

發現兒童對互動式學習電玩之音效刺激的反應

李之光 大仁科技大學助理教授

謝佩璇 美國賓州州立大學資訊科技中心顧問

摘 要

此篇文章介紹互動式學習電玩的設計過程，從立定學習目標到決定設計三個主要的模組（看圖說故事、音拼圖遊戲、探索式閱讀），幫助兒童對恐龍這個主題有深度及廣度的了解。設計軟體後進行個案研究，四位兒童參與研究使用設計軟體提出修改建議。研究發現兒童在音拼圖遊戲中對於得分機制的音效刺激有顯著的學習成果，然而這樣的成果卻並非正常合理的反應。最後，作者建議未來設計可加強更多電玩的特色在互動式學習環境中，也謹慎考量使用者的特質讓得分機制有效幫助教師或家長判斷兒童的學習表現。作者也期待教師或家長能陪伴兒童一起使用學習電玩，鼓勵兒童在邊學邊玩的過程中彙整習得的知識。

關鍵字：互動式學習環境、遊戲設計、音效

* 本文 2007.05.07.收稿，05.25.審查通過。

前言

兒童使用電腦或線上遊戲軟體學算數、語文及其他科目有越來越普遍的情形¹。大部份的電玩設計除了可愛的卡通人物講述基礎知識概念，還有鮮活的動畫配合背景音樂（在此指音效）營造虛擬學習環境²。藉由不同難易度又有興趣的遊戲，兒童學習興趣提昇而且願意挑戰自我的學習能力，一方面背誦學習內容一方面應用所學的使用滑鼠或鍵盤回答問題³。此種互動式學習電玩主要設計之一是使用不同的得分機制，讓兒童有學習成就感而主動進入下一個學習課程⁴。電玩的得分機制種類繁多，依不同的學科屬性和情境設計給予不同的獎勵，讓兒童在學習過程中得到立即的回饋，例如：拯救遊戲中主角、得到金幣、補充能量等。以下，首先說明作者為何開始設計學習電玩軟體，如何選定學習的內容主題及範圍。接著，介紹此學習電玩的得分機制所產生的互動性，亦同時分析音效對兒童學習過程的影響力，提出軟體中使用音效作為立即的學習獎勵設計原理及方法。最後，作者從個案研究過程中發現兒童對音效刺激呈現的不同學習反應。結論部份提出建議值得未來學習軟體設計者加強，也期待教師與父母注意學童使用電玩的情形。

一、學習電玩的設計緣由

許多國小學童對於恐龍這個生物相當好奇⁵。過去研究有關兒童在建構特殊學科知識，練習分類或加強兒童解決問題的能力亦用恐龍這個主題⁶。作者

¹ Okita, S. Y., “Effects of age on associating virtual and embodied toys. *CyberPsychology & Behavior* 7/4(2004), pp. 64-471.

² Aase, H., & Sagvolden, T., “Infrequent, but not frequent, reinforcers produce more variable responding and deficient sustained attention in young children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD)”, *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 47/5(2006), pp.457-471.

³ Spronck, P., Ponsen, M., Sprinkhuizen-Kuyper, I., & Postma, E., “Adaptive game AI with dynamic scripting”, *Machine Learning* 63/3(2006), pp.217-248.

⁴ Elliot, A. J., & Harackiewicz, J. M., Goal setting, “achievement orientation, and intrinsic motivation: A mediational analysis”, *Journal of Personality and Social Psychology* 66/5(1994), pp.968-980.

⁵ Sain, K., “A multimedia odyssey: One teacher’s journey into technology integration, Electric School” (1999), Retrieved May 7, 2007, from, <http://www.electronic-school.com/199903/index.html>.

⁶ Alexander, J. M., Johnson, K. E., Leibham, M. E., & DeBauge, C., “Constructing domain-specific knowledge in kindergarten: Relations among knowledge, intelligence, and strategic performance”, *Learning & Individual Differences* 15/1(2005), pp.35-52; Hutchings, J., Lane, E., Owen, R. E., & Gwyn, R., “The introduction of the Webster-Stratton Incredible Years Classroom Dinosaur School Programme in Gwynedd, North Wales: A pilot study”, *Educational and Child Psychology* 21/4(2004), pp.4-15; Johnson, K. E., & Eilers, A. T., “Effects of knowledge and development on subordinate level categorization”, *Cognitive Development* 13/4(1998), pp.515-545.

有機會與某自然生態博物館合作，計畫設計一套互動式學習電玩給當地的國小學生（特別是六歲到八歲的學童），該博物館表示參觀現場恐龍化石展的兒童能直接地觸摸到仿製的恐龍化石，也很興奮地與巨大的恐龍模型照相，然而家長或帶隊的教師會沒有留心博物館為每一時期的恐龍所設計的知識內容看板。通常兒童走完博物館後對於恐龍的了解，只停在感覺的描述上，而沒有留下深刻的學習印象。博物館的導覽應該使兒童對於恐龍及其外表特徵、活動習性、居住環境、化石被挖掘的歷史年代記載等，有充份且專業的了解，然而要建構他們對恐龍真實的了解，還必須配合教師及家長之前之後的重點瀏覽以及複習。學校課程及時間安排無法讓兒童紮實的探索恐龍世界，博物館期望使用科技設計一套互動性學習電玩，讓兒童在有趣的環境中真真切切地認識恐龍。

（一）成立設計團隊及建立共同願景

爲了達到博物館的期望，作者與其他的組員多次與館員及仿製化石人員見面，並隨時準備照相機及攝影機以進一步了解設計需求。我們選擇早上九點剛開門的時間遊客較少，以及下午五點休館遊客散去後多次造訪博物館。爲將博物館平面及立體的所有知識內容進入學習電玩的設計中，我們大量自博物館取像，使用閃光燈拍攝恐龍模型或仿化石，使用夜光模式拍攝真收藏展示物。每個內容看板亦轉成電子檔供之後設計遊戲題庫使用。我們亦環繞博物館一圈作360度的攝影，期望能在電玩虛擬環境中仍呈現博物館原始面貌。最後，我們將所取得的所有高解析度影像存成電子檔並製作光碟備份用。爲期兩個星期的檔案整理及閱讀有關恐龍時期等相關資料，在接下來的兩個星期我們再次與博物館員約談，以確定互動性電玩設計背後的學習目標。從整理的電子檔中我們找到兩個古代時期出現最多種類且有特色的恐龍，經過館員同意決定先從侏羅紀及白堊紀 (Jurassic and Cretaceous) 開始，詳細介紹九隻最受兒童歡迎也最具特色的恐龍。學習目標的立定同時也爲了能與博物館網頁有教學性的搭配，這是設計中於其他單獨行銷的電玩產品不同之處。我們同時也確定兒童對恐龍這個名詞不陌生也有一定程度的學習興趣，只要教師或家長能在實際課堂或家中善用此軟體並且我們能提供適當的設計，必能達成學習目標。

(二) 訂定學習目標及發展學習活動

經由無數次的討論，最後訂定以下四項學習目標：

1. 能正確辨別九種不同的恐龍。
2. 能清楚指出恐龍的不同特徵。
3. 能具體描述恐龍生活環境及與其他恐龍的互動情形。
4. 能了解分類不同恐龍的方法。

接下來一個月的時間，我們開始腦力激盪為每一個學習目標列出不同的設計點子，同時進行工作分析及學習者背景分析，以了解設計所需花費的時間與經費，也能使設計考量兒童的學習特質，解決他們可能在學習過程中會遇到的學習疲倦感及挫折感。在許多的點子中，「問答」設計並且有立即的回饋（亦指得分機制）最具關鍵，因為互動性的學習過程（學習者與軟體）能讓兒童作答前反覆思索問題本身，回想並反思過去的學習經驗所獲得的知識，並開始進行批判性思考以找到核心概念並且解決問題的可能答案及方法，最後得出結論後開始作答⁷。我們的「問答」設計能使兒童作答後錯誤獲得觀念修正，正確作答有鼓勵使兒童對融會貫通的學習內容有深刻印象⁸。此設計沒有作答時間的限制，提供另一種互動性的學習過程方式，亦即讓教師在課堂使用此軟體並進行分組討論，兒童即能經由合作學習方式得到正確問題答案，如此學習過程將更紮實⁹。其他的設計點子經過討論後選擇能最容易使用動畫及影像設計軟體（Flash, Photoshop, QuickTime）製作出來也最能達到學習成效的為主，再篩選出最能直接達到學習目標的設計。

第一個學習目標的設計工作，主要為兒童提供多種觀察材料，在數個故事情節中的每隻恐龍有一則故事及圖片能展現當時生態環境。另外，有控制按鈕的設計，讓兒童依照自己的閱讀速度及理解力來吸收呈現在他們眼前的所有資訊。當兒童在閱讀故事時，亦有得分機制（「問答」設計）穿插其中。比如說：

⁷ Lewis, A., "Review of emotional intelligence games", *Counseling Psychology Review* 21/2(2006), pp.49; Pasch, M, Sparks-Langer, G., Gardner, T. G., Starko, A. J. *Teaching as decision making: Instructional practices for the successful teacher*(New York: Longman, 1991), pp.97-99, 121-125, 226-227.

⁸ Benito, Y. M., et al., "The effect of instruction in question-answer relationships and metacognition on social studies comprehension", *Journal of Research in Reading* 16/1(1993), pp.20-29; Fabrikant, W., Siekierski, N., & Williams, C., Improving students' inferential and literal reading comprehension (ERIC Document Reproduction Service No. ED 433497, 1999).

⁹ Guastello, S. J., Guastello, D. D., "Origins of coordination and team effectiveness: A perspective from game theory and nonlinear dynamics", *Journal of Applied Psychology* 83/3(1998), pp.423-437.

兒童閱讀了兩篇不同恐龍的故事進到第三篇首先看到暴龍頭部化石照片（以下皆以此種排名第一最受兒童歡迎的恐龍為例），接著按下控制鈕看到頭部模型照片後出現一問答題：「這個圖片是哪一種恐龍的頭部？」兒童們能將所觀察到的差異點並比較前三種恐龍的頭形作出假設並決定答案。若兒童答對了問題就是暴龍的頭部，他們能習得辨別恐龍的方法之一；若答錯了亦會有暗示使用圖片背景尋找線索，鼓勵並幫助兒童完成問答進到下一頁或閱讀下篇故事。

第二個學習目標的設計工作，主要讓兒童能親自拼出恐龍全身，我們提供小張分解的模型圖片檔，再用上述提及的動畫及影像設計軟體，加上用音效作為得分機制讓兒童對恐龍的特徵及外型有清楚的認識。此設計的得分機制是將每一小張分解圖加上音效，當兒童用滑鼠拖拉至正確位置時會出現音效，否則小圖片會停留在該處且讓兒童看到不符合背景框線的大小，兒童也可以在軟體視窗右側閱讀提示，所以在難易度上我們已作調整，建立小學學童的學習自信。當全部拼湊完成時，會出現該恐龍的模擬吼叫聲及出現另一張不同背景但是同一種類的恐龍大張圖片，每一小張圖片大小及音效一致，大圖片必定出現恐龍全身。比如說：兒童所見螢幕下方散落十二片暴龍的頭、手、腳、背等部分，當滑鼠經過小圖片時會變成手型，讓兒童知道可任意移動至他處，隨意移動滑鼠就能將小圖片拉至正確的位置，當完成暴龍全身的拼圖後，會看到暴龍張牙舞爪地走在叢林裡且聽到牠們的叫聲時，兒童因此受到激勵而願意積極繼續下一隻恐龍的學習。

第三及第四個學習目標的設計工作，主要將開發各種類型的「問答」題並配合語音及圖片介紹恐龍的所有資料，讓兒童不會因為先前所學的單字量有限而不願嘗試去閱讀大量的文字資料或因為文字的關係根本無法理解學習內容。因此，此設計便於且鼓勵兒童探索不同恐龍的詳細資料，也期待教師或家長給兒童時間先思考並詢問他們決定答案的思考邏輯，然後再繼續軟體的介紹內容。比如說：兒童猜測暴龍的尾巴有多長，或是暴龍是肉食或草食性爬蟲類，可藉由之前提供的故事背景及拼湊的小圖片比例說明為何這樣的生活環境下，暴龍就是肉食性且有尾長大約 39 到 46 英呎（約 12 到 14 公尺）。此設計之下有五種子設計（得分機制）：單選題（獲得星星及文字獎勵）、草肉食分類遊戲（歡喜或驚訝的音效）、恐龍出現時期列表（提供數字資料，語音導覽介紹恐龍的特徵及身長、身高、體重等）、尋找更多故事書遊戲（使用現今的

口吻及背景讓恐龍為第一人稱來說故事)、下拉式選單(快速搜尋經常問及的資料)。所有設計都提供兒童機會反覆回想每一個階段所學得有關恐龍的知識,也能了解恐龍是否較喜歡獨自行走或集體行動,知道牠們彼此互動情形也藉以比較兒童自身平日與其他同學的互動情形的相似或差異處。達成此兩個學習目標的過程是要讓學生不斷彙整先前一個階段所學的知識內容,進入下一個新的學習內容時藉由不同設計建構兒童對恐龍的全面認識,也讓兒童能在此過程中比較恐龍與恐龍間,甚至自己與恐龍間的相似及相異處,兒童的分類技巧也在此學習中提昇。

二、得分機制展現的互動性

以上就學習目標所設計的問答、故事、拼圖等遊戲,並非自成一個學習電玩軟體,而是整合成一套供教師或家長的輔助教具。此教具的互動性呈現在不同的得分機制設計以維持兒童的學習動機。兒童與學習電玩的互動過程中學習,逐漸建構對恐龍的認識,最後習得恐龍的所有知識。兒童的其他學習需求亦必須納入設計點子中。一個月討論設計點子期間,我們同時分析兒童使用電玩學習的能力和需求,在設計中可加入適當的說明以幫助他們知道如何開始與以使用者為中心的 (user-centered) 教具互動¹⁰。圖一為設計流程圖:

根據 Piaget 的認知發展階段,兒童學習對於多重面向的認同 (multidimensional identity) 會停留在前操作期 (preoperational stage) 和具體操作期 (concrete operational stage) 之間¹¹, 直到他們進入了具體操作期¹²。當兒童在前操作期時相當的自我中心, 以自己之前所體驗的及觀點來看外在的世界¹³。並且, 兒童有限的記憶力, 使他們使用合理但不恰當的技巧解決學習所遇到的問題或困難¹⁴。此外, 兒童不自主地將學習當作遊戲專注地玩, 對於太

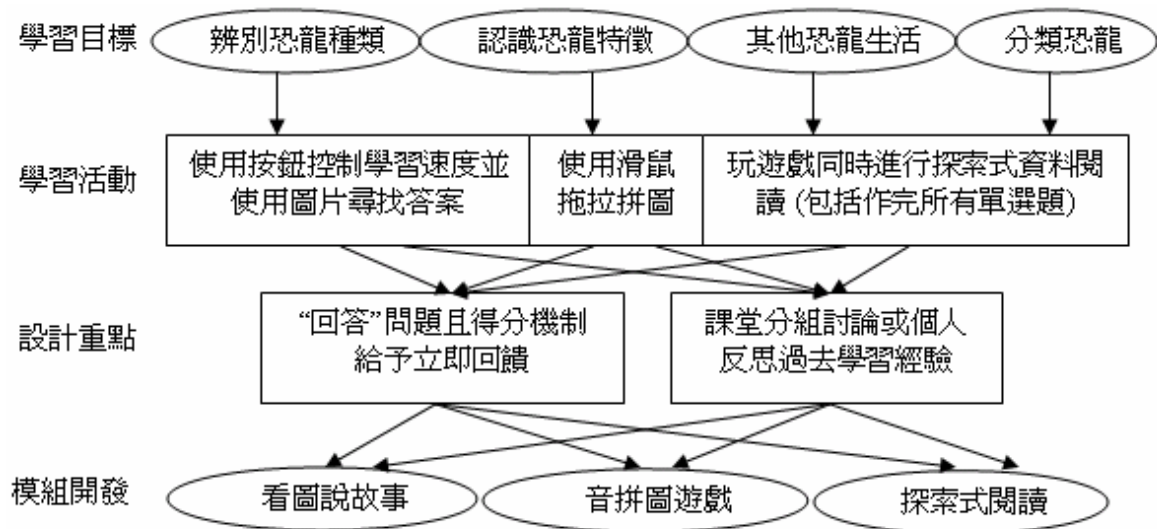
¹⁰ Gulliksen, J., & Lantz, A., "Design versus design: From the shaping of products to the creation of user experiences", *International Journal of Human-Computer Interaction (Special Issue: NordiCHI: Design versus design)* 15/1(2003), pp.5-20; Luchini, Quintana, and Soloway, 2003; Quintana, C., Krajcik, J., and Soloway, E., "A case study to distill structural scaffolding guidelines for scaffolded software environments". *CHI* 4/1(2002), pp.81-88.

¹¹ Ginsburg, H. & Oppen, S., *Piaget's theory of intellectual development* (3rd ed.) (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1988), pp.127, 133, 151, 161-168.

¹² Woolfolk, A. E., *Educational Psychology* (6th ed.) (Needham Height, MA: Allyn and Bacon, 1995), pp.52-62.

¹³ Woolfolk, A. E., *Educational Psychology* (6th ed.), pp.56-57.

¹⁴ Case, R., *Intellectual development: Birth to adulthood* (New York: Academic Press, 1985), pp. 59-61.



圖一 設計流程圖

易或太難的內容會失去繼續學習的興趣¹⁵。教師或家長盡可能地給予兒童鼓勵去面對具有挑戰性的學習內容，可以使兒童的學習興趣維持較長的時間¹⁶。Stipek(1998)甚至認為想要保持兒童的學習興趣與成效，就是提供精彩刺激(excited)的學習內容或遊戲。在此總結四點是設計時要考慮的，才能夠讓兒童順利地與學習電玩互動：(1)重覆複習已學的內容以加強記憶力、(2)新的學習內容結合之前的學習經驗以促進概念的理解、(3)遊戲單元不易完成卻不刁難具有挑戰性以提昇學習成就感、(4)給予不同鼓勵以增加學習興趣和時間¹⁷。

再近一個月的時間，我們使用筆紙素描或用 PowerPoint 呈現動畫與影音，以想像兒童學習的可能流程，期望最後階段的設計（近半年）能將互動性恰當地安插在學習內容中，其中特別加強設計不同的得分機制以增加互動性。許多研究已證明互動性環境設計有助於學習成效，設計中亦應滿足兒童的學習需求才能輔助他們積極參與學習活動並盡力表現¹⁸。此互動式學習電玩軟體最後決定由三個模組組成：看圖說故事、音拼圖遊戲、探索式閱讀。兒童可從這三

¹⁵ Shie, J. S., "Main features of a game and their implications for language teaching", *Journal of Da-Yeh University* 13/2(2004), pp.119-129.

¹⁶ Bandura, A., "Exercise of personal and collective efficacy in changing societies", edited by A. Bandura, *Self-efficacy in changing societies*(New York: Cambridge University Press, 1995), pp.1-45.

¹⁷ Stipek, D. J. (2002). *Motivation to learn: Integrating theory and practice* (4th. Ed.). Boston: Allyn & Bacon, pp. 17-18, 31-32, 113-116, 128, 164-166, 176-177.

¹⁸ Alevén, V., Stahl, E., Schworm, S., Fischer, F., and Wallace, R. (2003). Help seeking and help design in interactive learning environments. *Review of Educational Research*, 73(3), 277-279; Quintana, C., Krajcik, J., and Soloway, E. (2002). A case study to distill structural scaffolding guidelines for scaffolded software environments. *CHI*, 4(1), 81-88.

個模組中吸收九隻恐龍各方面的知識並能比較彼此間的相異。

（一）看圖說故事

就像是看電影一樣，兩位卡通人物帶著兒童看恐龍居住的環境，透過故事安排情節了解恐龍的習性和特徵，也知道他們如何與其他恐龍互動。互動性的設計有能控制學習進度的按鈕，更能邀請兒童主動進入故事情節中（圖二）。爲了讓兒童不對控制性按鈕感到疲倦，我們讓他們去尋找每個畫面不同按鈕位置。要讓兒童能夠感到身歷其境，就是讓他們能用鍵盤輸入自己的名字，看到自己的名字出現在畫面中與兩位卡通人物認識恐龍（圖三）。當卡通人物講解恐龍的點點滴滴，兒童會不自主將過去所學得的知識在他們的心智中作一整合歸納。教師或家長可以利用控制按鈕以及卡通人物提醒兒童應該注意恐龍的那個特徵，來進一步詢問兒童在主要畫面的背後看到山景、湖景及天空還觀察到什麼，也讓兒童有機會能問問題，或者開放時間給他們分享對於看到這畫面的其他想法。



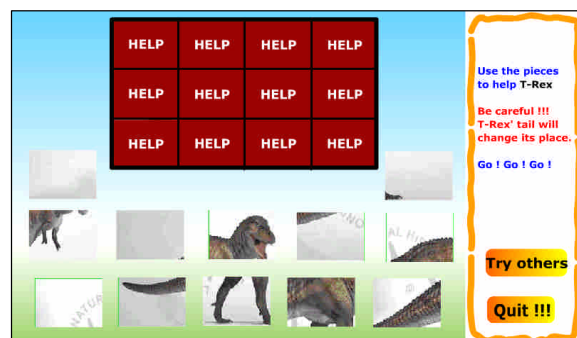
圖二 看圖說故事 I



圖三 看圖說故事 II

（二）音拼圖遊戲

除了在視覺上看到恐龍全身分解圖的刺激外，兒童每移動一張都會有音效的互動性幫助拼湊出完整的圖形（圖四）。當畫面一開始時，兒童會看到九朵雲彩像恐龍一樣擺置在天空上，如此可以激發兒童的想像力。若他們喜歡暴龍則可以猜測那一朵雲的形狀最像。在畫面的下方，有考古學家挖掘恐龍的場



圖四 音拼圖遊戲

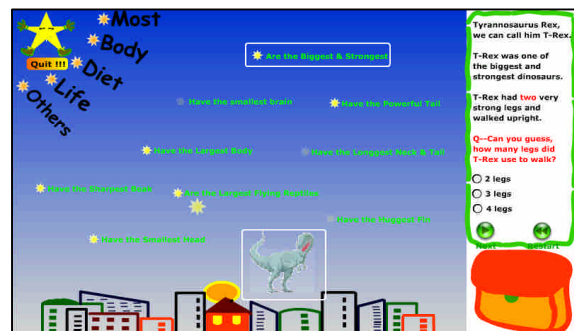
景，可以讓兒童了解恐龍是如何被發現的。兒童可選擇一朵恐龍雲彩並決定是否想要拯救這隻恐龍活現出來，或只要閱讀基本的資料即可。爲了加強兒童記憶力，在其他模組所出現的資料，在此也會重覆出現，讓他們能複習已學到的知識內容。兒童能耐心地拼完圖，是透過音效的得分機制，此互動性鼓勵兒童完成拼圖。這個模組的挑戰性在於兒童要重整十二張凌亂的圖片，故調整難易度將每一張小圖片拼上去的長方形格有 **HELP**（拯救），讓兒童充滿正義感要幫助恐龍重現，格框線加畫黑色的粗框可以讓兒童知道那一張拼錯了，當拼到某方格沒有音效出現時也可以暗示他們應將圖片移到別處。最後完成拼圖時立刻出現該種恐龍的模擬叫聲（博物館提供聲音檔來源），更能讓兒童感到有趣且夠刺激(excited)而願意挑戰拼出或拯救其他的恐龍。

（三）探索式閱讀

由於兒童（尤其是幼稚園至小學低年級學生）的手腕靈活動度未成熟，除了在其他模組讓他們用鍵盤輸入自己的名字外，其他的模組僅需兒童用滑鼠按控制按鈕或移動拼圖。此模組設計包括各種問答题庫及各種得分機制，互動性的表現在於兒童能因為圖片的可愛有趣又有動畫，能保持認識恐龍的閱讀興趣，也因為部份同樣的內容重覆出現穿插新的知識，讓兒童能一頁接著一頁的到不同畫面學習（圖五）。由圖中可以看到此模組介紹了有關恐龍的之最(Most)、身體(Body)、食物(Diet)、生活(Life)及其他(Others)。在此模組下有五個子設計（單選、分類遊戲、時期列表、尋找故事書遊戲、下拉式選單）所提供的得分機制，主要互動性是語音的撥放（圖六至圖十）。兒童除了用滑鼠作點選的動化，更可以聽到是恐龍介紹自己的背景聲音，此聲音配合兒童平日使

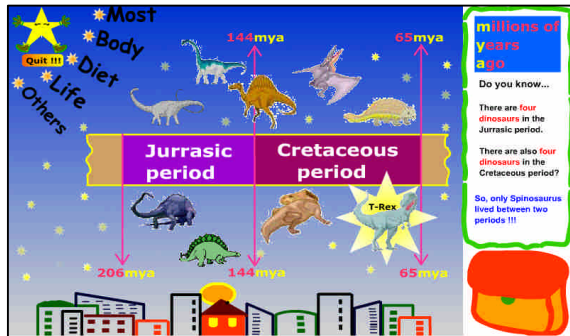


圖五 探索式閱讀主畫面



圖六 之最模組

用的語言，這樣學習新的知識對兒童來說不會感到陌生。玩遊戲時的音效呈現的學習刺激亦是要鼓勵兒童能喜愛使用此軟體。兒童也期望藉由語音及影像能主動地記憶學習內容，因此互動設計中讓兒童去比較恐龍之間或與自己生活之間的相異。此模組讓兒童有更多機會思考該如何解決問題，在這個互動式學習電玩的世界中豐富他們學習的體驗¹⁹。



圖七 身體模組



圖八 食物模組



圖九 生活模組



圖十 其他模組

有些研究認為多媒體的呈現讓學習者分心，無法有效記憶或理解學習內容²⁰。有些研究卻獲得相反的結論，建議學習內容加入多媒體設計才能幫助學習者²¹。互動式學習電玩軟體本質上已有多媒體的元素，音效的刺激更不可少

¹⁹ Aleven, V., Stahl, E., Schworm, S., Fischer, F., and Wallace, R., "Help seeking and help design in interactive learning environments", *Review of Educational Research* 73/3(2003), pp.277-279; Quintana, C., Krajcik, J., and Soloway, E., "A case study to distill structural scaffolding guidelines for scaffolded software environments". *CHI* 4/1(2002), pp.81-88.

²⁰ Hong, W., Thong, J. Y., & Tam, K. Y., "Does animation attract online users' attention? The effects of Flash on information search performance and perceptions", *Information Systems Research* 15/1(2004), pp.60-86; Matarazzo, G., & Sellen, A., "The value of video in work at a distance: Addition or distraction?", *Behaviour & Information Technology* 19/5(2000), pp.339-348.

²¹ Brunyé, T. T., Taylor, H. A., Rapp, D. N., & Spiro, A. B., "Learning procedures: The role of working memory in multimedia learning experiences", *Applied Cognitive Psychology* 20/7(2006), pp.917-940; Research on Learning and Media, *Learning, Media & Technology* 31/4(2006), pp.431-441.; Verhallen, M., Bus, A. G., & de Jong, M. T., "The promise of multimedia stories for kindergarten children at risk", *Journal of Educational Psychology* 98/2(2006), pp.410-419.

才能讓整個畫面安排的場景更具有戲劇性。以恐龍為主題的這個學習軟體使用不同得分機制，兒童與電腦間的互動不僅是動畫單獨的表現，更要讓兒童觀看畫面並且操控滑鼠去按或去拖拉物件時聽到音效。音樂（在此特別針對音效）本身的旋律或節奏帶出來的感覺不同²²，此軟體所加入的音效就要帶給兒童不同學習心情，讓他們知道所回答的問題是對或錯。整個完成品在將近半年後設計完成，我們直接邀請當地對恐龍這個名詞有大略概念的兩位兒童（各別二年級及五年級）進行測試，以檢測不良的連結或學習流程，一些物件的音效音檔也必須刪除，因為在測試中我們觀察太多語音顯得吵雜也帶給兒童疲倦感。接著，我們修改軟體的初成品並經過家長同意邀請同樣四位兒童（兩個二年級及五年級）正式地參與研究。

三、研究兒童不同學習反應

此互動性學習電玩是否已達成四個學習目標？我們開始個案研究，設計一份有十道題的考試卷（題目請見附錄），先進前測再讓兒童不限時間玩此軟體直到他們覺得想休息了，整個過程攝影他們坐在電腦前的行為表現，也使用螢幕擷取程式全程地捕捉兒童如何使用和軟體互動。最後，每位兒童結束後立即給予同一份考試卷進行後測，整個研究過程有我和他們的家長陪伴約在一小時半後結束。我們瀏覽兒童在學習過程中所錄製的影像和螢幕擷取畫面，整理出以下表一主要模組所設計的內容和得分機制，並將所觀察到四位兒童的學習影響力記錄下來。我們突然發現音效在學習電玩中可能有助於兒童作弊。

表一 三個主要模組的設計對兒童的學習影響力

主要模組	活動內容（得分機制）	學習影響力
看圖說故事	a. 輸入自己的名字（名字出現在畫面中） b. 尋找控制鈕（在舊資訊中獲得新的） c. 按控制鈕（向前向後或離開）	-不同按鈕位置減低疲倦感 -完全了解後再往下學習 -閱讀到重要且新的資訊
音拼圖遊戲	a. 想像雲彩為恐龍的外形（雲彩為按鈕） b. 決定是否要拼湊恐龍全身（獲得圈圈） c. 移動小圖片至長方形格（音樂刺激）	-感到學習自主可至別的單元學習而不受先備知識限制 -受音樂牽引完成拼圖而不是

²² Kalbach, J. (2002). Classifying emotion for information retrieval: Three Web sites. *Quarterly Journal of the Music Library Association*, 59(2), 408-411.

	d. 看到大圖片（圖片及音樂刺激）	觀察身體部份結構相對位置
探索式閱讀	a. 回答單選題（得星星和文字獎勵） b. 拖拉恐龍到適當的類別（音樂刺激） c. 使用時期列表認識恐龍（語音刺激） d. 在鋪陳的場景中找故事書（得故事書） e. 以問題點選搜尋其他資料（影像撥放）	-閱讀更多恐龍的圖片與資料 -立即回饋可修正問答題答案
共同學習影響力——加強記憶力和理解力、保持學習興趣		

爲了證實這項發現，我們再將四位兒童的前後測成績以及使用軟體的時間長度還有他們在學習過程中對主要三個模組的態度作分析（表二）。我們發現拼圖這個模組的音效刺激影響兒童的學習。此個案研究中的兒童已對恐龍有基礎的認識，所以前測分數相當的高卻未達滿分，他們不確定答案的可經由所設計的軟體找到正確解答。我們沒有告訴他們去那一個模組可以找到答案，然而三位兒童的後測成績皆有進步，兩個五年級兒童達滿分。特別的是，每個兒童都會嘗試玩拼圖，嘗試其他的模組後，兩位低年級兒童平均花 11 分鐘就結束學習，兩個高年級的兒童平均花將近兩倍的時間（21 分鐘），然而高低年級完成的拼圖數和所花的時間相當不成比例。我們發現其中一位低年級兒童相當喜歡音拼圖遊戲，也能在很快的時間內完成五個拼圖，而一位高年級兒童不了解該如何玩拼圖，最後花了時間完成八個拼圖。於是，我們重新播放這兩位兒童的錄影帶，也透過電話與那兩位兒童對話，希望能了解設計中加入音效刺激的得分機制在刪除吵雜的干擾外，還出現什麼的互動情形，讓兒童能有機會在短時間內完成許多的遊戲，或者在設計還需要考量那些因素才不會出現無法解釋的學習表現。如此也能幫助教師或家長掌握兒童的學習程度，不因只參考學習電玩的完成遊戲數而誤導成果。

表二 兒童在前後測的表現

	第一位兒童	第二位兒童	第三位兒童	第四位兒童
年級別（年齡）	二年級（8 歲）	二年級（8 歲）	五年級（11 歲）	五年級（11 歲）
前測（滿分 10）	8	7	9	9
後測（滿分 10）	8	8	10	10
表現進步與否	無	有	有	有
互動長度	12 分鐘 22 秒	10 分鐘 01 秒	26 分鐘 26 秒	15 分鐘 55 秒
互動情形	-比較喜歡拼圖	-只想玩拼圖，完	-喜歡輸入自己	-很仔細地閱讀

	和聽到恐龍的吼 叫聲，卻只完成 兩個拼圖 -能找到探索式 畫面中的錯誤	成五個而且玩得 比五年級兒童還 要好 -直接放棄探索 式的模組	的名字在畫面 -不了解怎麼去 拼圖，而最後完 成八個 -直接放棄探索 式的模組	每一篇故事 -完成三個拼圖 -未放棄探索式 的模組但表示不 喜歡這個
--	---	---	--	--

在與兩位兒童對話後，我們終於發現音拼圖模組兒童對音效刺激所呈現的不同學習反應。首先，兒童選擇一片似恐龍的雲朵，然後決定讓所選的恐龍重現，於是他們握著滑鼠看到十二片小圖片散落在畫面下面，他們通常會找身體部位面積出現最多（如腹部或背部）或最容易辨別的先拖拉（如頭或腳），拖至長方形格中前若第一片就擺放在對的格中，音效刺激的得分機制會立即出現，低年級的兒童若發現這種互動情形，將會如法泡製不再思考那一小圖片該擺放至何處，而是拖著這片遶著所有的長方形格去感應那一格會出現，就立刻放開該小圖片。高年級的兒童過去有拼紙作的拼圖，會先找邊界的小圖片，因此較不易發現音效刺激的得分機制，經過許多的錯誤嘗試最後才發現這樣的互動情形。高年級過去的學習經驗比低年級豐富²³，所以他們對於簡單音效刺激並不會用來成為完成學習的方式，反而是會依他們所學的來判斷恐龍頭和尾、腳和背的相對位置來拼圖。這樣的研究結果，確實讓我們警覺到音效在學習電玩中必須要避免的學習刺激反應。

我們仍能確定學習目標已經由此互動式學習電玩達成。其他的研究發現在於軟體的設計，特別是得分機制除了維持兒童學習興趣通過測試之外，也應考量是否能正確地指出兒童的學習表現。正如 Nielsen 和 Tahir 所說，軟體設計的評鑑必須要盡早執行越好²⁴。在研究後的訪談中，我們也確定兒童對於學習電玩的興趣，多彩的畫面、影音和圖片讓兒童充滿好奇，若研究不限於當天完成，兒童很想要完成閱讀所有的故事及完成所有的問答題。我們也發現軟體的設計中絕對不能出現任何錯別字或文法上的錯誤，兒童才不會在閱讀時不清楚內容的說明而無法作答或玩遊戲。我們可以想像兒童因為無法上手的電玩而放棄學習。設計後的測試極其重要，未來的研究亦可先了解兒童的閱讀能力及

²³ Blumberg, F. C. (2000). The effects of children's goals for learning on video game performance. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(6), 641-653.

²⁴ Nielsen, J., and Tahir, M. (2000). Keep your users in mind. *Internet World*, 6(22), 43-44.

對主題的了解程度，如此軟體所包括的模組能適當地提供不同年級兒童最佳學習環境。

結 論

設計軟體的過程是有趣的，雖然有時候程式寫不出來會感到沮喪，但是會從中得到更多設計的技巧。比如說，大量使用動畫編輯軟體，爲了可以連結更多影音及圖片，我們就在不斷的修正中越來越了解如何善用編輯軟體所附的元件來產生互動的學習，也越來越能應用學習理論在設計中以滿足兒童的學習需求。兒童學習行爲很難預測，因此軟體設計完成後的測試能清楚地了解兒童的思考邏輯，也能在下一階段修正時達成兒童的其他學習需求，雖然測試後的設計修正要花更多的時間。

我們建議未來的設計從準備素材到著手開發軟體，可以讓兒童成爲設計的一份子。他們的參與可以開闊設計的想像空間，也讓他們選定喜歡的音效或得分機制，節省許多設計或之後修正的時間。從研究中，我們再次審查此軟體設計從互動性及得分機制所帶出來的五項有助於兒童學習的特色：(1)遊戲樂趣——很吸引兒童能和恐龍邊玩邊學、(2)故事動聽——讓兒童身處不同情節聽恐龍說故事有效掌握學習概念和重點、(3)兒言兒語——簡單的文字和短句呈現學習內容、(4)多樣複習——呈現同樣的學習內容但以不同形式出現幫助兒童記憶和理解、(5)隱喻法——將兒童之前的學習經驗連結到學習內容與恐龍作比較。還有其他特色有助於兒童使用學習電玩，增加互動性的效果。比如說，兒童可更換背景色彩、可組合得分機制、連線網際網路後兒童能講話錄音給恐龍等。

在研究中，我們很高興兒童能誠實地告知他們的學習偏好及理由，也能點出設計時的盲點，特別是音拼圖遊戲中使用音效刺激即能完成學習。此個案研究讓我們更想了解其他面向有關兒童使用電玩的學習反應，也對於得分機制的設計欲作實驗型的研究。比如說，我們可先調查男孩與女孩認知上的不同²⁵，再設計不同顏色測試兒童學習的表現；或者選用同一色系而非花俏的設計，去測試是否會影響兒童學習的專心程度。Mayer 提出，多媒體設計中的七種研究

²⁵ Blumberg, F. C., & Sokol, L. M. (2004). Boys' and girls' use of cognitive strategy when learning to play video games. *Journal of General Psychology*, 131(2), 151-158.

型原則之一為不可將文字(words)、圖片(pictures)、聲音(sounds)、動畫(animation)和解說(narration)放在同一個設計頁面上同時出現²⁶。因此，未來的研究可以測驗多少的影音刺激或軟體程式給予回饋快慢對學習能有正面的效果或正確的評估。此個案研究中四個兒童對恐龍這個主題有充份的先備知識，未來研究也可針對低年級的兒童不具先備知識而使用學習電玩可達到的學習成效。

我們也期待教師與父母注意兒童使用電玩情形，並非每個電玩都有助於學習，有時必須花很多時間在玩而得到很少的知識內容。在研究中發現互動的學習電玩的音效刺激造成了學習表現不能單純解讀分數的情形，提醒了我們還要請教師或家長配合兒童學習時間進行其他種類的學習評量，或者應鼓勵設計者開發更值得信賴的得分機制。互動式學習電玩所設計的得分機制可以供作學習參考，主要是能真的幫助兒童在愉快的環境中思考、分享看法、解決問題。

後記

感謝 Chris Quintana 教授的指導，感謝設計團隊成員 Justin Parr, HoeYoung Kim, Baaba Baiden 所花的時間和對設計過程的貢獻，也感謝參與研究的四位小朋友。

參考文獻

- Aase, H., & Sagvolden, T. (2006). Infrequent, but not frequent, reinforcers produce more variable responding and deficient sustained attention in young children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(5), 457-471.
- Aleven, V., Stahl, E., Schworm, S., Fischer, F., and Wallace, R. (2003). Help seeking and help design in interactive learning environments. *Review of Educational Research*, 73(3), 277-279.
- Alexander, J. M., Johnson, K. E., Leibham, M. E., & DeBauge, C. (2005). Constructing domain-specific knowledge in kindergarten: Relations among knowledge, intelligence, and strategic performance. *Learning & Individual Differences*, 15(1), 35-52.
- Bandura, A. (1995). Exercise of personal and collective efficacy in changing societies. In A. Bandura, (Ed.). *Self-efficacy in changing societies* (pp. 1-45). New York: Cambridge University Press.
- Benito, Y. M., et al. (1993). The effect of instruction in question-answer relationships and metacognition on social studies comprehension. *Journal of Research in Reading*, 16(1), 20-29.
- Blumberg, F. C. (2000). The effects of children's goals for learning on video game performance. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(6), 641-653.
- Blumberg, F. C., & Sokol, L. M. (2004). Boys' and girls' use of cognitive strategy when learning to play video games. *Journal of General Psychology*, 131(2), 151-158.
- Brunyé, T. T., Taylor, H. A., Rapp, D. N., & Spiro, A. B. (2006). Learning procedures: The role of working memory in multimedia learning experiences. *Applied Cognitive Psychology*, 20(7), 917-940.
- Case, R. (1985) *Intellectual development: Birth to adulthood*. New York: Academic Press.
- Elliot, A. J., & Harackiewicz, J. M. (1994). Goal setting, achievement orientation, and intrinsic motivation: A mediational analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 66(5), 968-980.

²⁶ Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. (NY: Cambridge University Press), pp. 134-137, 140.

- Fabrikant, W., Siekierski, N., & Williams, C. (1999). Improving students' inferential and literal reading comprehension (ERIC Document Reproduction Service No. ED 433497).
- Ginsburg, H. & Oppen, S. (1988). *Piaget's theory of intellectual development* (3rd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Guastello, S. J., Guastello, D. D. (1998). Origins of coordination and team effectiveness: A perspective from game theory and nonlinear dynamics. *Journal of Applied Psychology*, 83(3), 423-437.
- Gulliksen, J., & Lantz, A. (2003). Design versus design: From the shaping of products to the creation of user experiences. *International Journal of Human-Computer Interaction (Special Issue: NordiCHI: Design versus design)*, 15(1), 5-20.
- Hong, W., Thong, J. Y., & Tam, K. Y. (2004). Does animation attract online users' attention? The effects of Flash on information search performance and perceptions. *Information Systems Research*, 15(1), 60-86.
- Hutchings, J., Lane, E., Owen, R. E., & Gwyn, R. (2004). The introduction of the Webster-Stratton Incredible Years Classroom Dinosaur School Programme in Gwynedd, North Wales: A pilot study. *Educational and Child Psychology*, 21(4), 4-15.
- Johnson, K. E., & Eilers, A. T. (1998). Effects of knowledge and development on subordinate level categorization. *Cognitive Development*, 13(4), 515-545.
- Kalbach, J. (2002). Classifying emotion for information retrieval: Three Web sites. *Quarterly Journal of the Music Library Association*, 59(2), 408-411.
- Lewis, A. (2006). Review of emotional intelligence games. *Counseling Psychology Review*, 21(2), 49.
- Matarazzo, G., & Sellen, A. (2000). The value of video in work at a distance: Addition or distraction? *Behaviour & Information Technology*, 19(5), 339-348.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. NY: Cambridge University Press.
- Nielsen, J., and Tahir, M. (2000). Keep your users in mind. *Internet World*, 6(22), 43-44.
- Okita, S. Y. (2004). Effects of age on associating virtual and embodied toys. *CyberPsychology & Behavior*, 7(4), 464-471.
- Pasch, M., Sparks-Langer, G., Gardner, T. G., Starko, A. J. (1991) *Teaching as decision making: Instructional practices for the successful teacher*. New York: Longman.
- Quintana, C., Krajcik, J., and Soloway, E. (2002). A case study to distill structural scaffolding guidelines for scaffolded software environments. *CHI*, 4(1), 81-88.
- Research on Learning and Media* (2006). Learning, Media & Technology, 31(4), 431-441.
- Sain, K. (1999). A multimedia odyssey: One teacher's journey into technology integration, Electric School. Retrieved May 7, 2007, from <http://www.electronic-school.com/199903/index.html>.
- Shie, J. S. (2004). Main features of a game and their implications for language teaching. *Journal of Da-Yeh University*, 13(2), 119-129.
- Spronck, P., Ponsen, M., Sprinkhuizen-Kuyper, I., & Postma, E. (2006). Adaptive game AI with dynamic scripting. *Machine Learning*, 63(3), 217-248.
- Stipek, D. J. (1998). *Motivation to learn: Integrating theory and practice* (4th. Ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- Verhallen, M., Bus, A. G., & de Jong, M. T. (2006). The promise of multimedia stories for kindergarten children at risk. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 410-419.
- Woolfolk, A. E. (1995). *Educational Psychology* (7th ed.), Needham Height, MA: Allyn and Bacon.
- Wright, C. (2001). Children and technology: Issues, challenges, and opportunities. *Childhood Education*, 78(1), 37-41.

附錄

(注意：原稿第 2 題至第 8 題的每個答案選項皆有附圖片輔助兒童作答)

Choose an answer which is appropriate:

1. () Dinosaurs are A. mammal, B. Insect, C. Reptile
2. () Which is one of the biggest and strongest dinosaurs?
A. T-Rex, B. Stegosaurus, C. Protoceratops
3. () Which dinosaur has the hugest fin?
A. Stegosaurus, B. Spinosaurus, C. Ankylosaurus
4. () Which dinosaur has powerful tail?
A. Diplodocus, B. Apatosaurus, C. Ankylosaurus
5. () Which dinosaur has the sharpest beak?
A. Protoceratops, B. T-Rex, C. Pteranodon
6. () Which dinosaur is carnivore?
A. Diplodocus, B. Pteranodon, C. Brachiosaurus
7. () Which dinosaur is herbivore?
A. Stegosaurus, B. Protoceratops, C. Spinosaurus
8. () Fossil is dinosaurs' ...? A. Skin, B. Bone, C. Muscle

Please Answer “YES” or “NO”:

9. () Herbivorous dinosaurs are friendlier than carnivorous dinosaurs.
10. () Dinosaurs who had smaller brain (or head) are more stupid.

Discovering Children's Reaction to the Stimulation of Sound Effects in Interactive Learning Video Games

Lee, Tze-Kuang

Assistant Professor of Tajen University

Hsieh, Pei-Hsuan

Consultant of Information Technology Services at the Pennsylvania State University

Abstract

This paper introduces the process of designing an interactive learning video game. Three major modules were designed after the learning goals were determined: storytelling, puzzle game, and inquiry map. The design helps children have a thorough understanding to the topic about dinosaurs. A case study was conducted afterward. Four children participated in the study providing suggestions to the future design. The study also found that children performed significantly well in playing the puzzle game because of the inappropriate design in its grading system, especially the stimulation of sound effects. Finally, we suggested that future design could add more other features in the interactive learning environment and carefully consider the children's characteristics, so that teachers and parents can better judge the children's learning performance. We also expect that the teachers and the parents can accompany with the children in the learning process as well as encourage them to organize learned knowledge by playing video games.

Keywords: Interactive learning environment, game design, sound effects