

昆蟲知識學習之虛擬實境教材設計 與ARCS探究

陳勇全* 廖冠智**

摘要

在臺灣的國小自然科課程中，認識與昆蟲知識學習方式多以蟲體標本、影像圖片和觀察記錄為主，本研究以Unity3D實作虛擬實境之認識昆蟲教材，結合挑戰任務、背景故事及知識問答方式，分兩階段施測共引導73名學童學習，最後探究ARCS學習動機之表現與深入觀察其操作歷程。研究結果發現，結合虛擬實境易於輔助學童認識昆蟲構造和生長過程，遊戲操作能引發學童探索樂趣與學習動機，期望能將虛擬實境的互動學習設計運用於不同學科參考。

關鍵詞：ARCS、昆蟲學習、教材設計、虛擬實境、學習動機

* 國立新竹教育大學數位學習科技研究所碩士，E-mail: ht30540@yahoo.com.tw

** 國立新竹教育大學數位學習科技研究所助理教授，E-mail: can@mail.nhcue.edu.tw

投稿日期：2012.11.22；修正日期：2013.01.29；接受日期：2013.01.31

DOI: 10.3966/2071260X2013010501003

Investigation on Materials Design of Virtual Reality and ARCS for Understanding Insects

Yung-Chuan Chen* Guan-Ze Liao**

Abstract

Generally speaking, insect education is mainly insect specimens, videos, pictures and observations as a means of understanding insect in Natural Science in Elementary School of Taiwan. The study is aimed at implementing the learning materials of understanding insects with virtual reality by Unity3D, and leading 73 elementary school students into game-based learning via learning challenges, background stories, and knowledge quizzes. The study had investigated the effect of ARCS learning motivation, and in-depth observed on the circumstance in operative process. Research findings are following as VR learning of the insects knowledge content enables students to clearly distinguish between the different of them, and providing the actual operation can cause the interest of the students. The authors hope that the research findings could be regarded as the design references for virtual reality learning in the variety of disciplines.

Keywords: ARCS, understanding insects, materials design, virtual Reality, learning motivations

* Master, Graduate Institute of eLearning Technology, National Hsinchu University of Education, E-mail: ht30540@yahoo.com.tw

** Assistant Professor, Graduate Institute of eLearning Technology, National Hsinchu University of Education, E-mail: can@mail.nhcue.edu.tw

Manuscript received: 2012.11.22; Revised: 2013.01.29; Accepted: 2013.01.31

壹、前言

在臺灣的國民小學（下稱國小）自然科課程中，引導認識昆蟲構造與相關知識受限於季節或地點因素，實際搜尋真實生命的昆蟲在課堂上解說示範較為不便，常藉由實際飼養、野外調查、觀看標本、影像圖片、觀察記錄等方式為學習途徑，或另以相關教育輔具協助學童認識昆蟲。周珊君（2008）指出，在認識昆蟲時，學童（或稱學生、學習者）常將不屬昆蟲類別的動物當成昆蟲（如蜘蛛、蜈蚣、蚯蚓等），另有認為有變態行為的才是昆蟲，或認為所有昆蟲都會歷經卵、幼蟲、繭與成蟲四個階段，代表學童對辨識昆蟲構造和變態行為呈現迷思與錯誤概念，尤其在昆蟲外型特徵方面難以分辨清楚。虛擬實境學習（Virtual Reality Learning, VRL）在教育應用已有諸多實例，Miller等人（1992）開發Digital VR Museum 並展出有關醫學、植物生長、自然環境、太空等教育主題供使用者瀏覽認識。

由此可知，藉由虛擬實境（Virtual Reality, VR）媒體的應用，多能輔助學習者了解學習內容，可不受限於實際環境的限制，以互動且兼具探索方式引導學習者學習，如李俊銘（2004）藉由自行開發的VR教學系統，將之運用在蚊子成長階段的認識，以及病媒蚊相關的防治教學，並透過操縱代理人的方式，來進行場景中所安排的任務，藉以加深學童對特定知識的了解和興趣；沈潔華（2005）運用VR直觀和立體的特性，將之發揮在國小地球運動的相關課程中，從而協助學童理解日夜和四季的成因，以及地球和太陽之間的運轉關係；游嘉豪（2009）使用VR結合數位遊戲，分別探究空間記憶、空間視覺化、邏輯思考空間、空間方位、心智旋轉等能力，期望增進學童對空間能力的認識。

在文創藝術互動導覽面向，黃雅晨（2008）藉由VR技術，創建「壽山巖觀音寺虛擬實境互動導覽」系統，內容包含廟宇藝術之「吉祥裝飾」、「建築形式」、「匾額與歷史」及「奉祀神明」四大學習主題，藉以提高學童對廟宇藝術的知能；王聖華（2008）則運用VR重新詮釋北宋名畫「清明上河圖」的面貌，透過操控虛擬角色、切換攝影機視角和對話系統，透過任何角度去觀察畫中物件，讓觀賞者對傳統藝術典藏有不同體認；International Business Machines Corporation（IBM, 2008）與中國故宮博物院合作，推出線上「虛擬紫禁城」導覽，使用者可以透過自行漫遊、加入導覽來了解紫禁城相關文物與歷史，隨時隨地可上線遊玩。

另外，在教育訓練的應用上，Kriz等人（2010）運用VR於核電廠安全的教育訓練上，以達到寫實逼真，方便隨時進行危機訓練，增進受訓人員的危機應變能力。蔡承恩（2011）以Second Life為環境，設計英語口說的教學活動，學習者

透過虛擬場景的上臺演說、交談和探索經驗，藉而提升英語口說的學習動機。Abulrub、Attridge與Williams（2011）則應用在工程培訓教育上面，以VR強化身歷其境的互動特性，降低學習摸索時間，並可重複練習增進熟練效果。

悅趣化學習（joyful learning）運用情境脈絡（context）的方式，提供使用者沉浸（immersive）的經驗，並強化使用者的學習動機和參與度，從而達到「寓教於樂」和「寓樂於教」的理想願景（梁朝雲、陳懷德、楊叔卿、楊接期，2008）；而遊戲式學習（Game-based Learning, GBL）屬於一種創新的教材設計與自學形式，主要是應用遊戲中的愉悅性來達成教育和學習的目的（梁朝雲，2010）。近年來有關悅趣化學習的相關研究，都能顯示學生在學習上有正面的效應（林勝介，2009；張弘典，2008；游嘉豪，2009；劉奕帆，2010；蔡宜良，2011；簡幸如，2005）。另外，Umetsu、Hirashima與Takeuchi（2002）提出結合遊戲和學習內容的模式，包含：單純模擬法（Simple Simulation Method）、結合法（Combination Method）與融合法（Fusion Method）。單純模擬法因省略整合學習活動和遊戲特性的步驟，所以不在本研究的討論之內；融合法是將上述結合法須同時適應兩套不同規則的缺點摒除，取而代之的是將學習活動安插在遊戲活動之中，使兩者結合的更緊密，並且將活動學習的技能概括在遊戲之中，讓學習者能輕鬆的在遊戲中獲得所要學習的內容，可將學習動機和樂趣無縫的延續下去，達成更有效率和動機的學習。

Vermunt與Verloop（1999）指出，學習動機的重要性，學習的基本要素除包含學生的知識基礎、程序技巧和學習的自我規範外，亦需有足夠的動機與情緒。Keller（1983, 1984, 1987）提出「ARCS學習動機模型」，讓教學者於教學過程需深入考量幾個問題。A為注意力（attention），指引起學習者的注意及在學習過程中維持注意力，若對知識內容沒有興趣，則相對的學習成效不佳；R為相關性（relevance），指能使學習者對學習內容有相關的體認，依照學習者的特性與文化背景進行教學設計，連結學習者先前的經驗提升動機；C為自信心（confidence）：信心影響學習成果，若因學習內容過於困難而感到畏懼，或感到過於簡單而乏味，將影響學習動機，甚至學習成效；S為滿足感（satisfaction）：在學習上獲得滿足，注意教學目標是否吻合學習目標，在學習過程中達成目標獲得鼓勵或回饋。

此外，Keller亦認為應用ARCS動機設計模式的過程，主要分為四個步驟，首先是學生分析（audience analysis），需了解學生們實際存在什麼樣的動機問題；第二步提出動機方面的具體目標（prepare motivational objectives），具體目標本身可涉及認知、情感和和心理動作的要求，如教師希望在上課途中學生表現出比以往更高的期待度；第三步是策略選擇（selection of strategy），教師必須選擇能完成具體動機的活動，須考量：不能花費太多時間、不偏離學習目標、能符合教學實施和開發

上的限制、是學生可接受的，以及與教師個人風格相對應的教學方式；最後一步是評量（evaluation），主要指學習目標的達到程度，還有動機激發的結果（引自盛群力、李志強，2002）。

ARCS應用於教育學習方面，國內於近年來有相關實例。如溫雅婷（2007）依據ARCS發展其閱讀教學策略，並探討過程中所遭遇的困難和解決方式，從而分析學生的學習態度與學習動機的轉變，且能幫助教師設計出多元的閱讀學習活動；林哲宇（2010）藉由ARCS來探討體驗式學習循環之教學策略，並依不同的教學模式，分為解說演示與引導探索兩種項目，而目標導向的部分，則依照量表得分將學習者分為學習目標和表現目標兩組，從而得知學習者在學習動機、滿意度和成效之影響；蔡育陞（2012）將ARCS學習動機模型融入數學補救教學模式，實際運用在學童數學低成就之教學改進策略，藉以檢驗學童學習動機和學習成就之成效。

綜合上述，本研究以文獻蒐集與實地訪談方式整理學童常見的昆蟲錯誤概念，使用Unity3D軟體實際設計出VR之認識昆蟲學習教材——「蟲蟲歷險記」，分兩程序進行系統前測與正式施測，參考Keller（1983）所提ARCS學習動機模型，自行編撰問卷評估量表並分別進行探究其學習動機的表現情形。研究成果期望能提供VR學習設計融入不同學科應用上的參考，輔助學童認識昆蟲。

貳、VR教材設計與ARCS探究

一、「蟲蟲歷險記」VR之內容設計

VR教材的故事背景以小瓢蟲「波弟」拯救母親為探險故事主題，將遊戲場景設定在美麗的彩虹果園中，昆蟲家族彼此和樂地生活。但一隻邪惡「西格瑪」黑蜘蛛想霸占果園，運用蜘蛛絲控制昆蟲的行動。波弟的母親為拯救牠，被西格瑪抓去囚禁起來，教材中學童則以波弟為想像角色，操作虛擬瓢蟲力行探險、闖關與回答的任務，依據好友的幫忙與提示，開始踏上讓彩虹果園恢復生機與尋找母親的冒險旅程。

教材的學習內容主在認識昆蟲單元的昆蟲構造、變態、擬態和保育昆蟲之認識，將系統關卡分為三主題單元（見表1），目前建置的昆蟲種類有：斑蝶（黑脈樺、大白）、獨刀角仙、鍬形蟲、蜜蜂、竹節蟲、蝨斯、葉脩、螳螂（薄翅、蘭花）。第一單元「昆蟲構造」：學童需在遊戲裡找尋特定道具和昆蟲，並回答對應問題以獲得道具與昆蟲，主要在引導學童認識昆蟲正確的身體構造，並導正對昆蟲外型特徵之迷思；第二單元「昆蟲擬態和變態」：延續前面關卡之學習概念，加強找尋擬態昆蟲的學習設計，主要讓學童可以認識昆蟲的擬態和變態而有正確認知；

第三單元「昆蟲保育」：需閃避現實中可能會危害昆蟲的障礙，完成遊戲目的（救出波弟的母親），主要讓學童親身經歷昆蟲在現實生活可能會遇到的危機。除三種主題單元外，另規劃「昆蟲展示」功能，主要針對故事中出現的波弟好友昆蟲群，提供學童可以自主操作與特定觀察某昆蟲的身體結構與細節。

表1

遊戲關卡與昆蟲學習對應項目彙整

關卡	關卡主題	教材內容
1	昆蟲構造	認識昆蟲的身體構造（頭部：單／腹眼、口器；胸部：腳、翅膀；腹部） 認識昆蟲的外型特徵 認識昆蟲與其他動物的差別
2	昆蟲擬態和變態	認識昆蟲的擬態 認識昆蟲的變態（不完全與完全變態）
3	昆蟲保育	了解昆蟲在環境中面臨的危機（棲地破壞、水源污染、農藥噴灑、人類捕捉） 學習維護昆蟲的生存

VR教材內容之系統開發歷經相關課程內容的整理，以及自然科專任教師訪談建議，首先經繪製腳本內容、場景畫面與2D角色設計程序，以完成草繪腳本之雛形，隨後進行3位教學現場之專家意見審核（見圖1與圖2）。互動技術製作使用Unity3D遊戲引擎、3D Max為工具，結合上述的學習內容、故事背景、關卡任務、3D角色設計（見圖3）與遊戲腳本，引導學童學習與認識昆蟲，其相關教材畫面與說明如圖4與圖5之整理所示。

二、研究程序與ARCS探究

本研究根據教育部（2008）所頒布《國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域》得知，昆蟲學習主要在小學四年級的課程中，研究對象以新竹市某國小四年級學童，隨機抽取A、B、C三個班級，學童人數共73人於課堂時間進行研究施測（分前測的25位與正式施測的48位學童）。此外，於各階段施測過程中安置1名引導員，主要負責整體流程的控管、系統的操作教學和活動進行。另因應電腦教室之座位安排和觀察員實際觀察的機動性，將全班人數分為四組，每一組設1位觀察員（總共4人），以協助學童的提問，並進行錄影與填寫觀察紀錄紙本。本研究VR教材腳本設計，以及教材前測與正式施測程序，見圖6的說明。

標號	故事說明	示意圖			
01	在一處名為「彩虹果園」的美麗樂園中，昆蟲家族彼此和樂融融地生活著。		04	因此黑蜘蛛便運用蜘蛛絲控制昆蟲們的行動。	
02	主角「波弟」是一隻可愛的小瓢蟲，平常就跟著昆蟲朋友們在果園中玩耍。		05	而主角波弟的媽媽卻因為拯救牠的原故，被邪惡的西格瑪抓去囚禁起來。原本美麗的果園就此瀰漫著一股詭異和不安的氣氛。	
03	但是某天，一隻看似不懷善意的邪惡黑蜘蛛西格瑪，闖進了這片果園想霸佔這裡。		06	在浩劫過後，騎在地上的主角，因著雨水的拍打，漸漸地恢復了意識，波弟起身環顧四周，隱約感到身體有些痠痛，但是他卻不見奮不顧身保護他的媽媽，還有一些逃離的昆蟲朋友們。	
			07	一股不安感從心中油然而生，伴隨著孤寂感和身體的痛楚，波弟就在細雨中緩緩地啜泣起來了。	
			08	這時從波弟後方傳來一股熟悉的問候聲，波弟嚇了一跳，原來是他的好友之一「皮皮」。皮皮是一隻可愛的小蜜蜂，平常喜歡跟波弟玩在一起。波弟驚訝地看著皮皮，皮皮看到剛才波弟哭泣的樣子，便耐心地安慰波弟，告訴他整件事情的來龍去脈。	
			09	波弟聽著皮皮的描述，才知道自己的媽媽被邪惡的黑蜘蛛帶走，其他的昆蟲朋友們則恐懼黑蜘蛛的行徑，而不見踪影，難怪四處都找不到牠們。	
			10	正當波弟陷入低潮中，這時皮皮跟波弟說他知道黑蜘蛛西格瑪的棲息地，但是必須一路破路路上的機關才能順利抵達，皮皮說完將地圖雷達交給波弟。	
			11	波弟手握著雷達，心中想著母親和失散的朋友們，強烈地找尋他們的心勝過畏懼黑蜘蛛的恐怖行徑。	

圖1 摘錄草繪腳本設計之擷取畫面

04	當玩家看過劇情介紹時（編號「03」），就會來到遊戲場景中。一開始畫面的介面配置有：（1）主角的體力值（位於左上）。（2）關卡名稱（位於上方中間）。（3）關卡的小地圖（位於右上）。（4）道具收集數（位於右下）。（5）小幫手（任務提示，位於左側，點選時，畫面中央會出現視窗，可點選關閉，並會出現小蜜蜂皮皮的圖像）。		07	靠近後，畫面中央就會出現有關昆蟲的試題考驗玩家，玩家可以點選合適的選項，以送出答案。		28	玩家在本關也必須小心人類在場景中的走動，須小心閃避，以免造成傷害（扣體力值一點）。	
05	玩家在3D虛擬世界冒險與收集過關道具時，會遇到一些小動物（分為昆蟲與非昆蟲），並找尋散佈在各處的過關道具。		08	當回答錯誤，玩家就會自動受到攻擊，體力值會扣一，畫面會出現「回答錯誤」的字樣，也會有對應的音效發出。		29	另外也要小心人類在場景中噴灑農藥，如被噴灑到，扣體力值一點。	
06	當玩家找到寶箱（道具）時，可向前接近。		09	當回答正確，位於右下的道具收集欄，數字會自動加一，畫面會出現「回答正確」的字樣，同時也會有對應的音效發出。		30	玩家在進行遊戲到最後時，會遇到小瓢蟲皮皮的媽媽，被蜘蛛絲給綁在半空中，此時接近時瓢蟲媽媽，就能將媽媽救下來，完成遊戲。	

圖2 摘錄內容專家審查遊戲之分鏡

施測時除ARCS問卷外，研究針對學童的VR教材操作使用進行面對面訪談，於實驗結束後以5名訪談員對單一學童進行深度的訪問，訪談問卷採取開放性結構設計，分四大面向訪談：（一）「蟲蟲歷險記」的整體使用觀感：整體而言覺得教材中有哪些內容（教學／遊戲性）、介面（操作功能）、畫面（2D／3D圖像）能引起興趣？或感到印象深刻之處；（二）以VR（3D）結合昆蟲概念的學習方式，與

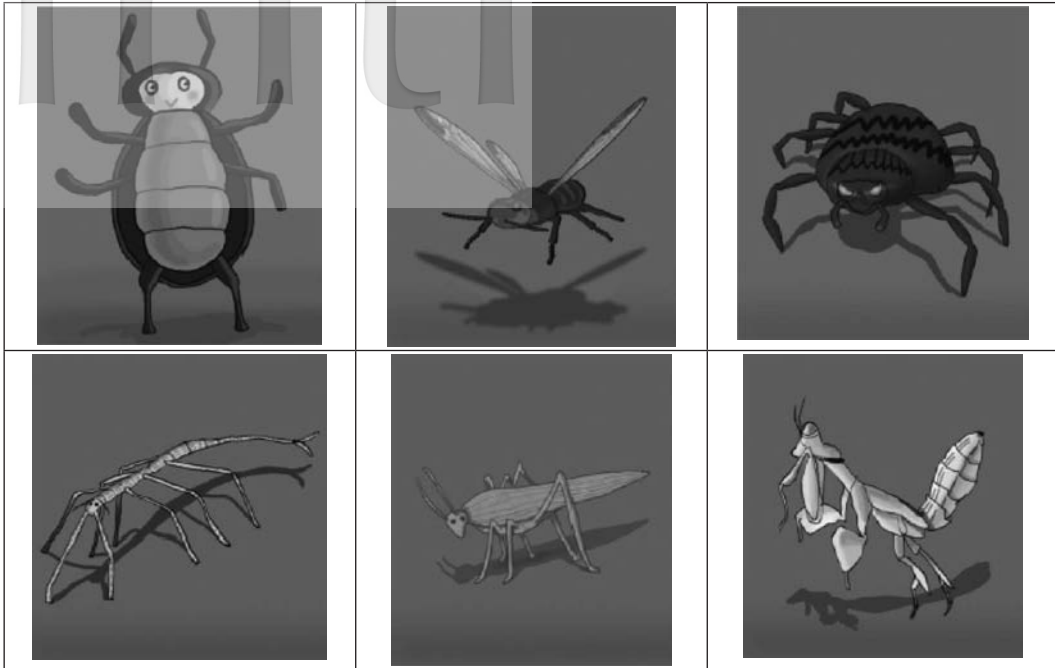


圖3 摘錄3D昆蟲角色設計



圖4 系統介面之設計示意

一般觀看昆蟲影片或標本的學習方式之差異：試著敘述在認識「昆蟲結構」關卡、「昆蟲擬態／變態」關卡、「昆蟲遭遇的環境危機」關卡了解了什麼？以及與以前上課方式，有什麼不一樣；（三）操作本教材時，對於介面（2D）和關卡（3D昆蟲）的操作感受：覺得操作「介面選單」的感受、「關卡一」、「關卡二」及「關卡三」的感受為何；（四）「蟲蟲歷險記」有哪些優／缺點，以及可能的改善方式？訪談最後，並行搭配錄影和攝影紀錄，以便研究進行後續分析。研究引導員、觀察員和訪談員皆為實驗活動之參與人員，採取被動姿態於學童旁進行觀察，以蒐集相關研究資料進行後續分析。兩次階段的施測重點分別說明如下：

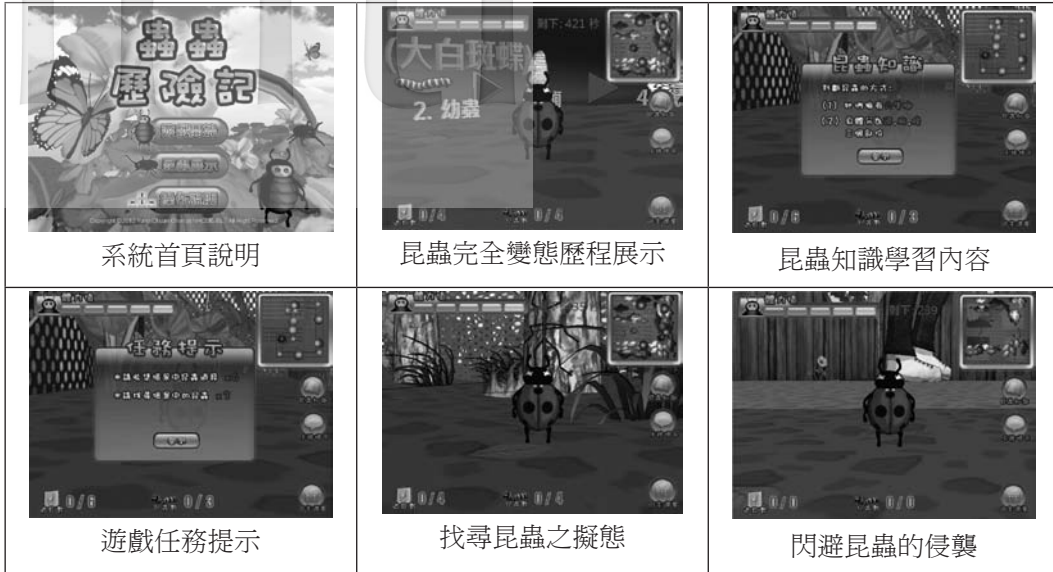


圖5 「蟲蟲歷險記」VR教材之擷取畫面。可參見線上系統：<http://can.elt.nhcue.edu.tw/insectVR/WebPlayer.html>

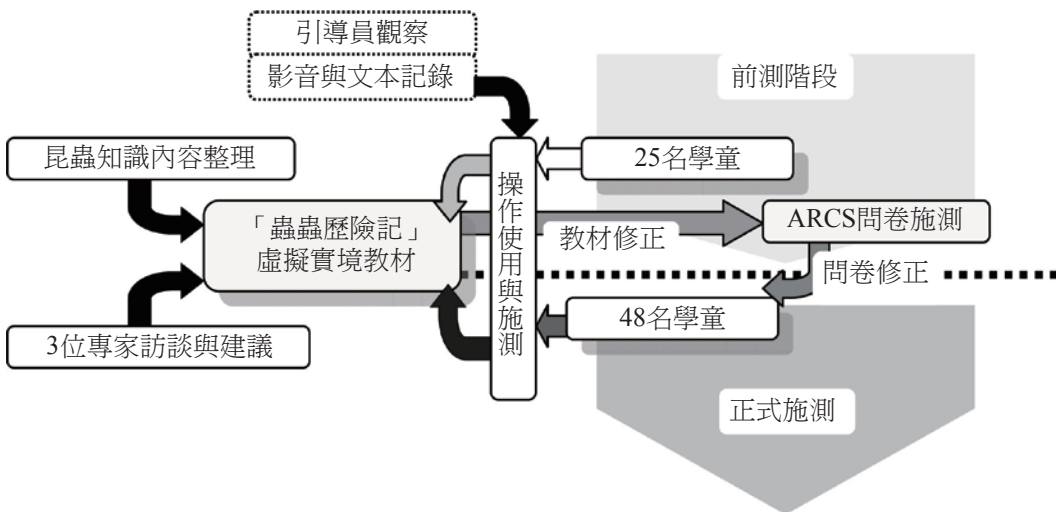


圖6 研究架構與程序示意。箭頭圖示顏色深淺，表示程之後先；虛線圖示為問卷修正後之程序。

(一) 前測階段：系統初步修正與 ARCS 前測

本階段採Likert-Scale五點量表方式，參考ARCS自編評估量表進行檢測學習動機表現情形，前測程序於教材系統雛形完成時，以25名學童為對象實施問卷調查，目的在於了解學童對系統實際操作情況／回饋及獲得ARCS學習動機問卷設計上的

修正，並實際修正系統的互動設計與操作介面。

(二) 正式施測：系統整體檢驗與 ARCS 探究

依據前測的系統使用建議並進行修正完成後，進入正式施測程序，對48名學童進行了解於系統修正後的反應與意見，以及施行現場觀察和實際訪談，在進行實驗的活動記錄時，採取直接觀察法，輔以錄影方式來加以紀錄整體活動的進行，實驗現場另有觀察員從旁填寫觀察記錄表，紀錄學童實際使用情況，觀察紀錄內容整理成文字編輯稿，輔助探究學童對完成教材系統其ARCS學習動機之表現情形。

參、ARCS學習動機評估

正式施測時採用修正過後的ARCS量表進行問卷填寫，可知問卷效度更能符合研究目的欲了解的ARCS探究，而評估後信度分析在正式實驗部分其Cronbach's α 值為 .945，顯示本量表具有一定之可信度，正式施測之ARCS學習動機成效評估與分析詳述如後。

一、「專注力」學習動機之表現情形

如表2所示，約有80.5%的學童表示認同的看法，僅有約4.8%學童表示不認同，顯示學童在專注力之學習動機有良好情形。本系統在整體的互動方式、關卡內容、劇情安排、視覺畫面等方面對學童有相當的吸引力。透過深入訪談，部分學童

表2

「專注力」學習動機之檢測結果

題目	評估分數（百分比）					平均數	標準差
	5	4	3	2	1		
A-1系統引導的劇情能引起我的探索動機	58.5%	22.0%	12.2%	4.9%	2.4%	4.29	1.031
A-2我可以專注昆蟲教材的關卡內容活動	53.7%	29.3%	14.6%	2.4%	0.0%	4.34	0.825
A-3透過虛擬實境方式能吸引我的注意力	63.4%	17.1%	17.1%	0.0%	2.4%	4.39	0.945
A-4教材內的昆蟲展示館能引起我的興趣	43.9%	26.8%	19.5%	9.8%	0.0%	4.05	1.024
A-5教材呈現畫面能吸引我	43.9%	43.9%	9.8%	0.0%	2.4%	4.27	0.837
平均	52.7%	27.8%	14.6%	3.4%	1.4%	4.27	

對於專注力項目的意見有Std-B2（以下代號Std代表學生；B、C、D為正式施測之代稱；數字為流水號）：「第一、二關昆蟲展示館的昆蟲畫得還不錯」；Std-B7：「關卡中的昆蟲（展示）館，可以讓我很清楚知道昆蟲的構造，而且可以從360度觀看」；Std-B11：「關卡很好玩」；Std-B14：「很像躲貓貓的感覺，去找出隱藏在場景中的擬態昆蟲很有趣」；Std-B22：「畫面比較立體，關卡活動也設計的不錯，會讓我們有興趣參與」；Std-B25與Std-C3：「操作角色時可以用跳躍來閃過障礙物，感覺很好玩」；Std-B25：「畫面的風格很可愛，動物角色和場景中的花草都是」；Std-C19：「裡面的昆蟲和葉子很真實」；Std-C22：「主角在跑的時候會有灰塵」。

從上述訪談資料和問卷項目中（題A-2到A-5）對照來看，學童Std-B11與Std-B22的看法能反映本系統在關卡內容部分能吸引學童的興趣，並進一步能專注在關卡活動中（題A-2）；學童Std-B25與Std-C3的看法則反映出本系統以3D為主的互動方式可以引起他們的興趣（題A-3）；學童Std-B2與Std-B7的看法則反映出系統內昆蟲展示館的設計能引起他們的注意，且能透過視覺和立體角度的整體規劃，來吸引他們觀看（題A-4）；而學童Std-B25、Std-C19與Std-C22的看法則表示本系統在整體呈現的視覺風格，能帶給學童親切、平易近人的印象，並在細節處能有所兼顧，讓學童有寫實深刻的感受（題A-5）。研究者在實驗中也觀察到學童Std-C12與Std-C15於操作系統時，對系統的開頭故事十分有興趣且投入其中，並和鄰座同學討論心得，而對照題A-1的平均數來看，有將近超過八成的學童都認同本系統的開頭劇情能引起他們的探索動機，這表示在劇情設計上面，以簡單易懂但不失曲折的劇情，且運用繪本型態的表現方式，能成功引起學童的注意力。

二、「相關性」學習動機之表現情形

如表3所示，約有81.9%的學童持認同的看法，僅有2.4%的學童持不認同的意見，顯示學童對於在系統中學習到的昆蟲知識與生活經驗和課堂中知識的結合，有正向的加強效應。研究者推測可能與學童目前正在課堂上學習昆蟲課程有關，由於前測時學童還尚未接觸到昆蟲相關課程，雖然對於本系統學童表現出較大的興趣，但在學習知識方面因只有短短的兩節課時間，可能無法在一時間全部吸收，而訪談的問題還尚在調整修正，因此在前測時還無法切確了解學童對於知識的吸收狀況；不過在本次正式實驗時，由於在訪談問題有因前測所歸納的意見來修正，且搭配到學童目前自然科課堂上的昆蟲單元，因此從中得到不少學童關於昆蟲知識的了解情形和看法，將之列於下方參考：

表3

「相關性」學習動機之檢測結果

題目	評估分數（百分比）					平均數	標準差
	5	4	3	2	1		
R-1系統內容對我自然科的學習有幫助	58.5%	19.5%	19.5%	2.4%	0.0%	4.34	0.883
R-2我能說出與昆蟲有關的學習知識	63.4%	17.1%	19.5%	0.0%	0.0%	4.44	0.808
R-3我能將虛擬實境的昆蟲和生活中的昆蟲做相關的聯想	56.1%	31.7%	9.8%	2.4%	0.0%	4.41	0.774
R-4我能將系統內學習到的昆蟲知識，跟生活上的經驗做結合	56.1%	24.4%	17.1%	0.0%	2.4%	4.32	0.934
R-5我能將系統內學習到的昆蟲知識，跟以前學習過的昆蟲知識做結合	61.0%	22.0%	12.2%	4.9%	0.0%	4.39	0.891
平均	59.0%	22.9%	15.6%	1.9%	0.5%	4.38	

（一）VR 式悅趣系統具有學習效果

Std-B7：「昆蟲面臨的危機很多，最大的敵人就是人類的威脅」；Std-B11：「知道昆蟲有分頭胸腹三個部位，還有六隻腳」；Std-B14：「學習到了昆蟲的結構，譬如說腳在哪裡、翅膀在哪裡，也知道昆蟲分為頭、胸、腹三個部位」；Std-B25：「就是我學到昆蟲的構造分為頭、胸、腹三個部分，而且知道毛毛蟲會經過結蛹的階段變化成蝴蝶」；Std-C19：「知道昆蟲完全變態會結蛹，還有昆蟲吃到農藥就會死掉」；Std-C22：「不完全變態少掉結蛹的階段」。

（二）VR 式悅趣系統可以帶來學習幫助

Std-B11：「可以自己去探索，也比較有參與的感覺」；Std-B14：「這個比較吸引人，讓我可以比較投入學習，會比較了解課本上講的東西」；Std-B19：「就是可以用電腦一次就可以清楚呈現昆蟲的構造，而且比較生動」；Std-B22：「就是昆蟲身體構造可以讓我們看得很清楚，還有可以控制角色，有參與感」。

從上述訪談意見和題R-1、R-2的統計情況來看，有高達八成以上的學童都認同本系統能帶給他們昆蟲學習上的幫助和相關知識，甚至學童Std-B6與Std-B22更表達運用本系統來學習昆蟲知識的效果會比上課來得好，顯示本系統確實在傳達昆蟲

知識和運用科技來讓學童互動的學習方式，能帶來不錯的成效，且能提升學生的參與度，並讓學習變得有趣。但也有學童Std-C4認為上課比較有效，因為比較不會分心。關於這點研究者認為，以往的傳統學習上多屬單一講授式的授課方式，可能對習慣於傳統方式的學童比較能適應；然而，在科技日益發達的現今，在學習上可以提供更多元化的方式讓學童們去選擇適合自己的學習方式或工具，並從中吸取相關知識，這才是當初開發本系統的用意；因此，本研究只是提供更多元的學習方式，至於選擇的決定權有賴於學童依自身的使用經驗來做判斷，以找到適合自己的學習方式。

三、「自信心」學習動機之表現情形

如表4所示，約83.4%的學童認同，僅有2.4%的學童持不認同的看法，題C-1至C-5的平均數皆在4.29以上，顯示本系統內的活動關卡操作控制，對大多數的學童而言，都能擁有相當的自信心來完成操作和挑戰。研究者觀察學童在操作的過程中，Std-B12與Std-B14會不時與身旁的同學分享在系統裡的新發現，並對關卡中的問答表現的很有興趣，表示對大多數學童而言，本系統的知識大部分都能被學童所吸收，並能引發學童們之間的互相討論；此外，也於訪談中獲得了學童對於操作上的看法，如Std-B2：有些地方比較簡單，弄得更有挑戰性會更好玩；Std-B7與Std-C22：感覺很簡單；Std-B19：沒有困難，很簡單。Std-C4：它的操作方式和一

表4
「自信心」學習動機之檢測結果

題目	評估分數（百分比）					平均數	標準差
	5	4	3	2	1		
C-1我對學會系統內的昆蟲知識有信心	48.8%	34.1%	14.6%	2.4%	0.0%	4.29	0.814
C-2我有信心完成系統內的所有挑戰任務	58.5%	24.4%	14.6%	2.4%	0.0%	4.39	0.833
C-3我覺得系統操作不難	58.5%	24.4%	14.6%	0.0%	2.4%	4.37	0.915
C-4我有自信操作系統內的瓢蟲角色進行探險	70.7%	17.1%	9.8%	2.4%	0.0%	4.56	0.779
C-5在系統內我可以表現優良，我相信是自身努力達成	61.0%	19.5%	17.1%	2.4%	0.0%	4.39	0.862
平均	59.5%	23.9%	14.1%	1.9%	0.5%	4.40	

般遊戲一樣，所以很好上手（以上為正面看法）。負面看法如Std-B25：角色操作上再流暢一點會更好；Std-C10：操作滑鼠和鍵盤有點困難。

從表4的數據來看，顯示大部分學童對系統中的操作感到有信心，並能順利藉由操作完成特定任務，Std-B2甚至覺得可以再設計的更有挑戰性，但仍有部分學童表示在操作角色時感到有點困難。研究者認為，除了因時間不足造成的操作不熟悉外，也和未在系統內提供進一步簡易的操作教學有關，雖然在正式實驗之前有提供學童課堂上的操作講解和練習時間，但學童到了正式操作時，有時還是會發生困難；關於此點，未來將考慮以教學關卡的方式或提供多樣的模式供學童選擇，以改善部分學童對於操作上的問題。

四、「滿足感」學習動機之表現情形

如表5所示，整體約有78.5%的學童表示認同，僅有1.9%的學童表示不認同，顯示學童對系統中所呈現的方式和內容有一定的滿足感。在關卡中主要以偏易的難度來進行任務，但對於較常接觸電腦的學童來說，又可能對他們來說較無挑戰性，未來考量如人力和時間許可，或許可將系統內容的難度化分為難、中、易三個等級，來分別滿足不同學童對於關卡的趣味和挑戰程度。另外，也將相關的意見蒐集整理，如Std-B11：「關卡很好玩」；Std-B14：「看起來比較立體，很有趣」；Std-B19：「感覺最後一關設計的很好」；Std-B22：「就是比較生動有趣」；

表5

「滿足感」學習動機之檢測結果

題目	評估分數（百分比）					平均數	標準差
	5	4	3	2	1		
S-1我喜歡這套系統，願意常學習使用	56.1%	24.4%	14.6%	2.4%	2.4%	4.29	0.981
S-2我能從系統中獲得昆蟲的相關知識	58.5%	26.8%	14.6%	0.0%	0.0%	4.44	0.743
S-3很開心能完成系統中的各項任務	63.4%	17.1%	17.1%	0.0%	2.4%	4.39	0.945
S-4我覺得在進行系統內關卡時很有趣	43.9%	26.8%	29.3%	0.0%	0.0%	4.15	0.853
S-5虛擬實境的呈現方式，讓我覺得很好玩	61.0%	14.6%	22.0%	0.0%	2.4%	4.32	0.986
平均	56.6%	21.9%	19.5%	0.5%	1.4%	4.32	

Std-C10：「就是很像真的，可以融入大自然」；Std-C22：「第一、二關比較簡單，第三關比較刺激」；Std-C24：「優點是它可以讓我們學到很多東西」。

從上述訪談意見得知，學童對於系統給自身帶來的滿足感都一致給予正向的評價，且普遍認為裡面的關卡活動十分有趣，能從中學到不少關於昆蟲的知識，表示本系統在對於滿足感的部分，能搭配任務的悅趣設計和3D的呈現方式來做結合，提供學童對於系統滿足感的正向感受。

五、整體表現情形

表6為ARCS學習動機之整體結果，共有81.1%的學童表示認同，僅有2.9%的學童表示不認同，整體平均為4.34，表示本系統在整體的動機面向獲得多數學童的支持，具有良好的學習動機與意願。受訪中學童表示期待與別人分享這套系統教材，表示希望未來能有更多的學習關卡來進行挑戰。整體而言，顯示本系統對於施測學童之學習動機方面能帶來正向的影響力。

表6

ARCS學習動機之檢測結果

ARCS項目	評估分數（百分比）					平均數
	5	4	3	2	1	
專注力	52.7%	27.8%	14.6%	3.4%	1.4%	4.27
相關性	59.0%	22.9%	15.6%	1.9%	0.5%	4.38
自信心	59.5%	23.9%	14.1%	1.9%	0.5%	4.40
滿足感	56.6%	21.9%	19.5%	0.5%	1.4%	4.32
平均	57.0%	24.1%	16.0%	1.9%	1.0%	4.34

肆、結論與未來研究建議

本研究以Unity3D整合VR之認識昆蟲教材——「蟲蟲歷險記」，引導學童認識昆蟲身體結構、成長過程及環境危機，經ARCS學習動機檢測與觀察實際操作歷程，探討系統使用評估及ARCS學習動機之表現成效，研究結果顯示，學童具有正面的學習動機成效。透過身歷其境的昆蟲冒險與生動的情境圖像，其專注力有助於引導學童了解故事的背景並從探索歷程中認識昆蟲的身體結構。

比較前測與正式實驗時學童對於昆蟲知識的了解情況，大多數學童於兩次實驗

中普遍都認為VR教材能輔助對昆蟲構造的了解，並能確實說出昆蟲構造中的重點特徵，清楚分出昆蟲與非昆蟲之間的不同；而在昆蟲保育方面，學童也於兩次實驗訪談中，表達出有關要愛護昆蟲和不傷害昆蟲之類的言論，表示透過VR遊戲式的學習，能帶給學童愛護昆蟲的觀念，並進一步能對環境的保育有所認知。然而，在昆蟲變態方面，比較前、後兩次的施測結果，可以發現，前測時學童對於昆蟲不完全變態的概念並不十分清楚，因而研究著手進行改良教材，將原本分開各別呈現的虛擬展示館改以統一並列呈現的方式，強化昆蟲完全變態和不完全變態間對比差異，使得進行正式施測的訪談資料中得知，多數學童能清楚說出昆蟲完全變態與不完全變態之差別，且部分學童甚至能舉出比擬，顯示相較於正式實驗時，學童對昆蟲變態知識的不足已獲得改善。

學童對昆蟲構造和變態方面常呈現的錯誤概念與混淆，VR教材將昆蟲和非昆蟲的動物同時並列，引導昆蟲完全變態和不完全變態的生長過程，以對比方式展示於關卡任務活動中，藉以對照區別兩者差異。從專注力與相關性檢測成效與訪談中得知，學童普遍皆能清楚敘述昆蟲的主要構造、變態和不完全變態之間的差異。最後，以道具蒐集、知識問答、找尋昆蟲和閃避障礙方式，結合關卡達成目標，引導學童遊戲探索完成任務而獲致滿足感，經學童反應闖關方式能帶來樂趣，且有信心完成關卡挑戰，進而認識昆蟲知識，顯示學童在本系統學習內容上具有正向的學習動機成效。

本研究結果呈現教材在學習動機上有正面成效，目前系統只提供線上單人的遊玩機制，尚未建立可供多人討論的交流空間，未來研究者考慮於學童順利闖關後，增設多人討論區的網頁連結，透過觀察學童們彼此的討論分享，可得知更多修正意見，為整體系統做更進一步的改善。另外，未來建議嘗試以昆蟲內容評量方式進行前、後測的實驗評估，並配合學校自然科認識昆蟲的教學時程，以檢測整體認識昆蟲在學習面向上的成效。

參考文獻

- 王聖華（2008）。應用虛擬實境於清院本清明上河圖設計之研究（未出版之碩士論文）。國立花蓮教育大學，花蓮縣。
- 李俊銘（2004）。資訊科技融入國小自然領域虛擬實境教學之探究——以蚊子的一生與登革熱防治教學為例（未出版之碩士論文）。國立臺南大學，臺南市。
- 沈潔華（2005）。以虛擬實境發展國小地球運動課程之設計與研究（未出版之碩士論文）。國立中央大學，桃園縣。

- 林哲宇（2010）。ARCS融入體驗式學習之學習活動中目標導向與教學策略對國小生電腦技能學習之影響（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 林勝介（2009）。運用數位遊戲提升國小學童創造力之探討及成效評估（未出版之碩士論文）。國立臺南大學，臺南市。
- 周珊君（2008）。以美國IDEAS科學讀寫模式提升學生學習成就探討——以昆蟲概念為例（未出版之碩士論文）。國立屏東教育大學，屏東縣。
- 張弘典（2008）。能源小蜜蜂：以數位遊戲式學習輔助能源教育（未出版之碩士論文）。國立中央大學，桃園縣。
- 教育部（2008）。97年國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域。臺北市：作者。
- 梁朝雲（2010）。實踐「寓樂於教」理念的數位學習設計。T&D飛訊，91，1-19。
- 梁朝雲、陳懷德、楊叔卿、楊接期（2008）。「悅趣化數位學習」研究宣言。取自<http://e-learning.nutn.edu.tw/>
- 盛群力、李志強（2002）。現代教學設計論。臺北市：五南。
- 游嘉豪（2009）。「空間冒險」數位遊戲之教學融入與設計（未出版之碩士論文）。國立臺南大學，臺南市。
- 黃雅晨（2008）。運用虛擬實境數位學習於國小六年級兒童廟宇建築藝術認知之研究（未出版之碩士論文）。國立新竹教育大學，新竹市。
- 溫雅婷（2007）。以ARCS動機模式與資訊科技融入閱讀教學之行動研究（未出版之碩士論文）。國立臺北教育大學，臺北市。
- 劉奕帆（2010）。悅趣式魔術方塊空間能力學習系統之研究（未出版之碩士論文）。國立新竹教育大學，新竹市。
- 蔡育陞（2012）。將ARCS動機學習策略融入數學補救教學探討學生學習動機與學習成就之行動研究（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化縣。
- 蔡宜良（2011）。擴增實境式星體運動悅趣學習設計與成效研究（未出版之碩士論文）。國立新竹教育大學，新竹市。
- 蔡承恩（2011）。透過「第二人生」的英語口說教學研究：沉浸理論的觀點（未出版之碩士論文）。華梵大學，新北市。
- 簡幸如（2005）。數位遊戲設計之教學模式建構（未出版之碩士論文）。國立中央大學，桃園縣。
- International Business Machines Corporation (2008). IBM與北京故宮合作攜手打造超越時空的紫禁城。取自<http://www.bnext.com.tw/article/view/cid/0/id/1199>
- Abulrub, A. G., Attridge, A. N., & Williams, M. A. (2011, April). *Virtual reality in*

- engineering education: The future of creative learning*. Paper presented at the Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2011 IEEE, Amman, Jordan.
- Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. In C. Riegeluth (Ed.), *Instructional design theories and models* (no page). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Keller, J. M. (1984). The use of the ARCS model of motivation in teacher training. *Aspects of Educational Technology, 17*, 140-145.
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development, 10*(3), 2-10.
- Kriz, Z., Prochaska, R., Morrow, C. A., Vasquez, C., Hsingtzu, Wu, & Rizwan-uddin. (2010, March). *Unreal III based 3-D virtual models for training at Nuclear Power Plants*. Paper presented at the 1st International Nuclear and Renewable Energy Conference (INREC10), Amman, Jordan.
- Miller, G. S. P., Hoffert, E., Chen, S.-E., Patterson, E., Blacketter, D., Rubin, S., (1992). The virtual museum: Interactive 3D navigation of a multimedia database. *Journal of Visualization and Computer Animation, 3*, 183-197.
- Umetsu, T., Hirashima, T., & Takeuchi, A. (2002, December). *Fusion method for designing computer-based learning game*. Paper presented at the International Conference on Computers in Education (ICCE'02), Washington, DC.
- Vermunt, J. D., & Verloop, N. (1999). Congruence and friction between learning and teaching. *Learning and Instruction, 9*, 257-280.