

認知負荷對多媒體電腦輔助學習成效之影響研究

陳彙芳 范懿文

國立中央大學資訊管理學系

摘要

近年來數位化技術的發展讓多媒體輔助學習蔚為風潮，琳瑯滿目的多媒體系統學習光碟，以及各式各樣的多媒體輔助教材不斷地推陳出新，在在都顯示了教材設計者整合文字、圖片、聲音、及動畫等資訊呈現方式，以求產生炫麗的聲光效果，期能提升學習者之學習成效的苦心。然而，多媒體的組合真的能產生較佳的學習成效嗎？相關的研究卻未能獲得一致性的結論。是故，本研究由認知學習觀點的角度來探討認知負荷對多媒體電腦輔助學習的影響，研究結果發現，若多媒體資訊的使用集中在單一感官刺激時，則過於豐富的媒體組合反而會造成學習者認知上的負擔，進而損害了其學習效果。

關鍵詞： 認知負荷；多媒體輔助學習；多媒體資訊

A Study on the Impacts of Cognitive Load on Multimedia Learning

Hei-fung Chen Yiwen Fan

Department of Information Management

National Central University

Abstract

Computers and related information technologies have blended data, images, and sound; and store them in various multimedia computers that can process all of them with equal ease. This trend is recasting the practice of computer-aided instruction, providing powerful new capabilities to help instructors integrate words, sounds, pictures, and both live and animated video to produce lessons that capture students' imaginations and improve their performance. However, a review of the literature indicates that an intricately choreographed relationship exists between multimedia computer-aided instructions and their effects on performance. Therefore, this research aims to study the impact of cognitive load on multimedia learning. The

findings of this research point out that the richness of multimedia information can sometimes do more harms than benefit if they put too many burdens on the learners.

Keywords: Cognitive Load, Multimedia Learning, Multimedia Information

1. 緒論

數位化多媒體資訊的應用在電腦輔助學習上蔚為風潮 [5, 25, 42]，使得人們學習知識的方式，不再侷限於紙張的呈現，而是可以用更多的方式來呈現，更可利用電腦科技將資料內容電子化，因此可藉由電腦來處理文字、圖片、影像、動畫或聲音，使人們有不同的學習方式，並且從中得到各種相關知識的內容 [26, 27, 28]。

以多媒體方式呈現的資訊，運用電腦、通訊和電子科技，整合圖形 (Graphic)、影像 (Image)、視訊 (Video)、文字 (Text)、色彩 (Color) 和聲音 (Audio) 等各種不同的傳播媒介，不但能展現多樣化的風貌，也帶給人們視覺與聽覺上更豐富的享受。不少研究更指出多媒體資訊呈現方式常常能提高資訊使用者查詢和閱讀的興趣及意願，因此，多媒體教材之設計與應用及多媒體電腦輔助學習更成為今日教育界在教學上的新利器 [3, 7, 11, 12, 18]。

然而，儘管多媒體呈現方式在全球蔚為風潮，媒體角色和教育議題亦被熱烈地討論，但各種媒體組合及教學效果的相關研究卻未能得到一致性的結論 [2, 15, 25, 24, 41]。多媒體組合真的有助於較佳的學習效果嗎？為什麼文獻中有研究發現採用一些用心設計並結合多種媒體的教學策略對學習成效並無顯著的幫助呢 [2]？這個問題即是本研究所要探討的主題。因為我們常觀察到一些缺乏良好的設計或媒體組合不恰當的多媒體教材，即便使用了再炫麗的特別效果，不僅無法有效地傳達訊息，反而常會造成讀者在接收資訊上的困難。從資訊接收者的觀點來看，Sweller [35] 指出，如果教材或學習程序遠超過學習者的工作記憶容量，將有損學習者的理解、學習和問題解決能力。然而文獻中卻較少由學習者的角度來探討認知負荷 (Cognitive load) 對多媒體電腦輔助學習成效的影響。因此，本研究由認知學習觀點的角度出發，透過不同的媒體組合方式，以實驗室實驗法 (Laboratory experiment) 來探討認知負荷對於讀者在多媒體電腦輔助學習成效上的影響。

本文第 2 節是相關文獻的探討，接著第 3 節說明本研究所設計的研究方法與步驟，第 4 節則是資料分析與討論研究發現，最後一節為結論與建議。

2. 文獻探討

2.1. 認知負荷理論

教學科技的發展在早期深受行為科學的影響，到了 1970 年代漸漸轉向認知科學的精神，到了 1980 年教學科技發展的理念幾乎全被認知學習理論所取代。認知學習成了心理學的顯學，也成為教學設計及發展的主要典範（Paradigm）[37]。

根據 Paas & Van Merriënboer[19]的定義，認知負荷是將一特定工作加諸於學習者的認知系統時所產生的負荷。他們認為認知負荷因素主要包括了學習者本身的特性，例如：認知能力與先備經驗等，以及學習環境，例如：學習內容、資訊展現方式、教材編排方式、學習程序與時間壓力等。

Sweller[32, 33, 34, 35]指出，如果教材或學習程序遠超過學習者的工作記憶容量，將有損學習者的理解、學習和問題解決能力。如果先排除學習者本身的特性與交互作用等影響之探討，只從工作環境中教材的角度來分析，有以下二個因素會影響認知負荷：

要素的交互性（Elementinteractivity）：認知負荷的內在來源。

當教材的組成部份之間具有高度的交互作用，也就是教材的性質很複雜時，容易造成認知負荷。以學習語言為例，單字可以個別學習，並無交互作用的存在，所以不會產生認知負荷。文法則不然，它是語義和文義的組合，使得單字和單字間具有高度的聯結，學習的困難度比單字高，所以認知負荷較重。然而在某些情況下，即便要素的交互作用低，但卻造成認知負荷，這是因為要素的數量過於龐大[36]。

教材的編排格式（Instructionalformat）：認知負荷的外在來源。

Sweller and Chandler [36]認為當教材中的資訊來源過於分散而必須由讀者自行整合，否則無法了解完整內容時，將會降低學習效果，這種現象稱為「分散注意力效果（split-attention effect）」。

Mayer and Anderson[14, 15]以圖片和文字說明組合的研究中有相同的看法，他認為當圖片和文字說明放在同一頁，其學習效果比不同頁好。Tarmizi and Sweller[38]與 Ward and Sweller[40]的研究也發現分散注意力對學習成效會帶來負面的影響。

另一方面，「重覆效果（Redundancyeffect）」也會影響學習效果。Chandler

and Sweller [4]發現當圖片與文字分別都能解釋內容時，若二者同時放置一起，將強迫讀者去建立二者間的關聯，這多此一舉的現象非但不能加強學習效果，反而會造成認知負荷。Reder and Anderson [23]比較摘要與詳細內容在有限時間內對觀念的建立時，發現認知歷程中之重覆效果對學習成績有負面影響。Lesh et al. [13]發現數學題目在增加無關說明時，反對學習成效有不利的影響。而 Schooler and Engstler-Schooler [31]的研究中也發現圖片增加敘述時，反而造成冗餘的教材編排，也有損學習績效。

總結以上研究者的看法，當認知負荷是由於教材的本質過於複雜所引起時，這個內在來源無可避免，只能透過良好的教材設計來幫助學習。然而不適當的編排方式也會導致認知負荷，分散注意力效果必須透過資訊的組合，而重覆效果必須透過刪除不必要的資訊才能消除外在的認知負荷來源。至於在學習成效的衡量方面，過去文獻常用理解能力、學習能力與問題解決能力此三部分來操作化衡量 [32, 33, 34, 35]。本研究為配合教材內容，故將之修訂為回憶能力、理解能力與配對能力三個操作化衡量構面。

2.2. 感官模式

Riessman[30]認為感官模式 (Sensory modalities) 是造成認知差異的主要原因。感官模式是個體對環境中的刺激，據以反應的感官感覺之主要型態。一般情況下，人對於外在刺激，會不經意識的以自己的某一種較活躍的感官去注意，因此人類可以概分為視覺型、聽覺型及體覺型等不同感官模式的學習者。

這個感官型態的分類很符合電腦輔助學習中的視、聽、觸三種媒體資訊刺激的來源，因為多媒體電腦輔助學習的介面大致上都是透過這三個感官輸入的刺激來傳達訊息 [22]。

Hooper [9]提到許多心理學家正在爭論有關多重呈現方式 (Multiple representation) 在瞭解某一觀念的重要性。目前正需要有系統的研究多項呈現方式對思維與瞭解觀念的重要性。她曾大力推崇多媒體多重呈現的能力，認為多媒體的多種呈現是由於人類有多種基本感官且可同時接收訊息。然而，Chandler and Sweller [4]指出，在同時間內，若同類型的感官訊息過多，將造成認知負荷。

2.3. 多媒體及多媒體電腦輔助學習

有許多學者為多媒體下了各種不同的定義，Vaughan [39]將其歸納整理定義為：多媒體是文字、圖形、聲音、動畫和由電腦所傳送影像的任意組合。而多媒體電腦輔助學習 (Computer-assisted learning, CAL) 乃是利用多媒體之特性，針

對學習者需求與個別差異、依學習內容及目標所建構而成的教學軟體學習系統。

通常人的一舉一動都是由周遭的「刺激」與「反應」，一連串環環相扣而成；反過來說，為了讓使用者有最好的「反應」，勢必要有一些令人心動的設計，適度的「刺激」使用者，才可能達到各種教學及學習的最佳效果。而多媒體的特性正好提供了最佳的刺激工具，適當的組合可以達到學習上事半功倍的效果。多媒體輔助學習成效的相關研究結果彙整於表 1：

表 1: 多媒體之實驗室相關研究結果

研究者	實驗對象	文章體裁	媒體組合模式	評量方式	研究發現
Reed (1985)	大學生	程序性	文字+動畫 動畫	理解	二者無顯著差異
Baek (1988)	中學生	程序性	文字 文字+圖片 文字+動畫	理解	文字+動畫的組合成效最好
Rieber (1988)	小學生	程序性	文字 動畫 文字+動畫	回憶、理解	文字+動畫的組合成效最好
Mayer (1989)	大學生	程序性	文字 文字+圖片	回憶、理解	圖片有助於學習
Rieber (1990)	小學生	程序性	文字 文字+圖片 文字+動畫	理解	文字+動畫的組合成效最好
Mayer & Anderson (1991)	大學生	程序性	文字+動畫 同步 vs.非同步	回憶、理解	同步呈現效果較好
Mayer & Anderson (1992)	大學生	程序性	文字 動畫 文字+動畫	回憶、理解	動畫有助於學習
Large et al. (1994)	小學生	程序性	文字 文字+圖片 文字+動畫	回憶、推論	三者回憶上無差異
Poohkay (1995)	大學生	程序性	文字 文字+圖片 文字+動畫	回憶、理解	文字+動畫的組合成效最好
Hays (1996)	中學生	敘述性	文字 文字+圖片 文字+動畫	理解	文字+動畫的組合成效最好
Mayer & Moreno (1998)	大學生	程序性	動畫+聲音 動畫+文字	回憶、應用、配對	動畫+聲音的組合成效最好
趙美蘭 (1998)	小學生	敘述性	文字 動畫 文字+動畫	回憶、理解	動畫有助於學習

資料來源：蔡輝龍 (1999) 與本研究整理

綜合這些文獻可以發現，學者大多是探討程序性的文章體裁，所採用的評量方式包括衡量回憶、推論、理解、配對與應用能力，而樣本選擇上有學童，亦有年紀較大的學生。無論文章體裁與年齡差異為何，影響學習成效的關鍵似乎在於媒體的組合模式。多媒體電腦輔助學習在有些情況下成效斐卓，但在另一些情況下卻不見成效，例如文字加動畫的組合在某些實驗結果的成效最好，但在某些實驗結果中動畫卻比文字加動畫的組合有較好的成效。多媒體資訊呈現方式是否對學習者有所助益？文獻報告未能有一致性結論[15, 24, 25, 41]。既然，人類本

來就是多感官的高等動物，可經由視、聽、觸、味、嗅等感覺器官接受並處理外界訊息；而多媒體電腦輔助學習整合了文字、圖片、聲音、動畫、及影像傳送訊息的技術，加上其高度的互動性特色，可以使學生的學習更充分地運用到五種感官的功能，達到輔助學習以及學習印象深刻，以期提升學習成效之功效。為何相關文獻研究結果卻眾說紛紜呢？本研究嘗試從認知學習觀點著手，探討認知負荷對多媒體學習成效的影響。換言之，本研究主要探討的假說為：如果教材或學習程序遠超過學習者的工作記憶容量，將有損學習者的理解、學習和問題解決能力，進而削弱了其學習成效。相關研究設計與研究過程將於下節說明。

3. 研究方法

本研究的設計主要是探討在不同文章體裁的資訊呈現下，各種媒體組合之認知負荷對於學習成效的影響。因為研究目的非常重視變數間的真實關係，因此，本研究採用內部效度最佳的實驗室實驗法，以期能儘量排除其他變異因素的影響，進而同時掌握真實情境和變數間的因果關係。研究過程以研究者所開發的多媒體輔助學習系統為實驗標的，從中操弄所要探討的變數，並以自行設計的學習成效測驗來了解受測者的學習效果。

3.1. 研究架構

根據 Mayer and Moreno[17]的架構，他們以雙重編碼論以及感官模式來推論整個研究架構，即人具有多種基本感官且可同時接收多重訊息[9]，然而同時時間內，若同類型的感官訊息過多，將造成認知負荷[4]。Mayer and Moreno[17]以程序性的文章作為測試的教材，並藉由操弄媒體組合，來比較不同的感官模式(單一視覺+聽覺、雙重視覺)在學習成效上的差異，亦即單一視覺+聽覺是由動畫+旁白來操弄，而雙重視覺是由文字+動畫來操弄。研究結果發現，由於雙重視覺會造成分散注意效果，所以在學習成效上不如單一視覺+聽覺好。本研究決定擴大 Mayer and Moreno 的架構，不僅研究程序性，同時也探討敘述性的文章體裁。另一方面，再加入第三種感官模式組合，即雙重視覺+聽覺，於此討論在不同的文章體裁下，感官模式對於學習成效的影響。

本研究的研究架構可以圖 1 來說明，其中自變項為認知負荷類型；依變項為學習成效；兩者間的關係將在敘述性的文章體裁與程序性的文章體裁下探討之。

3.2. 變數定義與衡量

自變項認知負荷類型：本研究以感官模式來區分認知負荷類型，試圖藉由視覺與聽覺二種感官模式的操弄來探討認知負荷與學習效果的關係，因此將認知負

荷類型之感官模式分為三個構面，分別是「單一視覺+聽覺」、「雙重視覺」和「雙重視覺+聽覺」。

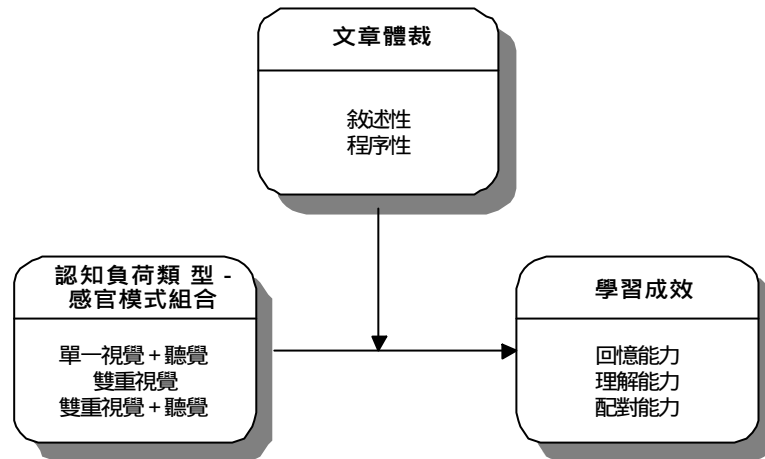


圖 1: 研究架構

情境變項文章體裁：是指文章在陳述主題時所採用的方式。本研究將文章體裁分為「敘述性」與「程序性」二個構面。

本研究的依變項學習成效，操作化為「回憶能力」、「理解能力」與「配對能力」三個構面，說明如下：

回憶能力：指受測者在短期間對學習內容之回憶保留能力。本研究以問答題的方式來評量學習者對之前學習回想能力的正確性，以評估學生的回憶能力。

理解能力：指受測者對學習內容之了解程度。本研究以選擇題的方式來評量學生對所學之觀念是否有正確性的瞭解，以評估學習者的理解能力。

配對能力：是為了衡量受測者是否注意同一張畫面各個媒體的解說。本研究以選擇題的方式來評量學習者是否注意到同一張畫面中多個媒體的呈現。

3.3. 研究假說

從認知負荷的觀點來看學習成效，並非所有的多媒體實驗研究都能支持認知負荷越豐富的媒體組合，其學習成效會越好。因此，根據前述之研究架構提出下

列相關的假說：

假說一：在程序性的文章體裁下，不同的認知負荷類型感官模式，其學習成效有所不同。

假說二：在敘述性的文章體裁下，不同的認知負荷類型感官模式，其學習成效有所不同。

3.4. 實驗設計

本研究的自變項認知負荷類型感官模式共有三個因子：單一視覺+聽覺、雙重視覺，以及雙重視覺+聽覺。單一視覺+聽覺由圖片/動畫+旁白的媒體組合模式來操弄，雙重視覺由圖片/動畫+文字說明的媒體組合模式來操弄，而雙重視覺+聽覺由圖片/動畫+文字說明+旁白的媒體組合模式來操弄。

而情境變項文章體裁有二個水準：敘述性與程序性。實驗系統內容同時包含了敘述性知識與程序性知識。敘述性知識是由圖片組（圖片+文字說明+旁白、圖片+文字說明與圖片+旁白）來描述，而程序性知識是由動畫組（動畫+文字說明+旁白、動畫+文字說明與動畫+旁白）來描述。每位受測者會同時瀏覽敘述性與程序性內容，因此本研究有 3 種認知負荷類型感官模式（單一視覺+聽覺，雙重視覺與雙重視覺+聽覺）。本研究需有 3 個實驗組，每個實驗組抽樣 15 人，總共 45 位受測者，其分組說明如表 2。

表 2: 本研究實驗組別彙總

組別	文章體裁	感官模式	媒體組合模式
1	敘述 / 程序	單一視覺+聽覺	圖形 / 動畫+旁白
2	敘述 / 程序	雙重視覺	圖形 / 動畫+文字說明
3	敘述 / 程序	雙重視覺+聽覺	圖形 / 動畫+文字說明+旁白

本研究是以多種媒體為基礎，藉由操弄相同內容但不同的認知負荷類型感官模式組合，來探討認知負荷對於學習成效的影響。因此，為了因應所要探討的主題，本研究選擇自行開發多媒體電腦輔助學習系統。有關實驗系統的製作，可分為以下幾點說明：

目標產品的選定：本研究尋找市面上介紹百科全書的光碟。以百科全書為搜尋目標是因為主題與內容較豐富，而且具有知識性與教育性，但必須符合包含敘述與程序性內容、符合樣本的程度要求以及包括文字、圖片、聲音、動畫四種媒體三個原則。最後決定採用由光復書局代理出版英國 DK 公司的「人體百科」光碟。

實驗產品之製作：本研究以人體百科的「淋巴系統」為實驗標的，其學習內容由研究者根據原版光碟自行組合與開發。

開發環境：利用 Macromedia 公司出版的 Director 5.0 整合所有的媒體、設計介面與整合成完整的多媒體電腦輔助學習系統。

圖片剪輯與製作：利用 SnagIt 4.2.2 試用版與 Adobe Photoshop 4.0 編輯圖片。

動畫剪輯與製作：利用 SnagIt 4.2.2 試用版與 MainActor 試用版編輯動畫。

聲音錄製：利用 UleadMediaStudio Pro 5.0 試用版錄製聲音部分。

而在樣本篩選原則設計與學習成效評估設計方面，本研究以填答問卷的方式執行之。問卷設計主要分為先備知識測驗與學習成效測驗二大部分，第一部分：先備知識測驗。這一部分的資料除了收集樣本受測者的基本背景資料之外，更可過濾對淋巴系統具有先備知識的樣本受測者，以排除受測者本身的先備知識水準差異對實驗結果造成影響。第二部分：學習成效測驗。主要在收集依變項的資料，包括回憶、理解與配對能力三部分。

3.5. 實驗進行

本研究以執行單機檔案，以避免因檔案分享而影響網路傳輸的速度。研究者選擇八台 Pentium 級電腦，每台電腦都附有音效卡、耳機、15 吋螢幕以及 Windows 98 視窗作業環境。實驗地點為中央大學資訊管理學系的四間研究室，同一間研究室安排二位受測者，而每間安排一位指導員負責。為了避免互相干擾，特別將電腦設備隔開，並加裝耳機，使受測者不會受到其他電腦設備影響。

實驗樣本為中央大學全校學生，招募條件是大學聯招非報考第三類組學生，理由是生物是第三類組的必考科目，本研究希望盡量避免樣本對實驗內容具有先備知識。志願參與本實驗的同學除了填寫可參與實驗時間外，實驗完成後可獲得研究者自行準備的精美禮物以作為酬謝。

3.6. 分析方法

本研究採用 SPSS for MS Windows 8.0 為資料分析工具，所使用的分析方法有單因子變異數分析與均數差檢定，在變異數分析結果拒絕統計虛無假說的情況下，再以 Scheffe 多重比較法來分析多群體平均值差異。

4. 研究結果與討論

在程序性文章體裁下，認知負荷類型感官模式對學習成效之影響檢定。經利用變異數分析與多重檢定法進行分析，其結果如表 3 與表 4 所示。由表 3 可知分析結果顯示三種感官模式在學習成效上有差異($F=5.242, p < 0.01$)。表 4 多重檢定結果顯示單一視覺+聽覺組合的學習效果顯著較高($p < 0.05$)。此研究發現模擬多媒體輔助學習的情境中，在程序性的文章體裁下，認知負荷類型感官模式的確會影響讀者的整體學習成效，其中單一視覺+聽覺組合會帶來學習上較佳的效果。

表 3: 在程序性的文章體裁下，認知負荷類型感官模式對學習成效的單因子變異數分析結果

文章體裁	單一視覺+聽覺	雙重視覺	雙重視覺+聽覺	SS	MS	F 值	P 值
程序性	5.8000(1.6125)	4.1333(1.3558)	5.2667(1.3345)	21.733	10.867	5.242	0.009***

註：***表示 $p < 0.01$ ，**表示 $p < 0.05$ ，*表示 $p < 0.1$

表 4: 在程序性的文章體裁下，認知負荷類型感官模式對學習成效的 Scheffe 檢定結果

文章體裁	組別	均數差	P 值
程序性	單一視覺+聽覺>雙重視覺	1.6667	0.011**
	單一視覺+聽覺>雙重視覺+聽覺	0.5333	0.601
	雙重視覺+聽覺>雙重視覺	1.1333	0.110

註：***表示 $p < 0.01$ ，**表示 $p < 0.05$ ，*表示 $p < 0.1$

Daft and Lengel[6] 指出，豐富的資訊可釐清模糊的事情，促進理解。一般甚至認為，資訊愈豐富愈好。在上述結果中，在程序性的體裁下，單一視覺+聽覺較其他二種認知負荷類型感官模式會產生較佳的學習成效。雙重視覺+聽覺雖擁有最豐富的感官組合，但學習成效卻不是最好的。由此可知，資訊的豐富程度高也許能促進學習效果，但若在同一時間下，必須同時注意二種以上同類型的感官效果 (ex. 雙重視覺 - 動畫與文字敘述)，則會分散讀者的學習注意力，反而會降低了學習效果。

而在敘述性文章體裁下，認知負荷類型感官模式對學習成效之影響檢定。亦經利用變異數分析與多重檢定法進行分析，其結果如表五與表六所示。由表 5 可知分析結果顯示三種感官模式在學習成效上有差異($F=7.310$, $p < 0.01$)。表 6 多重檢定結果顯示單一視覺+聽覺組合的學習效果顯著較高($p < 0.05$)。此研究發現模擬多媒體輔助學習的情境中，在敘述性的文章體裁下，認知負荷類型感官模式的確會影響讀者的整體學習成效，其中單一視覺+聽覺組合會帶來學習上較佳的效果。

表 5: 在敘述性的文章體裁下，認知負荷類型感官模式對學習成效的單因子變異數分析結果

文章體裁	單一視覺+聽覺	雙重視覺	雙重視覺+聽覺	SS	MS	F 值	P 值
敘述性	5.0667(1.9074)	2.5333(1.1872)	3.8667(2.1996)	48.178	24.089	7.310	0.002***

註：***表示 $p < 0.01$ ，**表示 $p < 0.05$ ，*表示 $p < 0.1$

表 6: 在敘述性的文章體裁下，認知負荷類型感官模式對學習成效的 Scheffe 檢定結果

文章體裁	組別	均數差	P 值
敘述性	單一視覺+聽覺>雙重視覺	2.5333	0.011**
	單一視覺+聽覺>雙重視覺+聽覺	1.2000	0.557
	雙重視覺+聽覺>雙重視覺	1.3333	0.145

註：***表示 $p < 0.01$ ，**表示 $p < 0.05$ ，*表示 $p < 0.1$

在上述結果中，在敘述性體裁下，單一視覺 + 聽覺較其他二種感官模式會產生較佳的學習成效，與程序性的結果如出一轍。由假說一與假說二的分析結果可以推論，無論是在敘述性抑或程序性的文章體裁下，資訊的豐富程度高也許能促進學習效果，但若考慮在同一時間下，讀者必須同時注意二種以上同類型的感官效果時 (ex. 雙重視覺 - 動畫與文字敘述)，則會分散學習注意力，反而會降低了學習效果。

綜合前述資料分析的結果可見，不同的感官模式組合對多媒體電腦輔助學習成效有顯著的影響。然而，若只探討學習者是否能”配對”學習內容這個部份的學習成效而言，則不同的感官模式組合對多媒體電腦輔助學習之配對能力未有顯著的影響(程序性的 $p=0.199$, 敘述性的 $p=0.773$)；但是在回憶能力與理解能力方

面，不同的感官模式組合對多媒體電腦輔助學習成效則產生了顯著的影響(程序性對回憶能力的 $p=0.094$, 程序性對理解能力的 $p=0.068$, 敘述性對回憶能力的 $p=0.010$, 敘述性對理解能力的 $p=0.001$)。其中，單一視覺加聽覺的感官模式整體學習成效優於其他組合。

5. 結論與建議

本研究藉由實驗室實驗法探討認知負荷在不同的文章體裁下對多媒體電腦輔助學習效果的影響。研究結果發現，若只考慮到文章體裁，則無論是在敘述性抑或程序性的文章體裁，並不會影響讀者的學習成效；認知負荷類型感官模式與媒體組合方式才是主要的關鍵因素。

另外，本研究發現，在不同的文章體裁下，不同的認知負荷類型感官模式對學習成效有顯著影響。在多媒體輔助學習的情境中，在有限的時間下，無論是在程序性抑或敘述性體裁下，感官模式的確會影響讀者的整體學習成效，其中單一視覺+聽覺組合會帶來學習上較佳的效果。根據實驗所得資料，感官模式不同的形式與組合，對於受測者的資訊學習效果有顯著影響。實驗結果顯示，單一視覺+聽覺（即圖、音並茂）能帶給受測者較佳的學習效果。而雙重視覺+聽覺（即圖、文、音兼備）雖擁有最豐富的媒體組合，但學習成效不若前者來得理想。另外，雙重視覺組（即圖、文組合）雖然也只有二種媒體組合，但在同一時間下，學習者必須同時注意二種視覺媒體，容易造成分散注意力效果，導致學習效果也不如單一視覺+聽覺理想。

一般的認知，媒體愈豐富，理應產生較佳的學習效果。但是本研究發現過於豐富的資料也許會造成處理不及的問題，造成認知上的負擔，因而無法促進資訊的記憶與理解。

然而本研究在實驗過程中雖然儘量力求嚴謹，但仍有以下所述之研究限制：

為求研究便利，以招募方式選擇中央大學學生作為實驗對象，並非隨機抽樣而得，因此有樣本自我選擇（self-selection）的限制，如此也導致研究的外部效度（external validity）降低，推論能力較為不足。

由於本研究是採用獎品激勵以及指導員監督的方式，以要求樣本認真地進行實驗，然而實驗結果仍無法避免受測者不感興趣以及不認真學習與作答等問題發生，也使研究結論有所偏差。

最後，謹以研究發現為依據，對實務界應用者提出建議，在多媒體電腦輔助學習教材設計時，越豐富的媒體組合不一定能帶來最佳的學習成效。因此，我們應善用多媒體的特性，利用多媒體為教學或溝通媒介，應適當搭配圖形、文字、

動畫與聲音等多種類型的資料，其中更應注意組合方式，運用人類多種感官的特性，透過適當的媒體配搭，以避免造成讀者認知學習上的負荷，並能加強學習效果。就本研究實驗結果而言，若是重視多媒體電腦輔助學習的理解與應用能力方面的學習成效的話，則在選用多媒體資訊表現方式時，應以單一視覺加聽覺的呈現方式為宜，因為單一視覺加聽覺的感官刺激較沒有聽覺刺激或過多的視覺刺激的多媒體電腦輔助學習都好。

參考文獻

- [1] 趙美蘭，多媒體輔助學習軟體圖文設計策略之研究，國立台南師範學院資訊教育研究所未出版碩士論文，1998。
- [2] 蔡輝龍，以彙總研究探討多種媒體呈現方式對學習成效的影響，國立中央大學資訊管理研究所未出版碩士論文，1999。
- [3] Baek, Y. K. and Layne, B. H. "Color, Graphics, and Animation in a Computer-Assisted Learning Tutorial Lesson." *Journal of Computer-Based Instruction*, 15(4), 1988, 131-135.
- [4] Chandler, P. and Sweller, J., "Cognitive load theory and the format of instruction," *Cognition and Instruction*, 8, 1991, 293-332.
- [5] Clark, R. E. "Reconsidering research on learning from media." *Review of Educational Research*, 53(4), 1983, 445-460.
- [6] Daft, R. L., and Lengel, R. H., "Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design," *Management Science*, 32(5), 1986, 554-571.
- [7] Hall, V. C., Bailey, J. and Tillman, C. "Can Student-Generated Illustrations Be Worth Ten Thousand Words?" *Journal of Educational Psychology*, 89(4), 1997, 677-681.
- [8] Hays, T. A. "Spatial abilities and the effects of computer animation on short-term and long-term comprehension. " *Journal of educational computing research*, 14(2), 1996, 139-155.
- [9] Hooper, K., *Hypercard: A key to educational computing, Learning With Interactive Multimedia Developing and Using Multimedia Tools in Education*, In Ambron, Hooper, Apple Computer Computer Inc. Washington: Microsoft Press,

1990.

- [10] Large, A., Beheshti, J., Breuleux, A. and Renaud A. "Multimedia and Comprehension : A Cognitive Study." *Journal of the American Society for Information Science*, 45(7), 1994, 515-528.
- [11] Large, A., Beheshti, J., Breuleux, A. and Renaud, A. "Multimedia and Comprehension : The Relationship among Text, Animation, and Captions." *Journal of the American Society for Information Science*, 46(5), 1995, 340-347.
- [12] Large, A., Beheshti, J., Breuleux, A. and Renaud, A. "Effect of Animation in Enhancing Descriptive and Procedural Texts in a Multimedia Learning Environment." *Journal of the American Society for Information Science*, 47(6), 1996, 437-448.
- [13] Lesh, R. E. and others "Applied Mathematical Problem Solving." *Proceedings of Applied Problem Solving (Mathematics) Conference*, Northwestern University, Ohio, (ERIC NO : ED180816), 1979.
- [14] Mayer, R. E. and Anderson, R. B. "Animations Need Narrations : An Experimental Test of a Dual-Coding Hypothesis." *Journal of Educational Psychology*, 83(4), 1991, 484-490.
- [15] Mayer, R. E. and Anderson, R. B. "The instructive animation : Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning." *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 1992, 444-452.
- [16] Mayer, R. E. "Systematic Thinking Fostered by Illustrations in Scientific Text." *Journal of Educational Psychology*, 81(2), 1989, 240-246.
- [17] Mayer, R. E. and Moreno R. "A Split-Attention Effect in Multimedia Learning : Evidence for Dual Processing Systems in Working Memory." *Journal of Educational Psychology*, 90(2), 1998, 312-320.
- [18] Najjar, L. I "Multimedia information and learning." *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 5(2), 1996, 129-150.
- [19] Paas, F. G. W. C. and Van Merriënboer, J. J. G., (in press-b), "Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks, " *Educational Psychology Review*.
- [20] Peeck, J. "Retention of Pictorial and Verbal Content of A text with Illustrations." *Journal of Educational Psychology*, 66(6), 1974, 880-888.
- [21] Poohkay, B. and Szabo, M. *Effects of Animation & Visuals on Learning High School Mathematics*. (ERIC NO : ED380122), 1995.

- [22] Posner, *Chronometrix Explorations of Mind*, New York: Oxford University Press, 1986.
- [23] Reder, L. M. and Anderson, J. R. "Negative Judgments in and about Semantic Memory." *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 13(6), 1982, 664-681.
- [24] Reed, S. K. "Effect of Computer Graphics on Improving Estimates to Algebra Word Problems." *Journal of Educational Psychology*, 77(3), 1985, 285-298.
- [25] Rieber, L. P. "Using Computer Animated Graphics in Science Instruction with Children." *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 1990, 135-140.
- [26] Riber, L. P. "Animation in computer-based instruction." *Educational Technology Research and Development*, 38, 1990, 77-86.
- [27] Rieber, L. P. "Animation as feedback in a computer-based simulation : representation matters." *Educational technology research and development*, 44(1), 1996, 5-22.
- [28] Rieber, L. P., Boyce, M. J. and Assad, C. "The Effects of Computer Animation on Adult Learning and Retrieval Tasks." *Journal of Computer-Based Instruction*, 17(2), 1990, 46-52.
- [29] Rieber, L. P. and Hannafin, M.J. "Effects of Textual and Animated Orienting Activities and Practice on Learning from Computer-Based Instruction." *Computers in the Schools*, 5(1/2), 1988, 77-89.
- [30] Riessman, F., "Styles of learning," In D. H. Clark (Ed.), *Psychology of Education*, New York, 1964.
- [31] Schooler, J. W. and Engstler-Schooler, T. Y. "Verbal Overshadowing of Visual Memories: Some Things Are Better Left Unsaid." *Cognitive Psychology*, 22(1), 1990, 36-71.
- [32] Sweller, J., "Cognitive load during problem solving: Effects on learning," *Cognitive Science*, 12, 1988, 257-285.
- [33] Sweller, J., "Cognitive technology: Some procedures for facilitating learning and problem solving in mathematics and science," *Journal of Educational Psychology*, 81, 1989, 457-466.
- [34] Sweller, J., "Some cognitive processes and their consequences for the organization and presentation of information," *Australian Journal of Psychology*, 45, 1993, 1-8.

- [35] Sweller, J., "Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design," *Learning and Instruction*, 4, 1994, 295-312.
- [36] Sweller, J. and Chandler, P., "Why some material is difficult to learn," *Cognition and Instruction*, 12, 1994, 185-233.
- [37] Sweller, J., Chandler, P., Tierney, P. and Cooper, M., "Cognitive load as a factor in the structuring of technical material," *Journal of Experimental Psychology: General*, 119, 1990, 176-192.
- [38] Tarmizi, R. and Sweller, J., "Guidance during mathematical problem solving," *Journal of Educational Psychology*, 80, 1988, 424-436.
- [39] Vaughan, T., *Multimedia: Making it Work*, New York: McGraw-Hill, 1993.
- [40] Ward, M. and Sweller, J., "Structuring effective worked examples," *Cognition and Instruction*, 7, 1990, 1-39.
- [41] Willows D.M. "A Pictures Is Not Always Worth a Thousand Words : Pictures as Distractors in Reading." *Journal of Educational Psychology*, 70(2), 1978, 255-262.
- [42] Yaverbaum, G., Kulkarni, M. and Wood, C. "Multimedia projection : An exploratory study of student perceptions regarding interest, organization, and clarity." *Journal of educational multimedia and hypermedia*, 6(2), 1997, 139-154.