和圖像分別經由眼睛與耳朵接收而進入感官記憶，感官記憶是分為視覺感官記憶與聽覺感官記憶，視覺感官記憶會短暫地存放如文字、圖像等視覺影像；而聽覺感官記憶則是短暫的存放如旁白、聲音等聽覺影像。

接下來進入工作記憶，工作記憶是短期記憶概念下的延伸，在工作記憶的左半邊代表的是經由眼睛與耳朵接收的視覺影像和聽覺影像，在工作記憶中影像與聲音的訊息經過反覆的作用、組織下會建構出圖像心智模型與語文心智模型，這兩種模型是彼此互相連結轉換的。也就是說，當你聽到有人說了一個字「貓」，雖然你並沒有看到貓，但卻會藉由「貓」這的字聯想到貓的圖像，這就是心智模型的轉換，反之，也是相同。

最後長期記憶，長期記憶是人類知識的倉庫，裡面存放著大量的知識，但要利用這些長期記憶的知識時，必須要與工作記憶的圖像模型和語文模型相互整合，才能主動思考。因此，從多媒體學習的認知模型看，多媒體的學習效率受學習者能否有效整合來自外在語文訊息和影像訊息，並和長期記憶的知識結合，產生可理解及有意義的知識(吳瑞源、吳慧敏，2008)。

另外，根據多媒體認知理論與認知模型，Mayer等學者對多媒體教材的設計提出了九項設計原則，分別是：多媒體原則(multimedia principle)、空間接近原則(spatial contiguity principle)、時間接近原則(temporal contiguity principle)、形式原則(modality principle)、多餘原則(redundancy principle)、分割原則(segmentation principle)、連慣性原則(coherence principle)、個別差異原則(individual differences principle)、信號原則(signaling principle)，其中與本研究之多媒體教材設計相關的有：多媒體原則(multimedia principle)、

形式原則(modality principle)、多餘原則(redundancy principle)、分割原則(segmentation principle)四個原則，說明如下：

- (1)多媒體原則(multimedia principle)：根據Mayer(2001)所敘述之多媒體原則的定義為「學生從文字及圖片當中所學習的效果比單獨文字學習的效果好，因為當文字及圖片一起呈現時，學生才有機會去建構語文及圖像的心智模式並進一步建構兩種心智模式之間的關聯。」這點與多媒體學習的認知理論所提到的「雙碼學習」相互呼應，因此圖片與文字一起呈現有助於記憶與理解。
- (2)形式原則(modality principle)：根據Mayer(2001)對形式原則的定義為「學生可從動畫搭配口語表達文字中得到比動畫搭配視覺文字較佳的學習成果，亦即學生在多媒體訊息中的文字以口語表達呈現時比以視覺文字有較好的學習結果。」因為文字、圖片及動畫皆是利用視覺管道來呈現，就如多媒體學習的認知理論中所提到的「有限容量」指出，人類利用視覺或聽覺管道來處理訊息的容量是有限的，所以太多相同類型的訊息容易造成認知超荷，因此應當平衡視覺與聽覺接收訊息量。
- (3)多餘原則(redundancy principle)：根據Mayer(2001)對多餘原則的定義為「學生在動畫搭配口語表達文字的多媒體呈現得到的學習結果比在動畫同時搭配口語表達文字及視覺文字的多媒體呈現得到的學習結果佳。」也就是說，動畫教材在呈現時，其動畫與字幕同屬於視覺訊息，而旁白為聽覺訊息，如果動畫與字幕同時出現，會造成視覺的認知資源競爭，在連續播放狀態的動畫呈現中，學習者可能會來不及處理所有的視覺訊息，因此而降低學習效果。所以動畫教材刪除非必要或非相關的重複訊息可以減少



認知負荷及學習干擾。

(4)分割原則(segmentation principle)：根據Mayer(2001)對分割原則的定義為「當多媒體教材被分割成數個小片段時，學習者能夠從每一個片段中選擇文字及影像，並且有時間及能力去組織及整合被選擇的文字及影像，再進入下一片段；相反的，如果多媒體教材是用連續播放的方式呈現，學習者即便能夠在第一個片段中能有時間及能力去組織及整合被選擇的文字及影像，但在連續播放的下一個片段的後續內容開始呈現時，將會來不及去組織及整合被選擇的文字及影像，造成認知負荷及降低學習效果。

從上述文獻得知多媒體教材設計的呈現方式也偏向圖像與聲音兩種管道，並依據多媒體設計原則，再藉由適當的媒體組合增加對訊息整合的有效性及降低認知負荷，根據吳瑞源、吳慧敏(2008)的研究證實了這種模式的教材設計是能有效提升學習效率，而本研究所設計的教材也是根據此理論為基礎來設計的。

2.2. 注意力與記憶力

依據鄭昭明(1993)及各研究學者對注意力與記憶力的探討，整理出以下關於注意力的理論與說法：

- (1)過濾論：Broadbent(1958)將注意力構想為一個有選擇性的過濾器，當感覺器官接收到刺激時，注意力會將不需要的刺激攔住，只傳送特別需要的訊息進入意識中。換言之，就是注意力只接受需要的訊息，而不需要的則排除。
- (2)減弱理論：由Treisman(1960)證實，並認為注意力並非只接受需要的訊息，而排除不需要的。即便是不需要的訊息，它也會停留在一個不完全或減弱的處理狀態，以便在特殊需求下也能夠擷取出重要的訊息。上述兩種理論又稱為「早期選擇」理論，也就是指注意的選擇是發生在訊息處理之前，換言之，就是在接受刺激時就發生的注意行為，但並沒有經過辨識、組織，因此便不能進入記憶系統來保存。

(3)「後期選擇」理論就因應而生，支持此理論以Neely(1977)、Shiffrin與Pisoni(1974)等學者為代表，此理論認為訊息處理是沒有選擇性的，接受刺激時，即便是同時出現的訊息，也能夠自動的分析以達到辨識效果，注意的行為並不會發生在這一階段，而是在經過辨識之後才會有注意的發生。

注意力與學習的關係是非常密切的，沒有注意就沒有辨識、學習與記憶(鄭昭明，2006)。藉此知道注意力與記憶也是密切關係的，而在認知心理學中提到注意力是一種有限的資源，資源的分配會影響活動表現的成效。葉素玲(1999)認為，內在心理資源是否有限關係著注意力存在的必要性。如果資源是無窮盡的，那注意力就沒有存在的必要，但事實上，人的心理資源是有限的，因此注意力的有效分配就顯得相當重要。

心理學者William James 對「注意」的主張，認為注意的關鍵，是「犧牲某些事物的處理，以便能有效的處理其他的事物」(鄭昭明，2006)。因此鄭昭明(2006)主張，人們要有學習效果，就必先「注意」某一件事，所以，注意力是學習的第一個重要因素。假若學習者「視而不見、充耳不聞」，漏掉了外界傳遞的訊息，學習的效果必定大打折扣(鄭麗玉，2006)。因此，注意、接受外部刺激的訊息，是有效學習的先決條件。人類的學習，全賴感覺器官接受外在的刺激，然而外在的刺激經常很快出現之後便消失了。但藉由短期記憶的作用，使得這些感覺接受器仍能保持這些刺激訊息到一段短暫的時間，人類大腦可進一步分析其意義(顏永森、胡學誠、柯天盛，2011)。

由上述注意力的文獻得知，注意力對學習的重要性，並且在注意某一訊息時，會經過辨識、學習，進而儲存至記憶系統，因此對於記憶力的相關文獻整理出以下論點：

記憶的結構大致分為三個階段：感官記憶、短期記憶、長期記憶(林建煌，2002)，感官記憶將未辨識的訊息，經過辨識、處理，再傳送到短期記憶，在短期記憶中進行有意義的處理，也就是訊息的編碼及複誦，最後儲存在長期記憶中，如圖2所示。

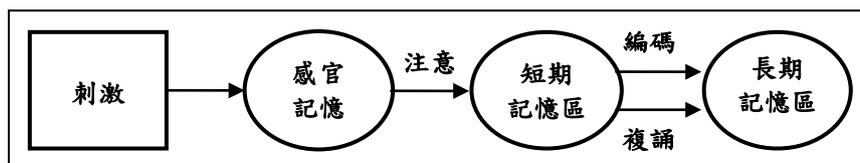


圖2：記憶的運作模式(林建煌，2002)



而記憶的類型則可分為視覺記憶、聽覺記憶及運動感覺記憶，一般人很少會用單一的記憶方法，通常都是用混合式的記憶方法(張晨，1995；吳幸宜，1993)。

- (1) 視覺記憶：指藉助視覺來記憶事物，而人的記憶有70~80%是視覺性的，因此在資訊或廣告記憶的準確性和持久性，都是以視覺記憶為最好(Stewart & Punj, 1998)。此外，Schmitt, Pan, 與 Tavassoli(1994)的研究發現，中文的說與讀仰賴視覺編碼，因此閱讀中文須要依靠視覺記憶來處理及記憶資訊。
- (2) 聽覺記憶：指藉助聽覺來記憶事物，如節奏感、旋律感、音感等聽覺知覺主導的記憶過程。相同的，在Schmit等(1994)的研究發現，英文屬於字母文字系統，因此閱讀英文主要以語音的方式來處理及記憶資訊。
- (3) 運動感覺記憶：透過實際操作來記憶事物。從上述文獻中，我們可以得知人類的學習，

必須透過感覺器官(視覺、聽覺)接收外部刺激，同時須要「注意」這些外部刺激，否則學習效果將會大幅降低。並且受到「注意」的訊息，會經過辨識、處理而轉換成短期記憶，最後經過不斷的編碼及複誦，得以儲存在長期記憶中。因此本研究以多媒體教材的音訊部分的刺激來判斷對學習成效的影響，但本研究並沒有針對「注意力」的程度去做研究，而是依結果假設是否有造成「注意」這一事實。

2.3. ADDIE教學設計模式

ADDIE(analysis, design, development, implementation, and evaluation)教學設計模式(Gagne, Wager, Golas, & Keller, 2005)首先要分析學習者的需求，再建構系統化的教學內容，並配合適當的教學方法，再將教材內容的知識傳達給學習者，使學習者的學習效果達到最佳狀態，如圖3所示：

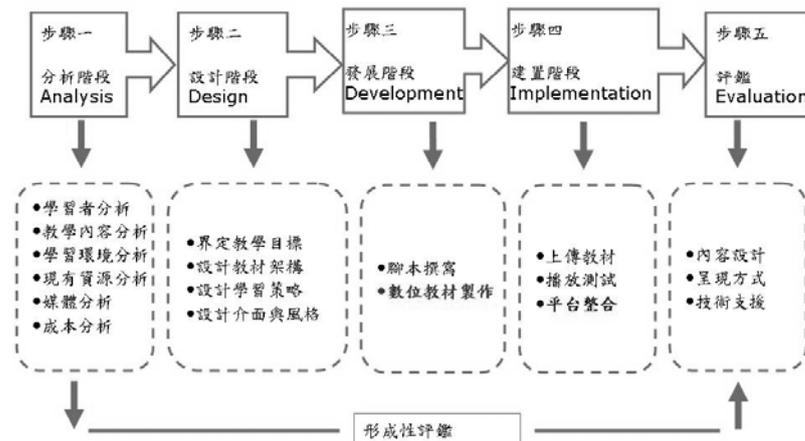


圖3：ADDIE 數位教材設計模式

以下簡單說明五個階段：

- (1) 分析(analysis)：為需求分析，分析的重點就是，要給誰用(對象分析)?內容為何(內容分析)?用在哪裡(環境分析)?用什麼做(設備分析)?要花多少時間、金錢(成本分析)?
- (2) 設計(design)：依需求分析來設計教材內容，如教材的介面(外觀)、功能，教材學習方式。
- (3) 開發(development)：劇本(腳本)的編寫，讓實際開發教材時有個依據，避免不必要的錯誤或不如預期的教材內容。
- (4) 建置(implementation)：將教材建置到網路學

習平台內，本研究將教材以Reload SCORM 這套軟體壓縮成教材包，如此便能上傳至任何符合SCORM標準的學習平台上，進而解壓縮成教材內容而開始學習。

- (5) 評鑑(evaluation)：可藉由產業界或教育界的專家進行評估，也可藉由學習者問卷中蒐集學習者的意見，並找出問題點及改善。

3. 研究方法

本研究是以ADDIE的程序自行開發教材，並將教材建置到符合SCORM的學習平台上，提供學



生使用，本研究是採取準實驗研究法，依據前測成績，將學生分為二組，分別為實驗組與對照組，二組施行不同的教材組合，也就是依教材音訊的有無，最後再進行後測，來瞭解對學習成效的影響。

3.1. 研究架構

依據多媒體認知理論，Mayer(2001)所提出的雙碼理論，也就是多媒體教材以文字和圖像呈現。在多媒體的學習中，語文模式與圖像模式這兩種管道的整合可以有效影響學生學習成效，並依據Mayer與其他學者提出的論點中提到：人類在處理訊息時，會利用聽覺與視覺兩個管道，這是屬於感官記憶。鄭昭明(2006)也提到人類的學習，全賴感覺器官接受外在的刺激，也就是聽覺與視覺，感官記憶屬於短期記憶，但也是進入長期記憶的第一步，是非常重要的環；另外Mayer與其他學者也提到一點：人類藉由「注意」相關訊

息，並且和其他知識整合來進行主動學習(Mayer, 2001; Mayer & Moreno, 2003)。因此，人類要有效的、主動的學習，必須從「注意」某一訊息開始，與鄭昭明(2006)提到的：「注意力與學習的關係是非常密切的，沒有「注意」就沒有辨識、學習與記憶」不謀而合。因此本研究認為聽覺訊息與視覺訊息的接收，都多少會引發「注意」這一行為，但聽覺與視覺對學生造成的「注意力」的程度並不在本研究範圍中，所以僅以探討教材有無音訊對學習成效的影響。

因此依據研究目的及文獻的探討，本研究以準實驗研究法提出研究架構，自變項為教材組合，當中實驗組為「動畫教材+音訊」，對照組僅呈現「動畫教材」，依變項為學習成效，架構圖如圖4所示。其他的控制變項如授課教師、學生及授課內容，皆保持相同。

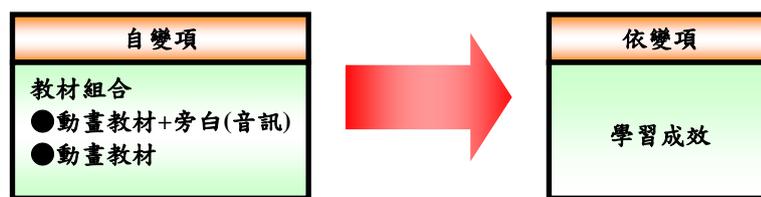


圖4：研究架構圖

3.2. 研究對象

本研究的研究對象是南部某科技大學資管系進修部二年級兩班的學生，扣除時常缺席或者資料收集不全之樣本，正式實驗樣本為每班各30人，在給予學生使用教材之前，先根據學生上一學期的計算機概論的學期分數做為前測成績，再將學生分成實驗組與對照組，其目的在於兩個組別的學業程度是相近的，實驗組給予動畫教材+旁白(音訊)；而對照組給予動畫教材。實驗期間為一週，並給予不同型式的教材，每次給予40分鐘的時間進行閱讀教材。最後再以20分鐘進行後測，以做為分析影響學習成效的依據。

3.3. 研究工具

本研究所用的工具：一為「資料結構評量」，為評估學習成效的試卷，做為教學實驗效果的評估工具。另一為「數位教材」，提供多媒體動畫教材搭配網路平台的網路學習模式，教材之設計是透過ADDIE教學設計模式，來評估多項環節，所設計的動畫教材。並依教材內容的多寡再做切割，

以適合在每次實驗時間內所需的內容量。實驗內容皆以資料結構教科書之內容為主，搭配教師所撰寫的腳本，設計出情境動畫教材。設計完成的內容經過3位專業領域的專家認可其內容的可用性及正確性。

3.3.1. 資料結構評量

本研究的測驗題是由研究者自行編製，且為播放教材的內容中有提及的概念。編製原則依照Mayer(2001)所提：學習目標分為記憶與理解，記憶是由保留測驗取得對於呈現教材再製與再認的能力；理解則由遷移測驗反映學習者將所學應用於新情境的能力。

測驗的題目均為選擇題，題目包含記憶與理解二部份，記憶部分6題，理解部份4題，共10題，每題10分，總分為100。測驗題目編製後，經過專家的審查及修正以達達專家效度。此試卷並透過信度分析，內部一致性信度Cronbach's α 值為0.77，表示有相當的信度。



3.3.2. 數位教材

首先，介紹教材的基本功能，本研究教材的播放模式分為兩種：一種是自動播放模式，也就是讓教材內容從頭到尾播放一次，如圖5所示，但這個設計並不符合Mayer(2001)所提出的分割原則，由於某些單元的內容本身就少，無法進行分割，並且期望所設計的教材能夠讓學習者有更多



圖5：教材「自動播放」功能

的選擇，因此保留此功能；另一種是手動播放模式，此模式，是將整個單元的內容有系統的切割分段或步驟式的呈現，在教材中是用頁籤按鈕來劃分，而手動播放功能的設計也是根據Mayer(2001)所提出的分割原則，其目的在於讓學習者能夠從每一個片段中針對選擇的文字及影像，有時間及能力去組織及整合被選擇的文字及影像，以降低認知負荷的影響，如圖6所示：



圖6：教材「手動播放」功能

接下來，介紹開始播放影片時的功能，同樣也有兩個功能：一是字幕功能；一是暫停功能。字幕功能就是可以讓使用者自由的開啟或關閉字幕，依照自己的需求來使用。字幕功能的設計是遵循Mayer(2001)提出的教學設計原則中的多餘原則，也就是當一個畫面出現太多訊息時，例如：動畫內容與字幕，同是屬於視覺訊息，因此字幕就有可能會對學習者造成干擾，故減少非必要的訊息，可以減少認知負荷與學習干擾。至於暫停功能，除了對動畫的暫停還包括聲音的暫停，就是提供學習者一個方便，當學習者必須暫時中斷學習時，能夠暫停，而不用從頭開始。實驗組及對照組皆呈現以上動畫教材，但實驗組為則多了旁白的音訊陳述即「動畫教材+音訊」，對照組僅呈現「動畫教材」

3.4. 教材設計

本研究依據ADDIE教學設計模式開發教材，首先，第一個階段為分析階段，也就是需求分析，分析的項目依設計者的需求而有所差異。分析的項目分別為學習者分析、教學內容分析、教學環境分析、現有資源分析、媒體分析及成本分析等。第二個階段為設計階段，此階段是針對教材在制定教學策略與設計介面時需分析的項目，分別為界定教學目標、設計教材架構、設計學習策略及

設計介面與風格。第三個階段為開發階段，也就是經由教學者撰寫腳本。由於資料結構為理論性質課程，使用動畫方式呈現並不容易，因此教材設計者經過腳本，可以更容易更正確得知教學者所要表達的內容，避免設計出錯誤的教材。第四階段為建置階段，即上傳教材至LMS並設定教材路徑。在上傳教材至LMS之前，先以Reload SCORM軟體編輯章節名稱及路徑時設定，並將教材打包，之後再上傳至LMS平台。最後為評估階段，亦即將教材發佈於播放教材平台，當確認教材的正確性及可用性後，評估階段即結束。

4. 結果分析及討論

本章所探討的重點在於實驗後，將所收集到的資料利用統計方法來分析各變項間的關係。所採用的統計方法包括描述性統計、迴歸斜率同質性檢定及共變數分析(analysis of covariance; ANCOVA)，並利用SPSS 16.0 for Windows為工具來進行資料分析的工作。

4.1. 前後測描述性統計

本研究以實驗組與對照組的計算機概論平均分數為前測成績(共變數)，資料結構評量為後測



成績，各項之平均數與標準差如表1所示：

表1：各組前、後測描述性統計

	組別	人數	平均數	標準差
計算機概論成績(前測)	實驗組	30	63.47	8.33
	對照組	30	60.47	6.89
資料結構評量(後測)	實驗組	30	79.67	21.57
	對照組	30	56.33	25.39

從上表中可以發現，實驗組與對照組的計算機概論成績(前測成績)，依其統計結果($t=1.52$ ， $p=0.134 > 0.05$)，在平均值(平均分數)上也沒有顯著差異，因此可以認定此兩組實驗前為程度相近的團體，以利後續研究能順利進行；而在學習成效測驗成績(後測成績)，實驗組(使用加入音訊的動畫教材)的平均成績為79.67，而對照組(使用未加入音訊的動畫教材)的平均成績為56.33，因此兩組分數差距約為23.34分，而在標準差的部分，

實驗組為21.57而對照組為25.39。

4.2. 共變數分析

為探討不同學習組學生在網路學習環境中學習成效差異情形，本研究使用共變數分析來比較，以學生前一學期的計算機概論學期成績做為共變數(covariate)，來探討網路學習環境中聲音的輔助是否造成二組學生學習成效的差異。共變數分析前的迴歸係數同質性檢定如表2所示：

表2：組內迴歸係數同質性檢定

變異來源	SS	df	MS	F	Sig.
組別 X 前測	78.47	1	78.47	0.15	.697
誤差	28631.14	56	511.27		
全體	317800.00	60			

從表2中得知，迴歸係數同質性檢定為 $F(1, 56)=.15$ ， $p=.697 > .05$ ，未達顯著水準，表示不同學習組二個水準在後測的斜率可視為相同，符合組內迴歸係數同質的基本假定，故以下可進行共變

數分析(張紹勳、張紹評、林秀娟，2002)。學生經不同網路學習環境學習後的學習成效共變數分析如表3所示：

表3：不同學習組學生學習成效共變數分析

變異來源	SS'	df	MS'	F	Sig.	ES
組別 X 前測	5939.67	1	5939.67	11.79***	.001	0.454
誤差	28709.61	57	503.68			
全體	317800.00	60				

*** $p < .001$

上表中，組間效果檢定達顯著水準， $F(1, 57)=11.79$ ， $p=.001 < .05$ ，效果量為0.454，依據Cohen(1988)定義變異數分析小、中、大的效果量f值分別為0.10、0.25，及0.40，實驗效果量0.454為大，表示不同的網路學習方式對學習成效有影響，實驗組的平均分數79.67優於對照組的平均

分數56.33。

4.3. 綜合討論

本研究設計加入音訊的動畫教材與沒有加入音訊的動畫教材兩種不同環境，探討其對學習成



效之影響。經過統計的分析結果表示，使用有加入音訊的動畫教材(實驗組)的學生其學習成效優於沒有加入音訊的動畫教材(對照組)的學生，探究其原因可以歸納出以下五點：

- (1)在學習上，人類依靠感覺器官(聽覺、視覺)來接收外在的訊息，依據認知理論 Mayer(2001)提出人類在學習中會透過兩種管道，也就是聽覺與視覺來處理得到的訊息。但此兩種管道都有其容量限制，過多的資訊量會造成認知超荷，進而降低學習效果，因此在教材設計上須使二兩種管道的接收相輔相成。Mayer(2001)提出的九項教材設計原則之一為形式原則，亦即多媒體教材設計應善用視覺與聽覺管道，以提昇學習效果。因此在本研究中，實驗組的學習成效可能因而優於對照組。
- (2)人類的學習透過「注意」視、聽覺等訊息後會形成短期記憶(林建煌，2002)並造成對學習成效的影響，而短期記憶屬於工作記憶的一種型態。在Baddeley(1999)所提出的工作記憶模型中，工作記憶是由三個部分所組成，除了中央執行系統外，還有作為輔助的視覺空間掃描系統和語音迴路系統。其中，語音迴路系統負責「語音儲存」與「內隱複誦」，也就是利用語音訊息，不斷在腦海中複誦藉以保存訊息，而複誦是最普遍的記憶策略，在學習抽象概念的內容時，是一種有用的方法(羅引宏，2009)。因此，本研究認為加入音訊的動畫教材，在學習上學生可以利用語音不斷進行複誦有助於內容的記憶。
- (3)記憶的類型，可以分為視覺記憶、聽覺記憶及運動感覺記憶，而運動感覺記憶並不在本研究探討的範圍內，因此只以視覺記憶與聽覺記憶來探討，那視、聽覺對人類造成的記憶能力又有何差異呢？Cohen, Horowitz, 與 Wolfe (2009)實驗發現，人類的視覺記憶功能高於聽覺記憶功能，其原因可能是視覺與聽覺在處理訊息時的差異所造成。雖然實驗證實視覺記憶優於聽覺記憶，但並非表示聽覺是不重要的。因為視覺與聽覺適合處理的訊息也不一樣。例如：Schmitt等(1994)的研究發現，中文的說與讀仰賴視覺編碼，因此閱讀中文須要依靠視覺記憶來處理及記憶資訊；而閱讀英文則是要以聽覺記憶來處理及記憶資訊。因此可能由於課程的不同，所會用到的記憶類型也會有差異。本研究實驗的課程為資料結構，而電腦科學都是由國外

引進的，因此在內容裡有很多專有名詞是用英文呈現，實際上有些專有名詞，用英文記憶確實比用中文記憶來的容易。可以合理解釋資料結構課程利用視覺與聽覺的記憶，在學習成效上會有較佳的表現。

- (4)一般用在多媒體的聽覺元素可以分為音樂、音效、語音等，而本研究所探討的聽覺元素是以語音為主，語音在人際溝通中占有支配性的地位，具有豐富的社會特質，並呈現高度的社會臨場感(董芳武、鄧怡莘，2007)，因此人對於語音感知的程度也優於其他聲音。語音不僅是演講者將文字傳送給聽者的功用(Clark, 1996)，語音本身就承載著社交訊息，使人們對說話聲音的感受遠勝於對文字的感受，在數位媒體的領域，會「說話」的媒體就會產生社會性的反應與認同。換言之，語音是一種社會特質，在教材的設計中，語音不僅增加聽覺媒介的輸出達到使用性的目的，語音所承載的社會特質可豐富媒體的社會屬性，提供個體高度的社會臨場感受(Keil & Johnson, 2002)。有研究(Chalfont, Fish, & Kraut, 1991)指出相較於文字符號的視覺呈現，語音以聽覺為媒介，傳遞更豐富的表現，可讓人們在溝通過程中更專注於彼此的互動，留意訊息的內容。因此，給予相同一段教材內容，用語音的聽覺呈現比用文字的視覺呈現更讓人們專注於內容，因而可以提升學習效果。

根據上述的探討，瞭解到人類在學習中，須要同時利用視覺與聽覺為媒介，並且此兩種媒介都有適合的記憶方式，對於學習皆具其重要性。本研究的實驗結果：實驗組(視覺+聽覺)在學習成效上是優於對照組(視覺)的，顯示了視覺與聽覺雙管道的學習會比只有視覺單一管道的學習有更好的效果。

5. 結論與建議

本研究透過ADDIE教學設計模式來設計多媒體教材並能夠建置於符合SCORM標準的網路平台上，以達到教材能帶著走並且能方便建置於符合SCORM標準的網路平台上。並透過準實驗研究法，探討利用不同媒體(音訊)的動畫教材之差異對於學生學習成效的影響。首先，探討研究結論，接下來提出本研究的研究建議。

5.1. 研究結論



本研究透過準實驗研究法探討有無利用音訊之教材的使用對學生學習成效的影響，而實驗結果表示：有加入音訊的動畫教材(實驗組)，其對學生的學習成效優於僅有動畫教材(對照組)，因此，在教材的設計上，音訊佔有重要的地位。

5.2. 研究建議

依實驗結果發現多媒體教材教學中，音訊對於學生學習是必要的一環。本研究顯示了在多媒體教學中，聽覺是必要的元素，對學生學習效果的影響是不容小覷的。本研究在教材的選擇上，是選擇生動、有趣的動畫教材，對於學生學習上能提高興趣與意願，即使是刻板、無聊的資料結構課程，也能得到好的學習效果。因此只要成本足夠，未來數位教材的規畫中，包含聲音的動畫教材設計是可考量的選擇。

參考文獻

1. 吳幸宜(1993)。讓記憶活起來。遠流出版事業股份有限公司，初版。
2. 吳瑞源、吳慧敏(2008)，動畫教材之學習者控制播放模式與多媒體組合形式對學習成效與學習時間影響之研究。師大學報：科學教育類，1(53)，1-26。
3. 林建煌(2002)。消費者行為，智勝文化事業有限公司，初版。
4. 唐曉玲、陳立杰(2007)。多媒體演講式課程重點處之動態模式對學習者認知負荷與注意力的影響。大同大學工業設計研究所碩士論文。
5. 張晨(1995)。敲開記憶之窗。新雨出版社，初版。
6. 張紹勳、張紹評、林秀娟(2002)。SPSS For Windows 統計分析：初等統計與高等統計。臺北：松崗。
7. 董芳武、鄧怡莘(2007)。邁向社會化的設計—探討語音和表情符號對兒童參與數位學習的影響。設計學報，4(12)，43-57。
8. 葉素玲(1999)。視覺與認知-視覺知覺與視覺運動系統。遠流出版社，台北市。
9. 鄭昭明(1993)。認知心理學：理論與實踐。桂冠圖書公司。
10. 鄭昭明(2006)。認知心理學。桂冠圖書公司，台北市。
11. 鄭麗玉(2006)。認知心理學：理論與應用。五南圖書公司，台北市。
12. 顏永森、胡學誠、柯天盛(2011)。數位學習注意力對學習成效影響之研究。T&D 飛訊，112，1-21。

13. 羅引宏(2009)。學習策略：串連法記憶術。彰化藝術高中創刊學號。2010年11月29日，取自：
<http://www.chash.chc.edu.tw/chash2008/chashlib2008/studies01.html>。
14. Baddeley, A. D. (1999). *Essentials of human memory*. New York: Psychology Press.
15. Chalfont, B. L., Fish, R. S., Kraut, R. E. (1991). *Expressive richness: A comparison of speech and text as media for revision*. In CHI'91 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems.
16. Clark, H. H. (1996). *Using language*. Cambridge University Press, Cambridge.
17. Cohen. J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
18. Cohen, M. A., Horowitz, T. S., & Wolfe, J. M. (2009). Auditory recognition memory is inferior to visual recognition memory. *PNAS*, 106(14), 6008- 6010.
19. Gagne, R., Wager, W., Golas, K., & Keller, J. (2005). *Principles of instructional design (5th edition)*. Belmont, CA: Thomson/Wadsworth.
20. Jonassen, D. H. (1996). *Computer in the class-room. Multimedia and Hypermedia: Creativity Through Construction* (pp.185-188). Prentice Hall.
21. Keil, M., & Johnson, R. D. (2002). Feedback channels: using social presence theory to compare voice mail to email, *Journal of Information Systems Education*, 13(4), 295-302.
22. Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University press.
23. Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational psychologist*, 38(1), 43-52.
24. Schmitt, B. H., Pan, Y., & Tavassoli, N. T. (1994). Language and consumer memory: The impact of linguistic differences between Chinese and English, *Journal of Consumer Research*, 3(21), 419-431.
25. Stewart, D.W., & Punj, G.N. (1998). Effects of using nonverbal (music) cue on recall and playback of television advertising: Implications for advertising tracking, *Journal of Business Research*, 41(1), 39-51.

