

在多媒體學習環境中行動學習的增生認知負荷和參與度

Germane cognitive load and engagement on mobile learning in multimedia learning environments

-
- 中英文摘要

本研究調查了多媒體學習環境中的增生認知負荷和外在認知負荷對毛細現象教學的影響，透過不同媒體組合：86名四年級學生被分配到以下三個條件；帶有嵌入行動設備中的縮時攝影影片的文本（PT組）；嵌入在行動設備中的文本以及行動設備外部的實驗室活動（LT組）；以及嵌入在行動設備中的縮時攝影影片和行動設備外部的實驗室活動（PLT組）的文本，探討不同組別中理解測驗和學習效率的表現差異。因為增生認知負荷的影響，PLT組預計會比LT組表現更好；由於參與度的影響，PLT組預計比PT組表現更好，並在最後討論多媒體環境的研究和設計結果的意義。

This study investigated germane cognitive load and extraneous cognitive load in a multimedia learning environment on capillary action of plants as a function of different combinations of media. Eighty-six fourth-grade students were assigned to the following three conditions: texts with time-lapse photography embedded in the mobile device (PT condition); laboratory activities that are outside and texts embedded in the mobile device of the mobile device (LT condition); and laboratory activities that are outside of the mobile device and texts with time-lapse photography embedded in the mobile device (PLT condition). Differences in performance on comprehension tests and learning efficiency were examined across conditions. Because of the effects of germane cognitive load, the PLT condition was expected to perform better than the LT condition. Because of the effects of engagement, the PLT conditions were expected to perform better than the LT condition. The implications of the results for research and design of multimedia learning environments are discussed.

- 中英文關鍵字

增生認知負荷、縮時攝影、參與度、實驗室活動

Germane cognitive load, time-lapse photography, engagement, laboratory activities

- 作者中英文姓名

李宜樺、劉遠楨 博士

Li Yi-Hua, Yuan-Chen Liu, Ph. D.

- 作者中英文單位名稱

國立臺北教育大學教育學院課程與教學傳播科技研究所

Graduate School of Curriculum and Instructional Communications Technology College of Education National Taipei University of Education

- 正文

第一章 緒論

行動科技的靈活性、便利性以及普遍性讓行動科技變得有價值，是現代人不可或缺的必需品(Bano, Zowghi, Kearney, Schuck, & Aubusson, 2018)。可以提高未來學習活動的有效性和可及性(Shuib, Shamshirband, & Ismail, 2015)。行動設備已成為一種學習工具，對學習具有極大的潛力(Sung, Chang, & Liu, 2016)。故行動科技的使用在教育環境不斷增加(Nikou & Economides, 2018)。

認知負荷理論對教學設計和評量越發重要(Brünken, Plass, & Leutner, 2003)。因工作記憶能力有限，學習只有在有足夠認知資源可分配給學習過程時，才能進行學習(Bétrancourt & Benetos, 2018)。基於認知負荷理論和多媒體學習理論，與教學無關的訊息無助於學習、可能增加外在認知負荷，但有些可能增加外在認知負荷的聲音和影片，在學習過程中可能有重要作用(Homer, Plass & Blake, 2008)。

縮時攝影(Time-lapse photography)是利用攝影來壓縮靜止或運動圖像中的經過時間，播放時間將短於錄製時間，更容易觀察到事件的重點(Malin, 2007)。教育的縮時攝影通常拍攝緩慢變化的主題。如天體運動、植物生長、太陽升起，可以拓寬學生經驗。(Liu & Li, 2012)。縮時攝影讓演示文本變得非常短暫，更提高了資訊的密度，為教學設計者提供了一種增加對學習的關注從而促進理解的方式(Fischer, Lowe, & Schwan, 2008)。

實驗室活動(laboratory activities)在科學教育中發揮了重要和獨特的作用，透過使用實驗室活動可以獲得豐富的學習效益(Hofstein & Lunetta, 2004)。實驗室活動可以進行有意義的學習(Tobin, 1990)、產生更高的動機(Corter, Escheb, Chassapis, Ma, & Nickerson, 2011)、提升所有學生的學習成效(Walker, Sampson, Southerland, & Enderle, 2016)。

學生參與對學習、表現、保留、堅持、經驗和成就很重要，課堂上的科技使用之間存在正相關關係(Gunuc & Kuzu, 2015)。衡量學生參與度可以為課程品質、學生狀況、學習活動或教學工具提供有價值的證據，將提高我們幫助學生和改進教學的能力(Henrie, Halverson & Graham, 2015)。

本研究運用認知負荷理論的理論框架對三種行動學習環境進行比較，這三種行動學習環境對三種視覺媒體（即書面文字，縮時攝影和動手做實驗）的構成，對學生學習成績的影響以及效率。由於這種專注於視覺形態的問題，探索了精神整合這些材料可能導致的增生認知負荷效應及參與度。故本研究假設如下：一、因為增生認知負荷的影響，PLT組預計會比LT組表現更好；二、由於參與度的影響，PLT組預計比PT組表現更好。

第二章 文獻探討

多媒體學習環境可以促進有意義的學習，有助於保留、轉移和檢索(Skuballa, Dammert, & Renkl, 2018)。高媒體豐富度使學習者觀看時具有高的專注力及高的感知有用性(Liu, Liao, & Pratt, 2009)。多媒體學習對參與度有重要的影響(Byun & Loh, 2015)。可以促進保留效能(Kozan, Erçetin, & Richardson, 2015)、增強心流經驗(Chang, Liang, Chou, & Lin, 2017)、顯示更高的學習成果以及改善認知處理(Stark, Brünken, & Park, 2018)。

認知負荷理論定義：認知負荷理論的主要焦點是必須在有限的工作記憶能力範圍內進行的認知過程，以便在長期記憶中構建心理圖像(Sweller, van Merriënboer, & Paas, 1998)。認知負荷

可能是內在的、外在的或增生的(Seufert, 2018)。內在認知負荷是指任務複雜性，受到學習者先備知識的影響，學習者若擁有更多資源，可用於組織新訊息並將其與舊經驗融會貫通(Seufert, 2018)。外在認知負荷是對於學習沒有貢獻的多餘過程導致的結果(de Bruin & van Merriënboer, 2017)。增生認知負荷是指為理解學習所付出的努力，是一種心理模式，將任務元素間進行交互作用進而理解學習(Sweller, Ayres, & Kalyuga, 2011)。

許多學者認為有效的教學設計應該能夠減少外在的認知負荷，同時增加增生認知負荷，學習效率和學習成效也會提高。(Diao & Sweller, 2007; Große & Renkl, 2006; van Merriënboer, Schuurman, de Croock, & Paas, 2002)。增加增生認知負荷的學習策略很多，如提供完整範例(Paas & Gog, 2006)、使用超媒體的行動學習(Huk & Ludwigs, 2009)、遊戲的學習(Chang, et al., 2017)、給予豐富資源(Seufert, 2018)、預先閱讀分配(Josephsen, 2018)、投入心理努力(de Bruin & van Merriënboer, 2017)。

大多數認知負荷效應不會直接改變增生認知負荷，而是間接地透過減少外來認知負荷並因此釋放工作記憶容量來增加增生認知負荷(Große & Renkl, 2006)。高外在認知負荷通常會妨礙學習，因與學習無關的努力將對學習產生負面影響；高增生認知負荷則相反，在模式構建中投入的精力越多，學習結果就越高(de Bruin & van Merriënboer, 2017)。

縮時攝影是有益的，儘管它讓演示文本變得非常短暫，更提高了資訊的密度，但同時也發現演示速度會影響注意力的分佈和對學習材料的理解(Fischer et al., 2008)。播放的速度可能會對學習內容產生重大影響，但學習者喜歡關注微觀事件。當動畫以高速呈現時，顯著的宏觀事件可能不被察覺(Meyer et al., 2010)。

學習者參與可以被認為是一個廣義的術語，包括在正式學術環境內、外學習。(Henrie et al., 2015)。參與通常被認為是一個多方面的結構，有三個維度：行為參與、情緒參與和認知參與(Fredricks, Blumenfeld, & Paris, 2004)。兒童的行為參與（即他們相對於同齡人保持的合作參與水平）最能預測他們的長期學業成長(Ladd, Gary, Dinella, Lisa, 2009)。

學習參與可預測精熟動機、學前技能、課堂行為和學校表現(Halliday, Calkins, & Leerkes, 2018)。學習者控制促進學習者參與(Corbalan, Kester, and Van Merriënboer, 2011)，高學習者控制導致更高的感知控制，更積極的學習，更有效地使用認知資源和更高的學習成果(Stark, Malkmus, Stark, Brünken, & Park, 2018)。

學習者目標會影響參與和成功(Williams, Stafford, Corliss, & Reilly, 2018)。提升參與度的方法有很多，如：影片學習(Homer et al., 2008)、線上學習活動(Henrie et al., 2015)、使用科技產品(Gunuc & Kuzu, 2015)觀看影片後進行測試(Wang & Antonenko, 2017)。

實驗室活動具有獨特的作用，實驗室活動包括各式各樣的活動，學生透過與材料互動以觀察和理解自然世界(Lunetta, Hofstein & Clough, 2007)。實驗室活動是一種透過理解學習的方式，同時也是通過科學來構建知識的過程，如果學生有機會操縱設備和材料，便能建立對現象和科學的知識，實驗室將能進行有意義的學習(Tobin, 1990)。

探究型的實驗室有可能培養學生形成假設的能力和技能，設計和進行科學研究，制定和修訂科學解釋，傳播和捍衛科學論證(Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007)。實驗室活動能促進學生學習有效性，能促進後設認知和解決問題的能力，有助於有意義的自我發現和策略的內化(Sandi-Urena, Cooper, Gatlin, & Bhattacharyya, 2011)。受試者若在進入實驗室前已了解大部分細

節，可能會減少受試者在實驗室工作期間的認知負荷，受試者將更有信心，將能夠更快地進步 (Teo, Tan, Yan, Teo, & Yeo, 2014)。

許多自然科學學科已經使用實驗室活動來教授不同年齡的學生，也在不同的文化和課堂環境中實施，這些實驗室活動的設計和實施是為了讓學生參與(Lunetta et al., 2007)。高度豐富的媒體可以改善學生的學習成果，但同時增加認知負荷(Homer, 2008; Moos, 2009)。媒體豐富性和遊戲互動可以增強學習者的心流體驗，降低外在認知負荷，並促進增生認知負荷(Chang, et al., 2017)。

第三章 研究方法

研究場域是臺北市內湖區一所中大型國民小學，學生們多會使用電腦、平板使用網路查詢資料或進行課程。研究對象受試者是臺北公立小學三個班級的 87 名四年級學生。共有 45 名男生和 42 名女生。所有學生在實驗前 18 個月對植物的構造、力的作用的基本知識都採取了相同的課程，也都是由同一位自然科學老師教授。29 名學生(15 男、14 女)含播放縮時攝影影片之文本學習 (PT 組)，29 名學生(16 男、13 女)實驗室活動及文本學習 (LT 組)，28 名學生(15 男、13 女)同時使用播放縮時攝影影片、實驗室活動及文本學習 (PLT 組)。請同一位自然科學系畢業的教師進行同樣的課程之教授。研究者將以自然及國語期末評量成績、先備知識調查問卷調查受試者之先備知識，並進行變異數分析(ANOVA)證明研究對象為同質。教學主題是“毛細現象”，教師將透過行動裝置教導毛細現象的特性、原理及應用，包括水如何移動、形成毛細現象的條件及毛細現象在日常生活中的應用。學習材料包括由文本(T)，縮時攝影影片(P)或實驗室活動(L)組成的三個不同的實驗組 (PT 組，LT 組和 PLT 組)。文本和縮時攝影影片使用行動載具作為媒介，實驗室活動是同時使用行動載具並進行真實的實驗操作。縮時攝影影片是教師預先進行拍攝植物進行毛細現象的影片，與實驗室活動相似。

理解測驗包含前測-先備知識調查問卷和後測-毛細現象的成就測驗。先備知識調查問卷不同主題將分別使用七個一般項目調查學生關於教



圖4 本研究使用網站首頁示意圖

學材料的先備知識。學生將這些項目評定為 5 分制，試題經 178 位四年級學生預試，Cronbach 值大於 0.7。試題亦請兩位自然領域專長教師進行題目之審查，具專家效度。

學習效率計算方法是將理解測試的總分除以各別學習時間來確定每位學生的學習效率。

教學材料係使用 java 架設的簡單教學網站進行資料蒐集，允許學生按自己的步調學習並記錄他們的學習時間。

• 重要參考文獻

- de Bruin, A. B. H. & van Merriënboer, J. J. G. (2017). Bridging Cognitive Load and Self-Regulated Learning Research: A complementary approach to contemporary issues in educational research. *Learning and Instruction, 51*, 1-9
- Fischer, S., Lowe, R. K., & Schwan, S. (2008, 12). Effects of presentation speed of a dynamic visualization on the understanding of a mechanical system. *Applied Cognitive Psychology, 22*(8), 1126-1141. doi:10.1002/acp.1426
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004, 03). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research, 74*(1), 59-109. doi:10.3102/00346543074001059
- Große, C. S. & Renkl, A. (2006). Effects of multiple solution methods in mathematics learning. *Learning and Instruction, 16*(2), 122-138
- Gunuc, S. & Kuzu, A. (2015). Confirmation of Campus-Class-Technology Model in student engagement: A path analysis. *Computers in Human Behavior, 48*, 114-125
- Henrie, C.R., Halverson, L.R., & Graham, C.R. (2015). Measuring student engagement in technology-mediated learning: A review. *Computers & Education, 90*(1), 36-53
- Homer, B.D., Plass, J.L., & Blake, L. (2008). The effects of video on cognitive load and social presence in multimedia-learning. *Computers in Human Behavior, 24*(3), 786-797
- Malin, D. (2007). Time-Lapse Photography. *The Focal Encyclopedia of Photography (Fourth Edition)*, 622-623
- Moos, D. C. (2009). Note-taking while learning hypermedia: Cognitive and motivational
- Seufert, T. (2018). The interplay between self-regulation in learning and cognitive load. *Educational Research Review, 24*, 116-129
- Sweller, J., Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (n.d.). Cognitive Architecture and Instructional Design. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1022193728205>
- Tobin, K. (1990). Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning. *School Science and Mathematics, 90*(5), 403-418