



## 專題式學習與數位遊戲設計應用於 課程設計與教學成效之研究

王學武\*

### 摘 要

本研究的目的旨在探討應用「專題式學習」與「數位遊戲設計」於三門數位遊戲設計專業課程中，學生是否能達到課程所設定的核心能力養成與專業知識學習之目標。本研究探討的三門專業選修課程中，「數位遊戲設計概論」為實作型課程，其課程目標是讓學生以分組的方式完成一款數位遊戲，在作業與教學活動的規劃上是依循「專題式學習」對專案設定的五個標準來設計；「3D遊戲程式設計」的課程目標為學習遊戲程式技術；「計算機圖學」則是理解與實作即時描繪的相關技術。為了能激勵學生活用所學到的專業知識，以及激發其創意，則將數位遊戲設計融入後兩門理論型課程的教學活動與作業規範。從分析小組實作型課程創作的遊戲內容與遊戲企劃豐富度中，發現學生確實能從「專題式學習」過程中獲得資料蒐集與創造、企劃與表達、資訊科技應用及團體合作等核心能力。學生完成兩門理論型課程後能展現讓人印象深刻的作品，特別是能運用物件導向程式設計來實現複雜的遊戲機制，以及融合有趣的遊戲玩法來實現作業的要求。因此，本研究將遊戲設計融入理論型課程，能激發學生的創意，並能實際應用所學的專業知識。

關鍵詞：計算機圖學、專題式學習、程式設計、數位遊戲設計

\* 王學武：國立臺北教育大學數位科技設計學系教授

電子郵件：hwwang@tea.ntue.edu.tw

投稿收件日期：2018.02.22；接受日期：2018.03.18

## 壹、研究背景與動機

研究者近6年在大學部任教的課程為「數位遊戲設計概論」、「3D 遊戲程式設計」與「計算機圖學」。這三門課是本系在數位遊戲設計的核心課程，涵蓋數位遊戲設計的企劃與美術之基礎，以及遊戲程式從基礎到進階的理論與實作。由多年教學經驗發現，「以實作為主、理論為輔」的教學模式，讓學生從實作中激發創意並建立能力，對本系學生是有最實質的幫助。因此，近年來的教學模式皆是以此方式進行。

「數位遊戲設計概論」為實作型課程，課程目標是要求學生完成一款遊戲的企劃與實作。設計遊戲是一個兼具挑戰與複雜的過程，學生要完成有特色的遊戲，除了小組成員必須蒐集資料、討論與探究外，更要主動學習新知以解決所面臨的問題，此正契合「專題式學習」(project-based learning) (Barrows, 1992) 所設定的學習模式。「3D 遊戲程式設計」是理論與實作並重的課程，理論部分為遊戲開發的程式技巧與設計樣式，實作部分則是撰寫程式以完成遊戲的內容。「計算機圖學」為理論型課程，其核心為講解即時成像相關的數學理論，這些理論也是數位遊戲的驅動核心。理論視覺化的過程必須靠撰寫程式，也就是說，這兩門課的核心之一都是程式能力的養成。已有不少研究者將數位遊戲設計融入程式設計課程以提升學生學習基礎程式設計 (Chang & Chou, 2008; Kazimoglu, Kiernan, Bacon, & Mackinnon, 2012; Tan, Ting, & Ling, 2009) 或物件導向程式設計 (Chen & Cheng, 2007; Garrido, Martinez-Baena, Rodriguez-Sanchez, Fdez-Valdivia, & Garcia, 2009) 的興趣，而且也確實能提升學生的學習成效 (Adipranata & Adipranata, 2010)。

本教學研究的目的，是將「專題式學習」融入實作型課程，將「數位遊戲設計」融入理論型課程之中。課程內容、教學活動與作業規範，是依照「專題式學習」的教學模式、設計數位遊戲，以及學生在各科目

所應習得的專業知識與核心能力而進行設計，並透過適當的評分機制來驗證學生的學習成效。期望本教學研究所規劃的課程內容、教學活動、作業規範與評量機制，以及所獲得的教學成果，可提供相關課程的教學設計者參考。

## 貳、文獻探討

本教學研究的目的是將「專題式學習」教學模式融入實作型課程，將「數位遊戲設計」融入理論型課程之中。因數位遊戲設計融入專業知識的學習屬於數位遊戲式學習（digital game-based learning）（Prensky, 2007）的範疇，以下針對此兩個學理進行相關文獻之探討。

### 一、專題式學習

「專題式學習」為Barrows（1992）所提出，其目的在改變傳統教學模式所導致的學習成效不佳，以及改善醫學系學生所學無法有效應用於實際工作的情形。此模型是以複雜的實際案例作為學習基礎，學習者必須各自蒐集資訊並探究問題的解決方式，同時透過合作學習的討論，在教師的協助與指引之下，確定問題與學習方向，透過此循環逐步地建立問題解決與活用知識的能力。「專題式學習」的主要特徵是執行特定的專題，而不是學習特定的事物（Moursund, 1999）。

「專題式學習」的核心是在實現專題本身，根據「專題式學習」教師手冊的定義（Thomas, Mergendoller, & Michaelson, 1999），專題必須是以具有挑戰性問題為基礎的複雜任務，任務的本身除了涵蓋學生在設計、解決問題、決策與知識探究等能力的訓練外，同時必須給予學生機會進行更多的自主學習，最後則透過實際的作品或報告來呈現所完成的專題內容。Diehl、Grobe、Lopez與Cabral（1999）認為反思、合作學習與熟練的技巧應用也是「專題式學習」的特徵。

在「專題式學習」應用於大學資訊課程的研究方面，Sababha、Alqudah、Abualbasal與AlQaralleh（2016）是導入於嵌入系統的學習，研究結果顯示能提高學生理解與應用嵌入式系統設計概念來解決實際工程問題的能力，讓學生接近真實商業軟體的開發情境中。Fioravanti等人（2018）的研究則發現學生對於採用「專題式學習」是充滿熱情且態度積極的。Kizaki、Tahara與Ohsuga（2014）亦發現當學生參與產學合作的軟體開發專案時，團隊成員會有溝通不良的情形，因此在「專題式學習」的環境中將敏捷式軟體開發流程導入，發現確實能改善團隊成員的溝通問題。此外，與傳統的教學方式比較，「專題式學習」應用於軟體工程的學習是有效且有趣的（Yadav & Xiahou, 2010）。

在專題內容的設計方面，Steinberg（1998）提出專題設計的六A原則：真實性、學術嚴謹性、應用學習、積極探索、與成人的關係、評量。在評量的部分，McGrath（2003）則指出評量本身應是一項學習活動，進行於整個專題執行過程，透過多元的評量，學習者能從教師或同儕身上得到回饋與建設性的批評。專題的難度不應過於容易，若學習者憑著既有的知識就能解決，這只是習題而不是「專題式學習」的專題。因此，Thomas（2000）針對「專題式學習」的專題提出了五個應具備的標準：

（一）中心性（centrality）：「專題式學習」的專題必須是課程的核心，也是教學的核心策略，學生透過該專案的執行達成學習課程的核心知識。

（二）驅動問題（driving question）：專題是以問題或疑問成為學生的驅動力，讓學生能面對問題並挑戰之，同時連結到課程所設定的，學生應習得之核心知識與概念。

（三）建構性調查（constructive investigations）：專題所提供的學習活動對學生來說必須具備一定程度的難度，不是學生運用既有的知識就能解決的練習。學生在達成專案目標所進行的建構性調查，必須包含

探究、知識建構與問題解決等過程。

(四) 自主 (autonomy)：學生對於專題的執行必須達到一定程度的自主性，也就是專案本身並不存在可預測產出的結果、或是透過既定的路徑來達成。專題比起傳統的教學或是作業的指派，應讓學生有更多的自主與選擇。

(五) 真實 (realism)：專題本身必須讓學生體會真實的感受，這些特徵包含了主題、任務、學生所扮演的角色、專案執行所在的場域、專案的產出內容與目標觀眾。也就是專案本身應包含與現實生活的連結，或是現實生活中所面臨的挑戰，而這些挑戰是學生有能力解決的。

「專題式學習」的架構與專題的設定方式，以及所對應能培養學生的資訊探究、知識建構、問題解決、團隊合作等能力，剛好契合「數位遊戲設計概論」課程的需求，且就專題的指定而言，以分組設計遊戲也能契合Thomas (2000) 所提出的五項標準。因此，研究者將「專題式學習」應用於「數位遊戲設計概論」課程，以期驗收學生在此課程所應建立的核心能力。

## 二、數位遊戲式學習

數位遊戲的高互動性，讓玩家很容易就融入遊戲，享受遊戲所帶來的樂趣與故事。這種高度的融入性，恰可彌補教學中學習者被動吸收知識的情形。Prensky (2007) 認為數位遊戲式學習包含了樂趣和參與，且結合嚴肅學習和互動娛樂。採取「數位遊戲式學習」不是為了改變學習環境，僅是期望運用遊戲吸引人的特性以增加學習者的學習動機，藉由數位遊戲來學習真正困難的學習主題。Garris、Ahlers與Driskell (2002) 認為，若將教學內容和遊戲特性結合，即可運用遊戲的魅力吸引學習者，遊戲過程可持續吸引學習者自發且反覆的學習，進而達到預期的教學目標。

將數位遊戲應用於學習的相關研究，可分為兩種：一種是開發數位

學習教材，亦即將學習內容以數位遊戲的方式呈現；單純以遊戲中所提供的問題或任務挑戰而言，提供答題的型式可分為單純的選擇題（如：Yes/No或四選一之類的題型），以及沒有固定選項的題型，亦即學習者必須根據所習得的知識去判斷、組合，或是尋找出問題的答案。例如，學習數學加減法的數學遊戲王國（王秀雯、陳孟君、王學武，2009）即屬於前者，每一個加減法問題都提供四個選項，學習者僅能從這些選項中選擇出正確的答案。另以展開圖遊戲來增進空間能力的Happy Cuber（王學武、王嫻茵，2008）則是屬於後者，每一個展開圖問題的答案都不是唯一，學習者必須從所給予的問題與展開圖型式，判斷要加入哪一個面才能是正確的答案。

沒有固定選項的數位遊戲式學習常應用於程式設計的學習，例如Chang與Chou（2008）所設計的Bomberman遊戲，學習者必須撰寫C程式來控制伴隨音樂移動的Bomberman，或是組合簡單的移動指令，讓機器人到達指定地點的Program your robot（Kazimoglu et al., 2012）。Frederick與Christopher（2011）則是設計出類似賽道的型式，以視覺化的方式讓學習者看到程式碼對應於遊戲中的運行結果。將數位遊戲設計融入知識學習則是另外一種型式，相關研究常見於程式設計的學習，包含基礎程式概念的學習（Jiau, Chen, & Ssu, 2009; Tan et al., 2009）或物件導向程式設計（Chen & Cheng, 2007; Garrido et al., 2009）的學習。Vahldick、Mendes與Marcelino（2014）的研究則整理出40款用來增強學生的基礎程式設計能力的遊戲。此外，在Adipranata與Adipranata（2010）的研究中亦發現，將數位遊戲融入物件導向程式設計的學習，學生通過該課程的比例確實提高。

本教學研究的目的是將數位遊戲設計導入較難的理論型課程，將數位遊戲設計融入課程教學或作業規範之中，期望透過此種方式讓學習者能因設計數位遊戲的誘因，願意投入更多的時間在專業知識的學習與作業的製作上，同時增進學生的程式開發能力。

## 參、課程設計與教學策略

本教學研究在課程設計方面，是以本系的課程架構為基礎，設定學生在該課程所應獲得的核心能力，並以此核心能力與專業知識為中心，規劃應涵蓋的教學單元、作業規範與教學活動，教學策略則是依照各課程的學習內容進行規劃。以下針對課程設計與教學實施策略兩個面向，分別就本研究所設定的三門課程進行說明。

### 一、課程設計

#### (一) 數位遊戲設計概論

本課程的目標在增進學生學習數位遊戲設計的專業知識，包含遊戲本質、遊戲企劃、遊戲美術與最新的發展與應用。在課程設計方面，透過個人作業（遊戲企劃、角色創作與動作設計）與分組作業（遊戲企劃、分組報告、遊戲的實作與展示）的規範與教學活動，讓學生建立資料蒐集與創造、企劃撰寫與表達、團隊分工與合作，以及軟體應用與實作等核心能力，如圖1所示。

本課程的內容規劃與對應的四個專業知識如圖2所示，實框線黑字的單元為理論的解說，黑底白字的單元則為技術與實作性的內容。內容規劃盡可能涵蓋數位遊戲設計的內涵，因此，學習單元較多，實際授課時會依學生的吸收情形進行調整。四個專業知識所涵蓋的單元內容簡要說明如下：

1. 遊戲本質：主要包含數位遊戲發展史（二至三週）、解剖數位遊戲（一週）、遊戲性（一週）、玩家心態與動作遊戲（一週）、角色扮演遊戲（一週）與平臺動作遊戲關卡設計（一週），讓學生了解各類型遊戲在設計上的核心要素，並從玩家的角度去看數位遊戲所帶給玩家的期待，以及成為一位遊戲設計師所應具備的特質，同時了解遊戲真正好玩與吸引玩家的要素。

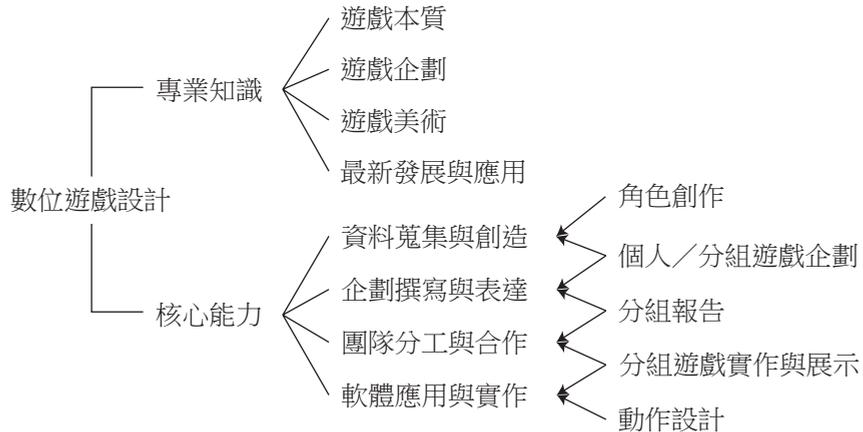


圖1 數位遊戲設計概論的核心能力與專業知識

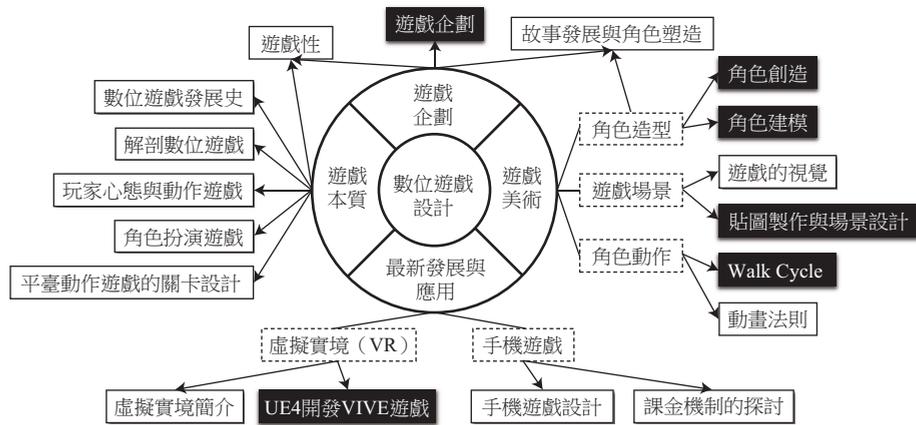


圖2 數位遊戲設計概論的課程核心與其對應的單元名稱

2. 遊戲企劃：包含遊戲企劃（一週），利用實際案例讓學生熟悉遊戲企劃所應包含的項目與撰寫規範，以及故事發展與角色塑造（兩到三週），從遊戲的世界觀的設定角度出發，讓學生了解一個故事所應包含的內涵。

3. 遊戲美術：主要包含角色造型（兩週）、遊戲場景（兩週）與角色動作（兩週）三個部分，讓學生透過實際的動手設計，了解角色動作設計上的難度。

4. 最新發展與應用：手機遊戲設計（一週）與虛擬實境遊戲（三週），是近年來重要的發展趨勢，一併納入課程的講授範圍，讓學生瞭解手機遊戲的設計與課金機制設定，同時認識虛擬實境遊戲設計與實際的開發流程。

教材都是研究者自行編撰，來源包含三個部分：第一部分為專業書籍，包含大師談遊戲製作等的相關書籍（Freeman, 2004/2004; Rollings & Adams, 2003/2003; Rolling & Morris, 2004/2004）與互動劇本創作（Crawford, 2004/2005），將書籍的精華部分納入教材之中，內容則隨著數位遊戲的發展趨勢進行調整。第二部分是研究者遊戲製作累積的經驗，包含遊戲場景與角色設計等實作上的經驗，提供學生在製作遊戲時參考。第三部分則是國外關於數位遊戲設計的最新文章，搭配適合的影音資料來強化學生對於新知的認識。

數位遊戲唯有實作，才能真正了解數位遊戲設計的內涵與難度。因此，本課程的核心評量就是要求學生以分組的方式完成一款PC（平板）遊戲的設計。此部分是依照Thomas（2000）所提出的專題應具備的五個標準來設計：

1. 中心性（centrality）：即是完成一個完整的遊戲企劃，以及一個可執行的遊戲雛形，學生透過執行此專案達成學習數位遊戲設計的核心知識。

2. 驅動問題（driving question）：要求完成一款遊戲，但主題由各組自行設定，遊戲的特色為何，如何才能實現，這些問題正是學生的驅動力。學生要完成的成品，用到的核心知識都是課堂上所講授的內容。

3. 建構性調查（constructive investigations）：遊戲規則由學生自訂，各組必須自行上網查資料，比較與探究才能設計出吸引玩家的遊戲

玩法。由於本課程開在大學二年級下學期（以下稱大二下），學生之技術實作的能力還不夠成熟，要完成一款遊戲雛形有一定的困難，且課堂不講解遊戲引擎。因此，學生必須自己探究與學習遊戲引擎的使用。

4. 自主（autonomy）：僅要求完成一款遊戲，每一組學生都有自主性，能選擇製作該組成員所共同喜好的遊戲內容。

5. 真實（realism）：無論PC或是VR遊戲必須完成可執行的遊戲，且需實機展示所完成的內容，都是真實情境。

本研究為了讓依循「專題式學習」所設計的分組作業能發揮其應有的效果，個人作業的規範是搭配分組作業所需的專業知識與核心能力所設計，繳交時程的安排則是與分組作業交叉進行。最主要是讓學生能循序漸進地認識數位遊戲設計的技巧與難度，並達成四個核心能力的養成。本課程的評量規劃是：個人作業30分、分組作業70分（PC遊戲的企劃與實作40分、VR遊戲企劃與實作30分），各作業的核心要求與對應課程的核心能力養成訓練整理如表1所示。

表1

數位遊戲設計概論的評量方式與核心能力的對照說明

作業名稱	核心要求	企劃撰寫 與表達	團隊分工 與合作	資料蒐集 與創造	軟體應用 與實作
個人作業					
App遊戲企劃	依照遊戲企劃規範，完成15頁的遊戲企劃，遊戲概觀與市場分析為必要項目	●		●	
角色創作	依照角色的設計流程，完成至少一個角色造型創作	●		●	●
角色動作	參考課程講解的walk cycle與範例資料，設計一個動作			●	●

(續下頁)

表1 (續)

作業名稱	核心要求	企劃撰寫 與表達	團隊分工 與合作	資料蒐集 與創造	軟體應用 與實作
分組作業一：PC（平板）遊戲					
市場分析 與報告	每人至少蒐集五款遊戲，並與所設計遊戲的玩法與創意進行比較。繳交內容包含：簡報、遊戲概觀與市場分析比較	●	●	●	
遊戲企劃 報告	依企劃書範例，完成各組的遊戲企劃內容，規範投影片所應包含的內容與投影片張數	●	●	●	
實作成果 報告	完整的遊戲企劃（含美術設定、關卡設定與遊戲海報），遊戲的成果展示。	●	●	●	●
分組作業二：VR遊戲					
VR遊戲 企劃報告	每人至少蒐集兩款遊戲（其中一款是VR遊戲），並與所設計的遊戲進行分析，說明所設計遊戲的玩法與特色	●	●	●	
VR遊戲 期末展示	以UE 4開發VR遊戲，完成一個可以在hTC VIVE展示的遊戲內容		●	●	●

PC（平板）遊戲的繳交規劃上，學生必須在第2週交分組名單，第4週進行第一次的遊戲企劃報告。本次報告的重點在於：每位學生都必須進行市場資料的蒐集，經由團隊成員的討論、分析與發想，創作出具有特色的數位遊戲。同時藉由課堂的報告、同儕互評與教師的講評，讓學生能了解其設計遊戲的優缺點。

第二次報告安排在第12週，重點在完成遊戲企劃初稿，包含：市場分析與比較、遊戲的創作動機與創新性、遊戲故事與關卡設定，以及所對應的美術設定等等。這是在訓練學生資料蒐集與創造、企劃撰寫與表達及團隊分工與合作的能力。由於數位遊戲從企劃到實作，會因製作上的需求而修正遊戲企劃。在第18週的期末報告中，除了展示遊戲作品

外，遊戲企劃的完整性也納入評分，目的是希望學生能將製作過程中所遭遇的困難與克服方式，落實在遊戲企劃之中，達到「專題式學習」所期望學生獲得知識之建構與問題解決的能力。VR遊戲的兩次報告則安排在第10週與第18週，此規劃對學生在核心能力養成的目標，是與PC（平板）遊戲相同的。

個人作業的App遊戲企劃的繳交時間是第6週、角色造型作業則是第8週，目的是讓每位學生都能先認識遊戲企劃的撰寫格式，以及熟悉角色造型的創作流程。學生在此作業所獲得的專業知識與核心能力，即可應用在第12週的分組作業報告之中。無論是2D或3D遊戲，角色動作都是不可或缺的一環。因此，角色動作安排在第16週繳交，就是期望學生能先有練習，再將所學應用在遊戲實作之中。

## （二）3D遊戲程式設計

本課程目標是讓學生了解數位遊戲程式的設計樣式，並透過程式開發完成可執行的遊戲，使學生在熟悉遊戲程式技術的同時，也提升物件導向程式設計能力。為了達成此目標，本課程以C++所開發的跨平臺繪圖函式庫Cocos2d-X作為課程講解與遊戲實作的基礎。在技術探究、創意發想、解決問題與實作整合等四個核心能力的養成上，則搭配課程內容的講解與演練、遊戲作業的規範與作業的展示等方式來實現，如圖3所示。

課程內容的編排是以Cocos2d-X為核心，包含Cocos2d-X簡介、Scene、Layer & Sprite、Animation & Action與Scenes & Lighting等單元。由於分子運動與Box2D物理引擎都是遊戲中不可或缺的部分，也是遊戲程式應學習的專業知識。因此，這兩個原理解說範例同樣是以Cocos2d-X為基礎。遊戲程式設計樣式與技術的說明則涵蓋在各教學單元之中。本課程內容的編撰皆由研究者自行設計，教學單元的說明請參考表2。

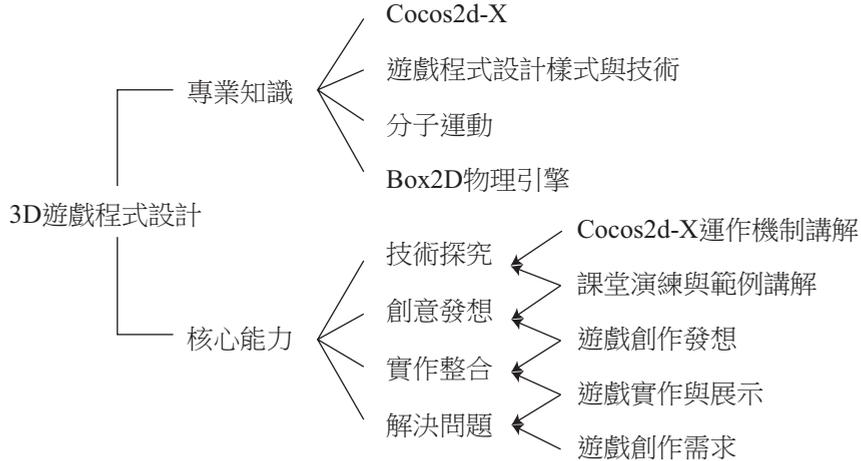


圖3 3D遊戲程式設計的核心能力與專業知識

表2

3D遊戲程式設計課程單元的整理說明

單元名稱	週數	專業知識
Cocos2d-X簡介	3	說明遊戲引擎的發展趨勢、Visual Studio 2015的安裝、APK檔的製作，以及GitHub的使用。遊戲程式技術則講解遊戲執行流程的控制機制，此為設計樣式的重要觀念
Scene、Layer & Sprite	3	講解構成遊戲畫面的Scene與Layer的關係、基本繪圖單位Sprite、整合貼圖的plist/png的產生、螢幕觸控的判斷與按鈕的實作、Cocos Studio編輯器的使用與遊戲物件的讀取與控制。貼圖整合是為了加速遊戲的執行，按鈕如何以物件導向的方式來設計，都是設計樣式的重要技巧
Animation & Action	2	序列幀動畫的建構方式與Action類別的使用。程式技術則是搭配Cocos Studio所製作的角色動作與表情，搭配專屬的類別框架，講解如何將兩者整合在一起，增強學生的物件導向程式設計能力

(續下頁)

表2 (續)

單元名稱	週數	專業知識
Scenes & Lighting	2	多場景的切換與多點觸控的使用方式。遊戲程式包含：場景切換時的資源釋放、雙狀態按鈕類別的說明與無接縫中景的實作，這些都是重要的設計樣式。特別是資源釋放，搭配範例讓學生能理解資源控管的重要性
分子運動系統	2	分子運動系統的完整架構。程式技術則是從分子的管控，學習建置整個系統的程式邏輯、學會List樣板的使用，以及大量資源存取所應採取的方式，這些都是應學習的物件導向程式設計能力
Box2D物理引擎	3	以三個範例講解Box2D的使用，包含：Static and Dynamic Objects、Fixture and Collision與Joint。程式技術在了解遊戲中物理引擎的運作模式，搭配編輯器所設計的靜態與動態物件，如何以程式碼來自動建構出對應的物理世界

本課程對學生專業知識的學習有兩個核心目標：讓學生了解遊戲運作的核心機制（以每一幀（frame）的時間去控制畫面上所有會動的元件）與設計樣式的運用、透過遊戲實作來提升物件導向程式設計的能力。為了讓學生循序漸進地學習這些專業知識，作業的程式難度是從容易到困難，共規劃了三個作業。

第一個作業是橫向卷軸的跳躍障礙遊戲（30分），遊戲機制就是簡單的跳躍障礙。在物件導向程式能力的訓練上，包含：運用封裝機制來實現遊戲角色的控制與狀態改變、不同障礙物難度的控制與計分，以及可提供三種不同狀態切換的按鈕。判斷遊戲角色是否成功跳躍障礙物、障礙物出現時展現的動態特效，以及倒數計時等功能，則是讓學生熟悉與應用遊戲的核心機制。

第二個作業是實作分子運動系統（35分）。由於分子的運動軌跡計算是以每一幀的時間為單位，且整個分子運動系統的程式架構，就是一個典型物件導向的封裝範例。因此，透過此作業學生能同時學習到課程的兩個核心目標。然而，要學生從無到有設計出完整的分子運動系統其

難度太高，因此，此作業是以課堂所提供的範例為基礎，要求學生完成範例中尚未完成的部分，但必須新增其他效果。

第三個作業是運用Box2D來實作包含三個關卡的闖關遊戲（35分）。其目的除了讓學生熟悉物理引擎的使用，加強學生在四個核心能力的訓練，更是此作業的設計重點。課程單元僅介紹Box2D所提供的基本功能，如：動態與靜態剛體、齒輪與繩子等，但作業需求包含：手繪剛體的生成、元件的整合與應用（如：一節一節的繩子與可運動的車子），以及與分子特效的結合等等，都是學生必須自己探究才能解決。至於，三個關卡要如何設計，則讓學生自由創作，這當然是在訓練學生的創意發想能力。

### （三）計算機圖學

課程目標是讓學生理解即時描繪相關技術的數學模型，並能實際撰寫程式實現與應用這些理論所能呈現的效果。此外，搭配原理講解、程式範例的展示、作業的功能需求，以及數位遊戲的創作等等，培養並建立學生在數學推演與應用、物件導向程式設計、解決問題與創意發想等核心能力，如圖4所示。

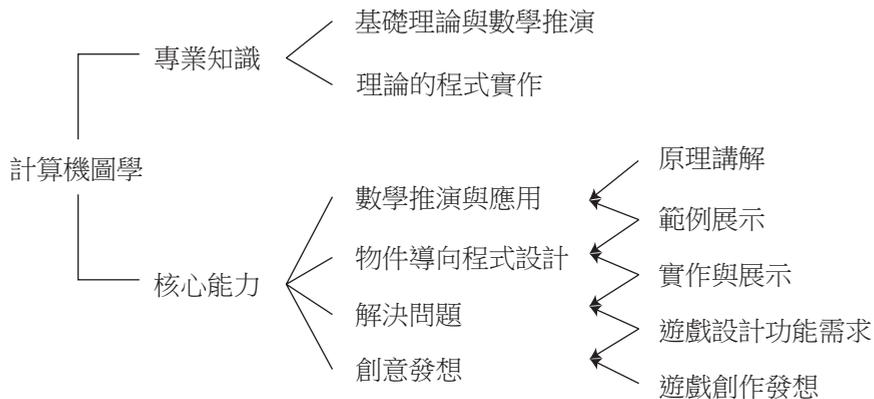


圖4 計算機圖學的核心能力與專業知識

本課程指定有教課書（Angel & Shreiner, 2011），由於教課書所提供的投影片並不適合本系學生且範例較少。因此，研究者僅保留書中與技術原理有關的解說與章節名，每個單元內容皆重新編排，並針對需講解的原理自行設計範例。範例程式都是以C++搭配OpenGL繪圖函式庫來設計，目的是讓學生了解如何以程式來實現「計算機圖學」的原理，同時達到訓練學生程式撰寫的能力。表3列出本課程相關單元的專業知識內容，基礎理論與數學推演包含：Graphics System and Models、Geometric Objects and Transformations、Viewing、Lighting and Shading，以及Discrete Techniques等單元，OpenGL Part 1到Part 5則是對應於這五個單元的實作範例。

表3

「計算機圖學」課程單元的整理說明

單元名稱	週數	專業知識
計算機圖學簡介	1	介紹計算機圖學的發展歷史與應用範圍，說明OpenGL繪圖函式庫的安裝與Microsoft Visual Studio開發環境
Graphics System and Models	1	介紹計算機圖學的基本概念，包含：成像原理、3D即時描繪的繪圖管線（Rendering Pipeline）、材質與貼圖的關係、Shader的功能與概念
OpenGL Part 1-Introduction	2	設計7個範例來解說Shader-Based OpenGL的程式語法，並透過C++與Shader Code來說明基本幾何圖形的繪製與即時描繪流程的概念
Geometric Objects and Transformations	1	說明線性代數與座標變換，引入Homogenous Coordinates將物體的位移、旋轉、縮放等轉成矩陣的型式，說明物體的運動可以轉換成一系列對應矩陣的相乘
OpenGL Part 2-Transformations	1~2	5個範例說明物體運動的計算，搭配類別應用在Shader-Based OpenGL的程式開發，強化學生解決問題、物件導向程式設計與創意發想的核心能力
Viewing	2	講解「計算機圖學」中對於鏡頭與成像的處理方式，並推演出所對應的數學模型

(續下頁)

表3 (續)

單元名稱	週數	專業知識
OpenGL Part 3- Viewing	1	6個範例說明鏡頭的控制與父子關係的建立與互動，並導入物件導向中的Singleton Pattern來實現鏡頭類別，加強學生物件導向程式設計與解決問題的能力
Lighting and Shading	2	搭配Maya與3DS MAX的範例，說明光源與照明計算的數學模型，包含：Local Reflection Models、Flat Shading、Gouraud Shading、Phong Shading
OpenGL Part 4- Lighting and Shading	1	5個範例說明照明計算的數學模型如何在CPU與GPU兩端以程式碼來實現，以及利用Pixel Shader來實現Per-Pixel Lighting
Discrete Techniques	2	解說Buffer運作方式與貼圖的生成，介紹常用的貼圖技術、Tangent Space Normal Map與環境貼圖的數學模型
OpenGL Part 5- Texture Mapping	2	6個範例講解Buffer的實作，貼圖的參數控制，以及多層次貼圖、Normal Map與環境貼圖的Shader程式語法

由於理論背誦與推演很重要。因此，課程的評量包含三個程式的實作與兩次小考。兩次小考各佔10分，目的在檢核學生的數學推演、應用與解決問題的能力。第一次考試內容涵蓋Geometric Objects and Transformations與Viewing，第二次為Lighting and Shading。

Geometric Objects and Transformations的數學模型，包含：簡單幾何物體的繪製，物體的平移、旋轉與縮放等功能。由於2D射擊遊戲所包含的遊戲元件，如：一般敵人、Boss級敵人及玩家飛機，都可運用簡單的幾何物體來替代，且遊戲機制正是物體的平移、旋轉與縮放等功能的組合。此外，物件導向程式設計中的多型，更是控制不同類型敵人的運作與顯示的典型範例。也就是說，2D射擊遊戲的遊戲機制與實現方式，契合於學生必須學習的基本理論，以及物件導向程式設計能力的訓練。因此，第一個作業就是實作一款2D射擊遊戲（30分）。

第二個作業是Lighting & Camera Control（15分）的實作。此作業僅要求學生撰寫程式來實現複雜的照明原理，同時學會運用滑鼠來控制鏡頭的運動，搭配Discrete Techniques單元所介紹貼圖原理。第三個作

業則是要求實現一個包含六個房間的3D Showroom（35分）。不同房間的設計與互動（含貼圖），很適合採用多型來降低程式開發上的複雜度。由於房間是射擊遊戲或動作遊戲常用的互動場域，因此射擊子彈列為實作的需求。在這個展示空間中，同時要求將貼圖技術（包含光源貼圖、法線貼圖、環境貼圖等）、燈光控制與鏡頭運行融入房間的設計之中。要如何將遊戲玩法與作業規範結合，則留給學生自由發揮。這個作業就是採用此種設計來增進學生的物件導向程式設計、解決問題與創意發想等核心能力。

## 二、教學策略

三門課的上課地點都在專業的電腦教室，教學方式皆依照所編撰的投影片，配合影片或範例在課堂上進行講解。牽涉到軟體操作的部分，則會在課堂上帶領學生進行操作，部分單元則依照內容的需求進行隨堂討論，讓同學發表自己的創見。除了上述的共同實施方式外，各課程所特有的教學策略說明如下：

### （一）數位遊戲設計概論

本課程理論內容的講解會根據教學內容的需求，讓學生在課堂上即興發表其對遊戲的想法。以蜥蜴保護蛋為例，遊戲設定就是單純的蜥蜴要保護蛋。此時會要求學生發表自己的設計策略，並說明遊戲類型與玩法。學生發表後，研究者會解說學生的創意，並補充說明：「想法要落實成完整的遊戲，必須制定明確的規則，規劃美術與程式各需要執行哪些工作來完成」，讓學生理解在這樣的遊戲設定下，存在哪些執行難度，而這正是遊戲設計有趣但也是困難之處。

實作型的操作，如角色walk cycle設計，搭配講義講解外，研究者在課堂實際表演不同的走路姿勢，利用肢體表演讓學生理解單純的原地踏步走，同樣包含許多人體律動的細節，例如：骨盆的運動軌跡是一個無限大符號、腳步的抬起與落下包含正反向關節的運動等等。

在分組作業報告部分，研究者聽取學生報告後，會針對各組作業進行講評，並提供實作上的建議。各組第一次進行報告時，會要求在報告中說明於市場分析前後，各組對其遊戲設定的改變差異與心得。此外，會要求修課學生根據自己的觀點，寫下對於其他分組遊戲設定的感想與意見。這些意見都會在下週發給學生當成其後續設計上的參考，此即是「專題式學習」的同儕回饋。

### （二）3D遊戲程式設計

教學進行是搭配講義與範例在程式開發環境上直接說明。本課程雖與數位遊戲設計有關，但本質上是程式實作型的生硬課程，這些知識與程式技術需要時間理解。再加上Cocos2d-X的程式框架與遊戲程式設計樣式，對學生而言是抽象的。課程的講解步調會放慢，學生較無法理解的部分，則會搭配必要之解說流程再次說明。部分單元則會在課堂上安排隨堂討論與實作，讓學生不至於一直聽程式碼的講解而失去專注力。

### （三）計算機圖學

本課程包含理論與實作兩部分，教學活動是數學理論搭配程式範例的講解。在理論單元部分，除了搭配投影片說明外，也會透過數學公式的逐步推演，讓學生能更熟悉原理背後的數學模型。實作部分，則透過程式碼講解搭配課堂上的討論與練習，讓學生更熟悉程式的實作方式與物件導向程式設計。所有學生必須上臺報告自己的作品，目的是希望透過同儕間的相互比較，激發學生努力將作業完成的動力。

## 肆、教學研究設計

### 一、教學研究對象與實施期程

本教學研究的三門課程都是選修課，開設在研究者任教的科系。「數位遊戲設計概論」開設在大學二年級下學期（以下稱大二下），

教學研究時間為104學年度第二學期，修課學生計有33位本系的學生。

「3D遊戲程式設計」開設在大學三年級（以下稱大三下），時間是104學年度第二學期，修課學生計有13位（5位大四、8位大三）本系的學生，人數少是因此課程為進階課程，學生必須具備基本的物件導向程式能力，才能應付本課程的作業需求。「計算機圖學」開設在大學三年級上學期（以下稱大三上），時間為104年學年第一學期，最後完成課程要求的計有22位（8位本系大四、12位本系大三、2位外系大三）學生。

## 二、資料蒐集與分析

本教學研究的三門課程，在學生學習表現的資料蒐集與分析部分，依課程性質採取不同的策略。「數位遊戲設計概論」的個人作業無須報告，依既定時程於課堂繳交電子檔（角色創作可交紙本）。分組作業則於課堂報告並繳交投影片與遊戲企劃書，期末則繳交完成的遊戲程式。研究者以手機錄影學生的報告內容，以利後續的表現分析，並於報告結束時給予講評，包含：報告（投影片與企劃書）的優缺點及所創作遊戲吸引人之處與後續可再補強之處。第一次報告時，學生必須在課堂撰寫並繳交同儕互評意見書。在資料分析部分，每項作業皆依評分細項，以作業在該計分項目的完成度與品質評分。

「3D遊戲程式設計」的三次作業皆必須報告，繳交內容包含完整的程式檔與作業評分表。在報告之前，研究者發給學生一張各計分細項說明與分數的評分表。學生依據完成之功能勾選計分項目，創意分數由學生填寫所完成之內容。評分表在報告時繳交，研究者依據學生所展示的功能，逐一核對得分。如需進一步說明時，會當場要求學生依程式內容進行講解，以確實核對該項功能是否完成，並於報告完畢後請學生確認所得之分數。

「計算機圖學」的三次作業在資料蒐集與分析方式，與「3D遊戲程式設計」相同。兩次小考則依既定時間，於上課時以筆試方式進行。

## 伍、學習成效

### 一、數位遊戲設計概論

本次修課的33位學生共分成八組。在學習成效表現上，將先說明各作業的評分方式，然後呈現整體的成績表現，最後則以個案的方式探討學生的學習成效。

#### (一) 個人作業成果分析

個人作業包含有：App遊戲企劃、角色創作與角色動作設計，各佔10分。所有作業規範皆給予學生完整的範本，包含遊戲企劃、角色創作流程與動作設計參考影片。App作業的總分為100分，企劃的完整性佔65分，市場分析佔20分，遊戲意象圖為5分，目錄索引為5分。完整性則依所給予的企劃書範本，從遊戲概觀、市場分析、動機與創新性、故事設定、角色設定到介面等等，依照完成內容給分。角色創作以100分為滿分，依創作的流程分段給分。其中角色描述關鍵字10分、描述說明15分、角色發展心智圖第二層10分、心智圖第三層的蒐集部分10分、心智圖第三層的輪廓描繪25分，以及幾何形狀勾勒（thumbnail development）15分，最後造型描繪15分，該項沒有做到則給0分。角色動作的評分重點放在角色骨盆、手、腳三個部分的動作軌跡之調整，以及整體的韻律感。另外則是角色動作的創意部分，同樣是以100分為基礎，這五個部分各佔20分。

表4為學生在這三個作業的成績表現，分數皆轉換為以100分為單位顯示。從得分的結果可以看出：近半數的學生是認真地依照所給予的範例完成作業需求，但還是有少數學生表現較差。相較於其他兩項作業，角色動作的成績稍差，不及格的人數也較多。探究原因可能是繳交時間接近期末，學生忙於其他課程導致本作業品質較差。表4的成績反映出超過半數的學生都有達成作業需求，而這些作業的目標是讓學生熟悉遊

戲企劃規範、遊戲美術的角色創造與動作的設計。整體表現來看，學生都有得到應有的學習與訓練。

表4

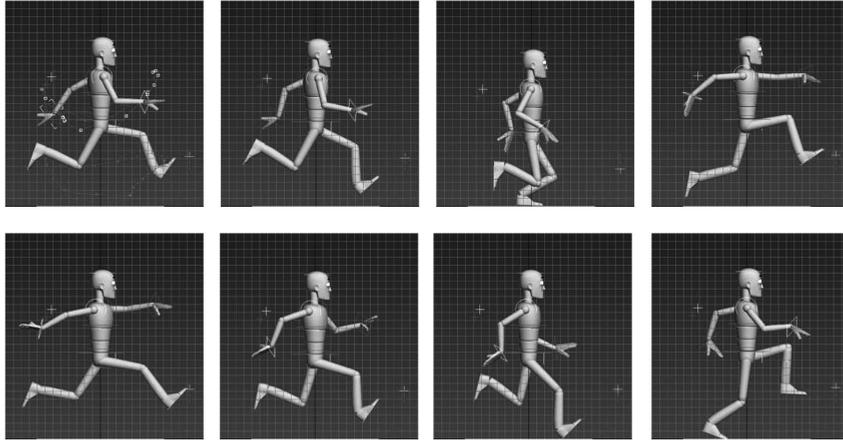
個人作業成績與人數分布的統計

人數	55以下	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94
App企劃	0	0	1	1	2	4	8	10	7
角色設計	2	1	2	0	1	5	6	7	8
角色動作	5	0	1	0	0	2	10	9	6
總和分數	2	0	1	2	3	4	4	14	3

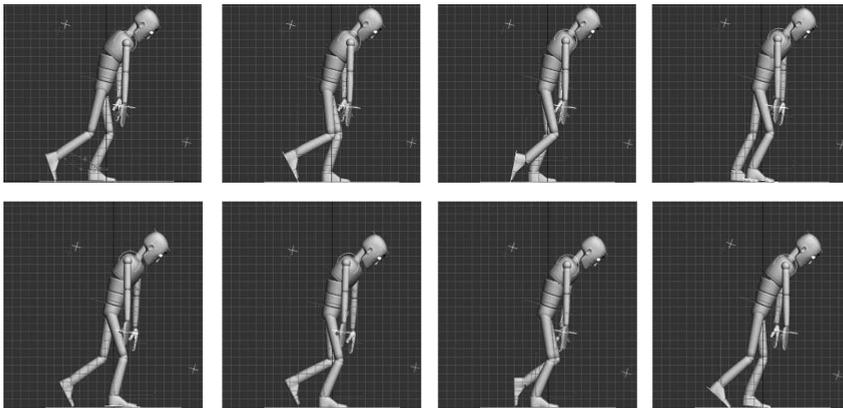
App遊戲企劃得分最高的作業，其遊戲概觀的描述具體，第一句就點出創作遊戲的內涵：音樂結合卡牌蒐集遊戲元素，在旋律及音符的夢幻國度，體驗節奏打怪的快感。市場分析完整、動機與創新性說明具體：結合音樂和卡牌元素，玩家除了要挑戰自我音感和手眼協調外，還必須蒐集與組合更強的卡牌來擊敗敵人。故事背景描述簡要且完整，遊戲角色的描述細膩，吻合其所設定的世界觀。介面設定與操控說明具體。在只有十幾頁的內容中，能提供如此詳細的設定並不容易。

角色造型作業部分，拿到最高分的作業是創作達文西這個角色。在角色描述上，心智圖第一層的重點特徵皆有清楚地形容詞描述，如：開朗的、幽默的、緩慢的、色彩鮮明的與藝術的，搭配設定的第二層關鍵字、花朵、外型、文化等等，進行相關資料的蒐集，並完成相對應的輪廓手繪圖，且手繪的部分也有描繪預期使用的外型。該角色的風格鮮明且有創意，符合所設定的風格。

圖5為角色動作拿最高分學生所設計的兩個動作happy與sad，就身體韻律感與創意而言皆有到位。以大學二年級（以下簡稱大二）初學3D動作設定來說，有抓到身體律動的要訣，但需再加強整體運動的順暢度。就質與量及創意的角度而言，此位學生設計的表現是班上最優秀的。



(a) Happy動作的連續圖



(b) Sad動作的連續圖

圖5 角色動作作業Happy與Sad的關鍵影格

本次課程配合虛擬實境的興起，分組作業的需求有兩項：PC（平板）遊戲（40分）及VR遊戲的企劃與展示（30分）。以下分別針對PC遊戲與VR遊戲的作業內容進行分析。

## (二) PC遊戲組作業的成果分析

PC遊戲共有三次報告，包含市場分析與口頭報告（10分）、遊戲企劃報告（10分）、期末實作展示（20分）。表5顯示各次報告的評分細項與各組在每次報告的得分，記分都是以100分為單位。遊戲企劃的完整性與完成可執行遊戲是此作業的要求重點，以下分別針對這兩部分進行整體表現的評析。

表5

PC遊戲三次報告成績

組別	一		二			三				總分	
	得分 100%	簡報 20%	概觀 15%	市場 25%	企劃 40%	得分 100%	企劃 20%	目錄 5%	展示 75%		得分 100%
1	<b>80</b>	19	12	22	35	<b>88</b>	19	5	69	<b>93</b>	<b>87</b>
2	<b>82</b>	17	13	23	36	<b>89</b>	18	5	63	<b>86</b>	<b>86</b>
3	<b>90</b>	18	13	22	33	<b>86</b>	19	5	66	<b>90</b>	<b>89</b>
4	<b>86</b>	15	11	16	33	<b>75</b>	15	1	74	<b>90</b>	<b>84</b>
5	<b>92</b>	14	8	20	28	<b>70</b>	14	0	70	<b>84</b>	<b>82</b>
6	<b>86</b>	16	14	24	39	<b>93</b>	19	5	65	<b>89</b>	<b>89</b>
7	<b>80</b>	18	14	22	36	<b>90</b>	17	5	65	<b>87</b>	<b>86</b>
8	<b>80</b>	17	12	20	33	<b>82</b>	15	5	67	<b>87</b>	<b>83</b>

### 1. 遊戲企劃內容的完整度

從表5所列各組的遊戲企劃得分，表現較差的第4組因工作都集中在特定的學生身上，造成其負擔過重，因此作業品質不佳；企劃書內容欠缺完整性，版面編排過於草率。第5組則是投影片欠缺圖片的輔助、文字量過多、簡報內容過於平鋪直敘、企劃書每一章的開頭皆未分頁。第6組是遊戲企劃表現最優異者，該組不但簡報製作用心，在現有遊戲的蒐集與分析上，分析結果具體落實在所設計的遊戲之中，創作出具有特色與創意的音樂節奏遊戲；在世界觀的描述、角色的設定，以及關卡的執行流程等等，都有提供完整的設計稿與示意圖；程式與美術在預定進

度規劃上，詳細列出各執行項目的完成時間，是一份具體且完整的遊戲企劃。

平均得分在80分以上的各組（第1、2、3、7、8組），遊戲企劃內容都有依照指定的規範撰寫，完成應有的遊戲蒐集與分析、世界觀的設定，以及所對應的美術設計與關卡設定，差異僅是在企劃內容的豐富度與細膩度。因此，學生在作業規範要求下，透過分工合作與團隊討論所共同完成的遊戲企劃，就企劃內容的完成度來看，學生確實在企劃撰寫與表達、團隊分工與合作，以及資料蒐集與創造等核心能力上獲得應有的訓練。

從第2組在第一次報告時所描述的心得也可以看出，「專題式學習」確實發揮了應有的成效：「在分析遊戲前，提出許多有趣的要素，……尋找可以互相比較的遊戲。分析後才發現，……與其他遊戲的比較各有優劣，著實難以取捨。我們體認到，就算是一款優異的遊戲，也難以在所有方面皆壓倒性地勝過市場中其他的競爭對手。透過這次分析與討論，我們得到了經驗，也加深了組員間的互信和尊重」。

## 2. 實作內容的達成度

遊戲從紙本規劃到實際的開發，負責美術與程式的同學必須彼此合作才能設計並完成遊戲的製作，並在視覺展現預期的效果。由於課程要求學生必須自行學習遊戲引擎，從圖6所呈現的遊戲畫面截圖可以看出，學生能在大二下短短的一學期靠自學完成遊戲雛形的開發，顯見學生在軟體應用與實作的核心能力上獲得應有的訓練。在遊戲機制的完成度部分，如表5所列，第1、第4與第5組的完成度最好。其中，第1組有確實做出規劃中的鏡射、攻擊與過關的功能。而第4組完成了技術難度最高的即時戰略之基本遊戲機制；第5組則是實現照相機讓場景中物件停留並過關的遊戲機制。

### （三）VR遊戲組作業的成果分析

由於PC遊戲的作業已要求學生完成一份完整的遊戲企劃，加上一

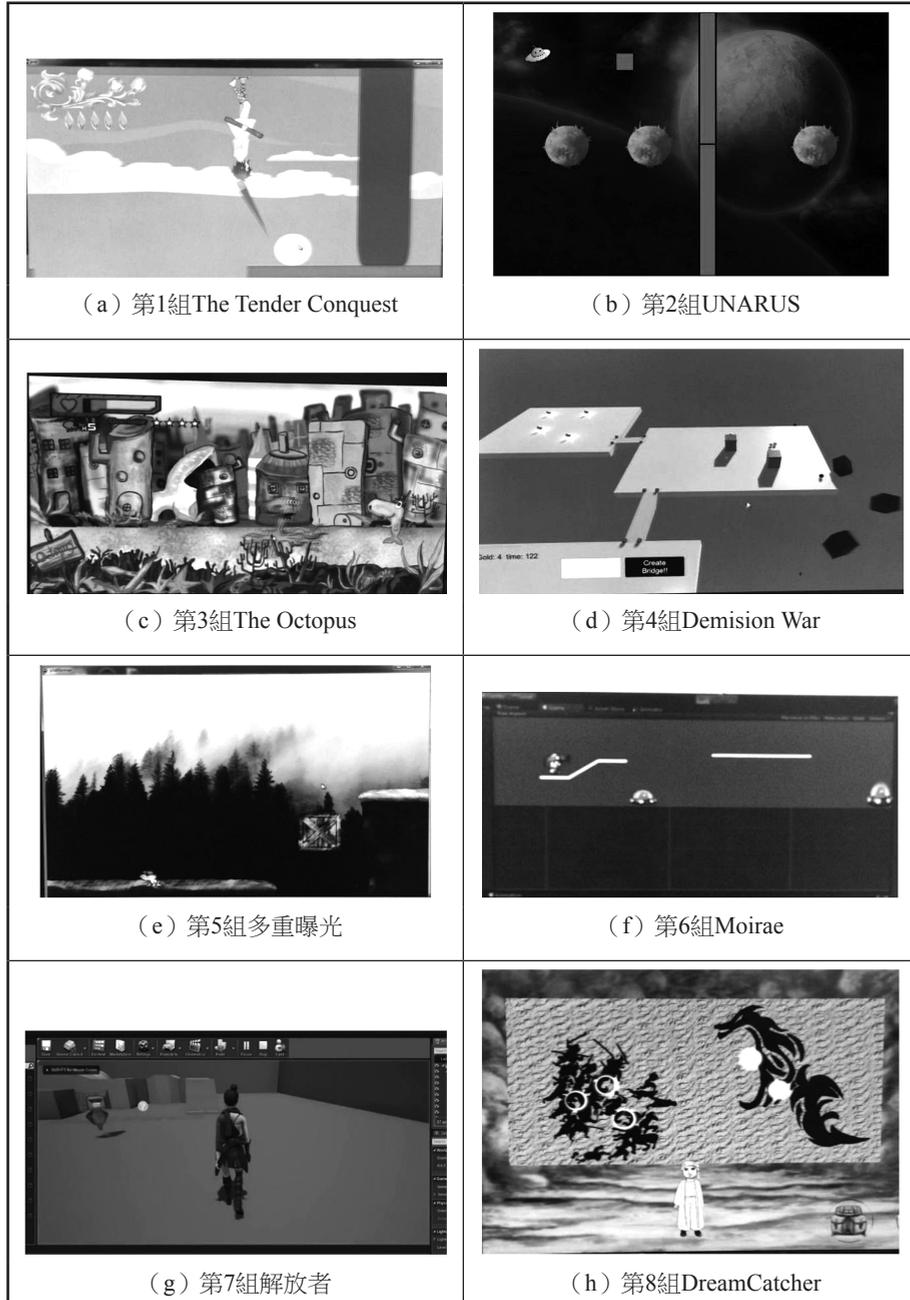


圖6 PC遊戲8個分組的遊戲畫面截圖

學期要實作兩款遊戲，對學生而言是沉重的負擔。因此，VR遊戲無需繳交遊戲企劃，但市場分析與調查為必要項。表6為各組的得分總表，對應評分細項的評分比例，皆是以100分為單位。

表6

VR遊戲兩次報告成績紀錄

組別	一					二				總分
	簡報 15%	蒐集 15%	內容 30%	玩法 40%	得分 100%	畫面 25%	機制 40%	完成度 35%	得分 100%	
1	13	12	26	34	85	21	34	29	84	84
2	13	13	27	37	90	23	36	33	92	91
3	13	14	25	38	90	22	34	31	87	88
4	11	12	26	34	83	20	33	29	82	82
5	12	12	25	37	86	22	35	33	90	89
6	14	14	28	36	92	22	38	32	92	92
7	12	14	27	35	88	21	37	32	90	89
8	11	12	26	34	83	22	34	30	86	85

第一次報告前已安排學生實際體驗hTC VIVE的操作，了解目前VR所能帶來的臨場感受；也要求學生在發想遊戲時，能發揮hTC VIVE的特性。在大二的課堂上，要求學生以UE4搭配hTC VIVE來開發VR遊戲，是有一定的難度。因此，VR遊戲實作的評分重點在遊戲機制的呈現，以及運用hTC VIVE頭盔與兩個控制器的操控。雖然，VR遊戲並未要求學生撰寫遊戲企劃，但各組同學在開發VR遊戲的過程中，負責企劃、程式與美術的同學，彼此合作與整合，以及所接受的核心能力訓練是與PC遊戲作業相同的。

如表6所列，第6組的企劃內容得分最高，也是玩法實作完成度較高的一組。該組設計一款廚房煮菜遊戲稱為「蒸煮廚」，操作上是搭配兩個手把，以現實中各種手勢融合手把的轉動及揮動判定，包含食材挑

選、洗滌、備料到烹飪、擺盤等過程，供玩家自由探索。圖7（b）是該組所完成的實際遊戲內容，包含一個可以走動的廚房。在玩法的實現上，可在房間中移動、拿起食物、開冰箱或開啟櫃子拿取食材。

第2組在兩次作業的表現僅次於第6組，該組作品名稱為Back to the Earth（參見圖7（a）），為一款第一人稱拯救受傷角色的遊戲，玩法是將繩索拋向要拯救的人。畫面營造出火場與科技感的地板，搭配UE4的火焰燃燒效果，在hTC VIVE上操作時，真的讓玩家感受到火焰燃燒而本能的避開；遊戲機制則完成拋繩索與拉回的操作，展示時達到以操作把手執行拉動的效果。這一組的完成度很高，也認真地完成所設定的遊戲機制。

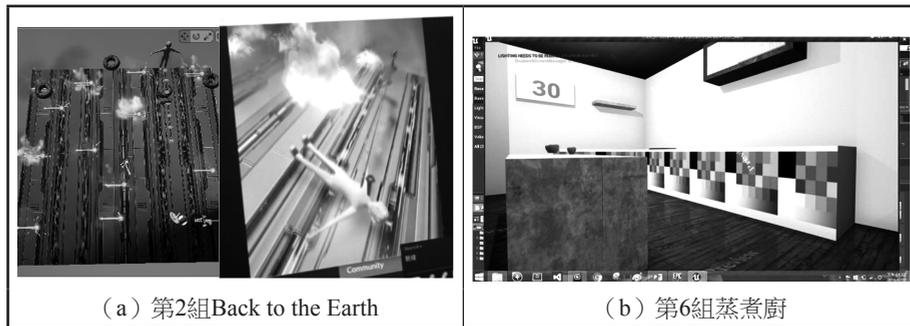


圖7 VR遊戲第2組與第6組的遊戲畫面截圖

#### （四）整體作業表現評析

相較於前一次開課，本次課程的實作型作業無論是分組作業或個人作業的份量都加重不少，整體成績表現（參考圖8），除了兩位同學的分數低於80分之外，其他同學皆在80分以上，顯示本次修課學生在課程所設定的四個核心能力的培養上，從實際作品與成績的表現來看，皆達到預期的成效。

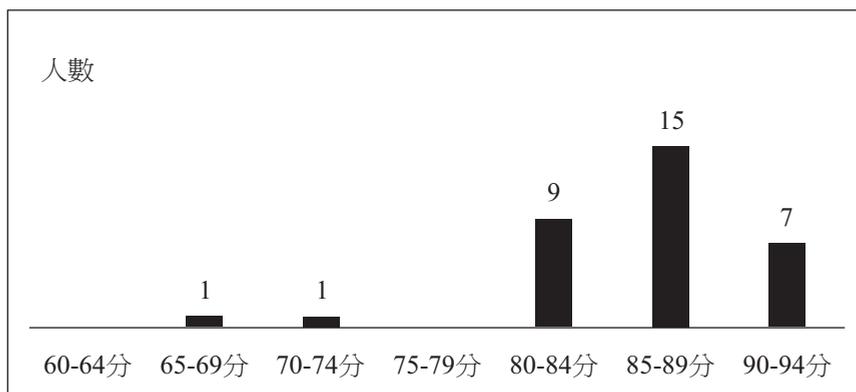


圖8 數位遊戲概論修課學生總成績與人數的分布

## 二、3D遊戲程式設計

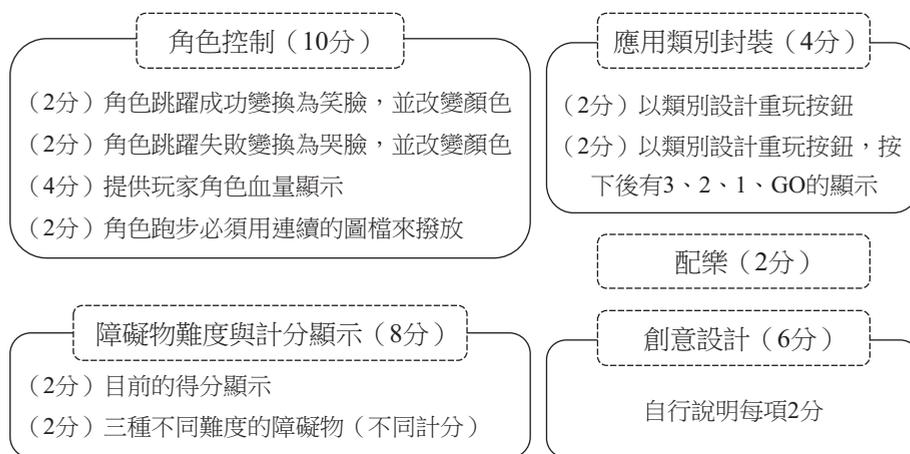
本次開課計有13位（5位大四、8位大三）本系學生選修，以下分別針對三個作業進行學生表現評析。

### （一）作業一：橫向卷軸的跳躍障礙遊戲

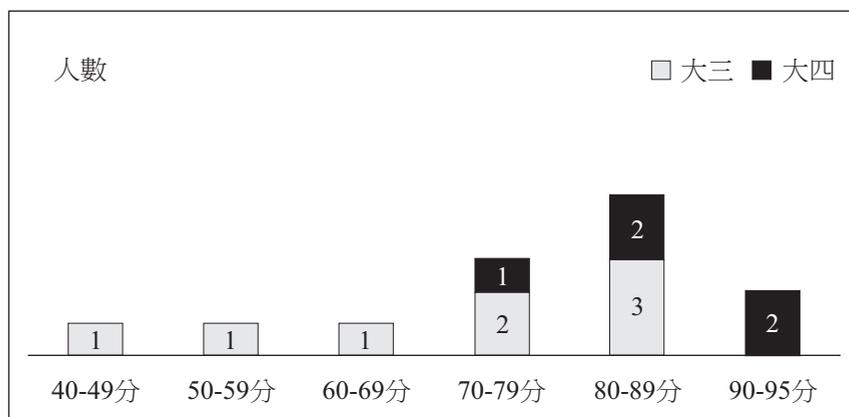
本次作業30分，程式功能評分包含：角色控制（10分）、障礙物難度與計分顯示（8分）、應用類別封裝（4分）、配樂（2分）、創意設計（6分）（評分細項參考圖9（a））。13位學生在各項目的平均得分（標準差）為：角色控制9.38（1.50）分，障礙物難度與計分顯示7（2.23）分，應用類別封裝2.77（1.74）分，配樂1.69（0.75）分，創意設計1.92（1.50）分。圖9（b）是成績與人數分布圖，以100分為單位來呈現，其中大學四年級（以下稱大四）平均得分（標準差）為82.67（7.23）、大學三年級（以下稱大三）為71.67（14.91），大四的表現優於大三，此現象後面的兩個作業亦相同。

整體而言，作品的完成度很高。部分同學當天繳交的功能並不完整，站在鼓勵學生的立場，允許學生補交。有同學延遲兩週後才交，但

完成度卻很高。因本課程開在大三下，大三學生必須在這學期參加新一代展出，會投入較多時間在專題上，可能影響到這種需要時間去磨練程式的課程。



(a) 評分細項



(b) 成績與人數分布

圖9 橫向卷軸跳躍障礙遊戲的評分細項與得分分布

從學生在角色控制（9.38分／10分）、障礙物難度與計分顯示（7分／8分）、應用類別封裝（2.77分／4分）與配樂（1.69分／2分）四項的平均得分都接近該計分比例的滿分，代表學生在技術探究、解決問題與實作整合方面都有獲得應有的能力訓練。要設計出不同的遊戲玩法（對應於角色控制與不同難度的障礙物），學生必須自行探究並在Cocos Studio上設計出對應的遊戲元件，同時也必須研究出可行辦法來達成（技術探究）。在實現此四個功能時，都必須應用物件導向的程式技術來解決所面臨的問題（解決問題）。如何透過程式讀取與整合在Cocos Studio上所完成的遊戲元件，並將所設計的遊戲機制，運用物件導向程式來實現，這當然是實作整合能力的展現。在創意設計的部分，有創意的學生則設計：快速的飛彈、角色的兩段跳躍（包含前滾翻）、多跑道切換等有趣的遊戲機制。

圖10為最高分的大四學生作業，基本要求都有實現，唯獨創意新增部分較少，因此少了3分。這個作業用簡單的金字塔形狀的數量多寡來決定障礙物的難度，且不同類型的障礙物也有不同的分數。角色在跳躍這些障礙物時，若遭遇較寬的障礙物，必須使用雙重跳躍，此部分加上前空翻的效果，在視覺回饋上會讓玩家很有感覺。當玩家角色的血量扣光時，start按鈕會恢復作用，玩家就可以再次進行遊戲。

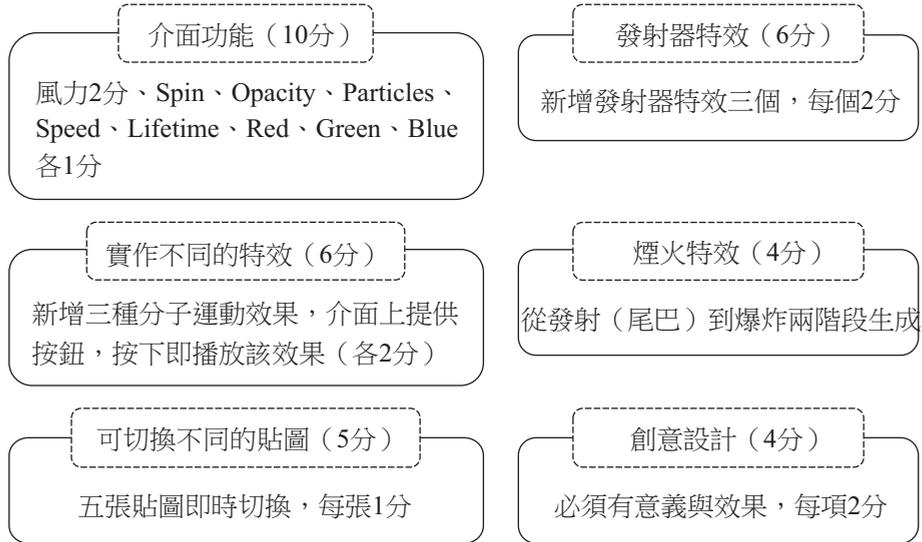
## （二）作業二：分子運動系統

此作業的計分包含：介面功能10分、實作不同的特效6分、可切換不同的貼圖5分、發射器特效6分、煙火特效4分、創意4分，總分35分（評分細項參考圖11（a））。13位學生在各項目的平均得分（標準差）為：介面功能8.23（0.83）分、實作不同的特效4（2.83）分、可切換不同的貼圖5（0）分、發射器特效1.77（2.31）分、煙火特效2（2）分、創意0.38（0.77）分。圖11（b）是成績與人數分布圖，以100分為單位來呈現，其中大四平均得分（標準差）為69.71（10.62）分、大三為55.71（22.34）分。

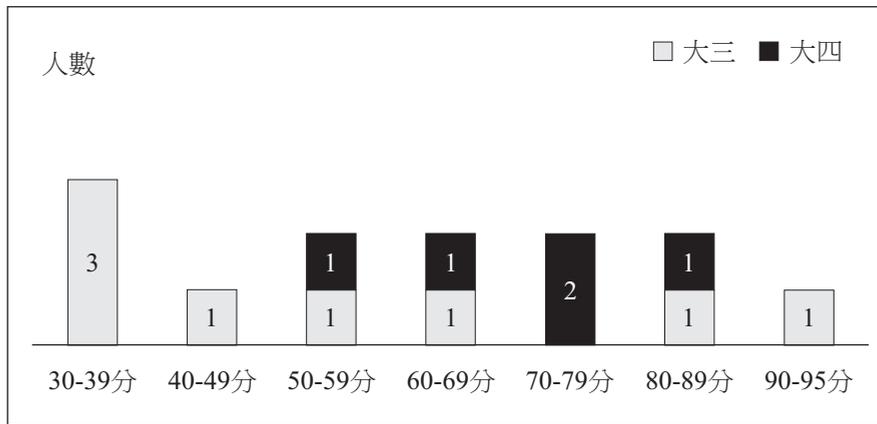


圖10 橫向卷軸的跳躍障礙遊戲最高分的遊戲畫面截圖

學生在此作業的平均得分略差於第一個作業。因此作業的需求較多，且部分牽涉較複雜的時間控制機制，特別是發射器特效與創意設計。學生如果沒有投入足夠的時間發想與測試不同的呈現效果，寫出來的機會就比較低。雖然大四平均得分優於大三，但有一位大三學生獲得此次作業的最高分33分。探究其原因應是分子運動系統的即時顯示特性與視覺效果能帶給學生更大的成就感。



(a) 評分細項



(b) 成績與人數分布

圖11 分子運動系統作業的的評分細項與得分分布

學生在介面功能（8.23分／10分）、實作不同的特效（4分／6分）、可切換不同的貼圖（5分／5分）與煙火特效（2分／4分）等四項

的平均得分都非常高，有些甚至是滿分，顯見學生在解決問題與實作整合的能力上都有達到預期的訓練目標。因為這些功能需求即是作業設定要求學生解決的問題，以及介面與整個分子控制系統的整合。雖然實作煙火效果的程式碼較繁瑣，但還是有六位學生完成。

發射器特效的作業要求即是期望學生能設計出有趣的運行軌跡，並組合多個發射器來呈現出讓人驚豔的視覺效果，但此部分的平均得分僅有1.77分，學生在技術探究的努力上還有加強的空間。創意發想的平均得分則更低，探討其原因，可能是學生將時間用在完成作業的基本功能，沒有餘力去設計出讓人驚豔的視覺效果。

圖12為作業獲得33分的畫面截圖，不僅所有的功能都實現，而且也有一些不錯的分子特效呈現。此作業的最大特色就是所有的特效都可以點選特定的圖示來顯示。較為可惜的是，圖示若能依所呈現的特效設計那就更直覺了。

### （三）作業三：Box2D遊戲實作

此次作業的計分包含：完成三個關卡12分、手繪剛體6分、組合元件4分、繩子與車子5分、分子特效4分、創意設計4分，總分35分（評分細項參考圖13（a））。扣除一位放棄的同學，其他12位學生在各項目的平均得分（標準差）為：完成三個關卡10（3.62）分、手繪剛體1.5（2.71）分、組合元件2.83（1.8）分、繩子與車子4.17（1.11）分、分子特效1.83（1.99）分、創意設計1.42（0.79）分，圖13（b）的成績與人數分布圖是以100分為單位來呈現，其中大四平均得分（標準差）為68.00（23.77）、大三為57.96（16.64）。整體而言，此作業學生的表現稍差於分子運動系統，且個別學生表現的差異頗大。可能原因是正值期末，部分學生沒有辦法同時兼顧所有課程，甚至有一位學生直接放棄此作業。但表現優異的學生，其完成的遊戲卻可看到許多有趣的創意。

技術探究主要包含兩個功能需求：手繪剛體與車輛運動。手繪剛體是刻意安排在此作業中，因實作所需的技術層次較高，且給予學生參考

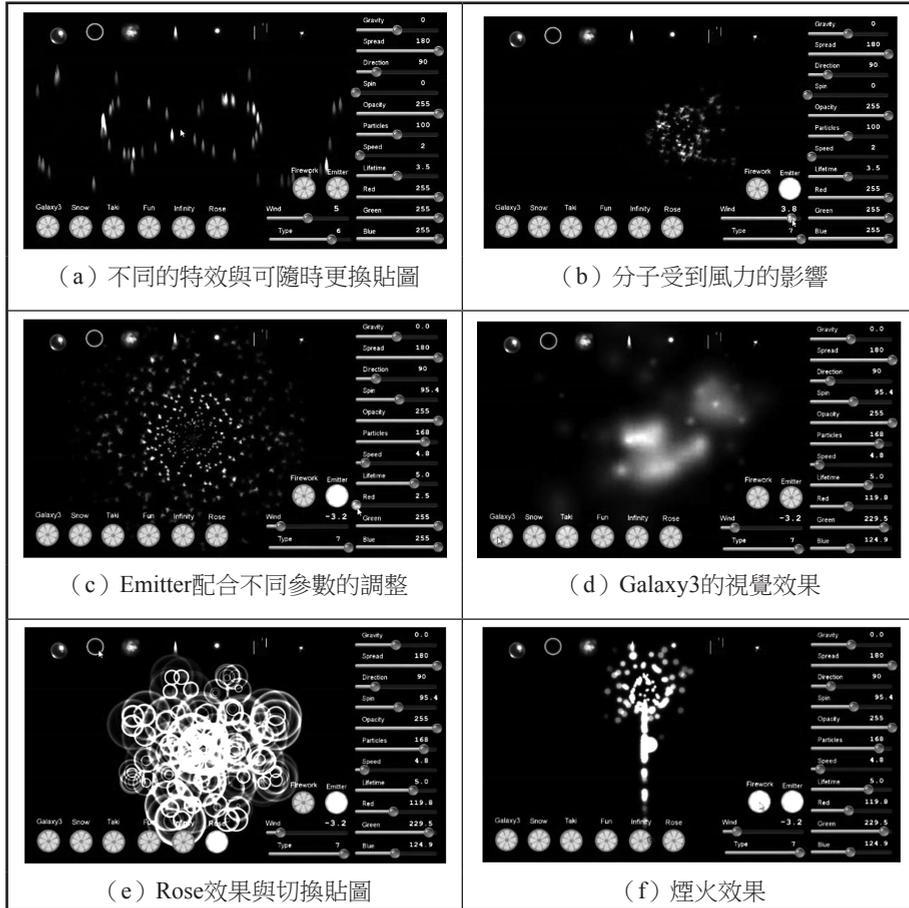
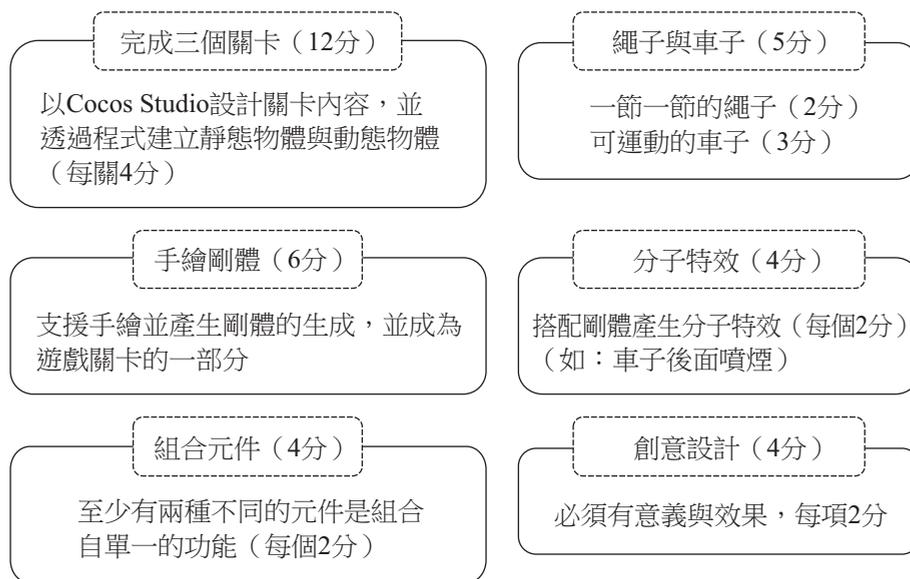
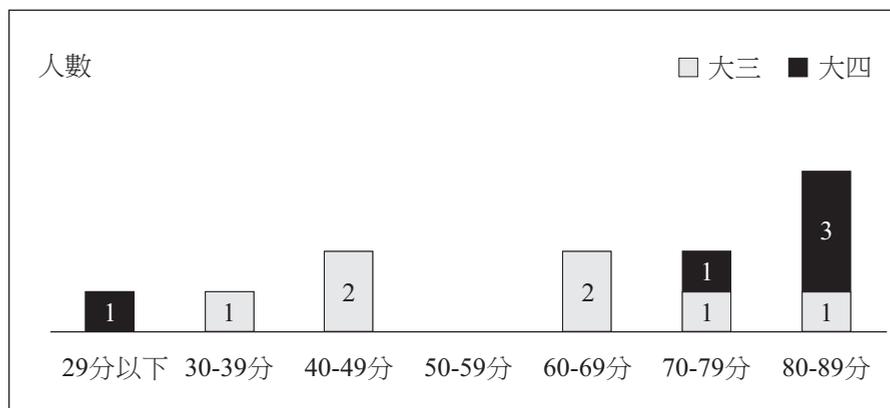


圖12 分子運動系統得分最高分的作業畫面截圖

的只有一段遊戲影片。希望學生可以探究要如何運用Box2D 來產生類似的效果，進而整合至所設計的遊戲中，雖然此部分只有三位學生完成此項功能，但至少可以看到學生願意探究與實現此種較難的技術。車輛部分則有接近一半的學生實作出來。整體而言，學生在技術探究能力養成，還有進步的空間。



(a) 評分細項



(b) 成績與人數分布

圖13 Box2D遊戲作業的評分細項與得分分布

學生在三個關卡 (10分/12分) 設計 (包含了關卡剛體元件之間如何互動與組合，以及過關條件的設定等等)、組合元件 (2.83分/4

分)、繩子與車子(4.17分/5分)三個功能的平均得分都不錯,顯見學生在解決問題上有得到應有的能力提升。在與分子特效的整合部分,從學生的得分來看,可能是接近期末的關係,在這部分的完成度,好壞差異有些懸殊。創意發想的能力則是放在關卡的設計上,此部分完全開放給學生自由設計。從整體平均得分來看,學生在關卡的發想方面較欠缺,但還是可在認真的學生身上看到很好的創意。四位拿到高分的學生,都各自設計了非常獨特的關卡內容與玩法,有些必須結合手繪圖案的輔助才能過關,有些則是類似闖關遊戲,必須避開相關的障礙物。

本次作業得到最高分(28分)的是大四的學生,圖14為遊戲畫面的截圖。三個關卡整合在一個畫面上,有完成手繪剛體的功能,且繩子和車子也都有完成。分子特效則是用在汽車的碰撞上,只是沒有完成組合元件的功能。創意的部分比較單純就是必須想辦法碰到三個sensor就完成過關的需求,比較特殊的是右邊的sensor藏在牆壁的外面,必須想辦法讓手繪的剛體掉落到牆壁外。

#### (四) 整體作業表現評析

「3D遊戲程式設計」本就是硬底子的課程,投入足夠時間自然就能有好的作品。本次開課設定三個作業要求,也增加學生必須自己鑽研的功能。從這個角度來看,此次優秀學生的表現,無論在技術探究、或作品創意的表現上都表現不錯。值得一提的是,本課程於106學年度第一學期開課時,有13位本系大三的學生選修。此次修課的學生表現讓人非常驚艷,有四位幾乎完成此三個作業的所有功能,且皆拿到滿分。此次作業難度高於104學年第二學期的開課要求,如:作業三要求完成四個關卡。圖15與圖16分別是兩位拿到滿分的同學在第一個與第三個作業的遊戲畫面。從畫面所呈現的關卡設定,無論是視覺、遊戲玩法的程式技術與創意,都遠優於上一屆修課學生的表現。

其實此屆大三學生在105學年度第二學期也有修過「數位遊戲設計概論」,他們的表現也優於前述所提及的104學年度第二學期的學生。

此次開課僅要求在期末完成一款PC遊戲，但無論是視覺或是遊戲的可玩性，此屆學生的表現更優於上一屆。其實教學研究是一個持續的過程，連續觀察三屆學生的表現，可以發現學生的表現愈來愈好，顯見將遊戲設計融入此種需要進階程式能力的課程，無論是對程式撰寫能力的提升，或是上述四種核心能力的養成與創意思考的磨練都是有幫助的。

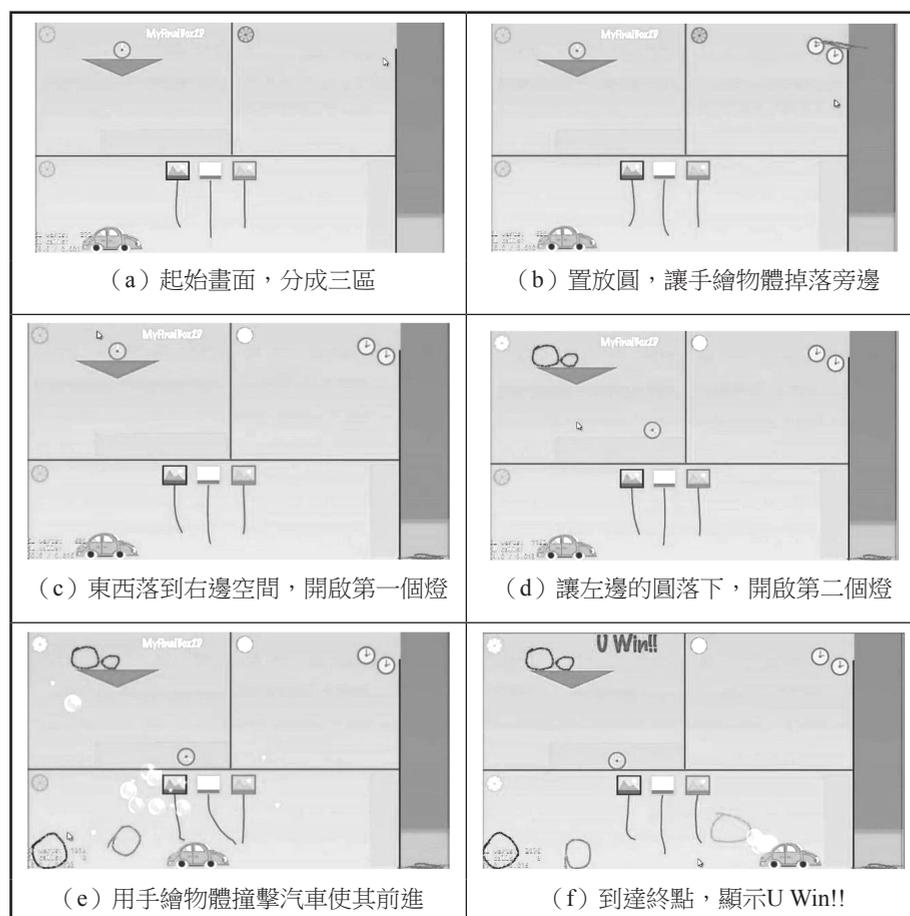


圖14 Box2D遊戲作業得分最高的作業畫面截圖

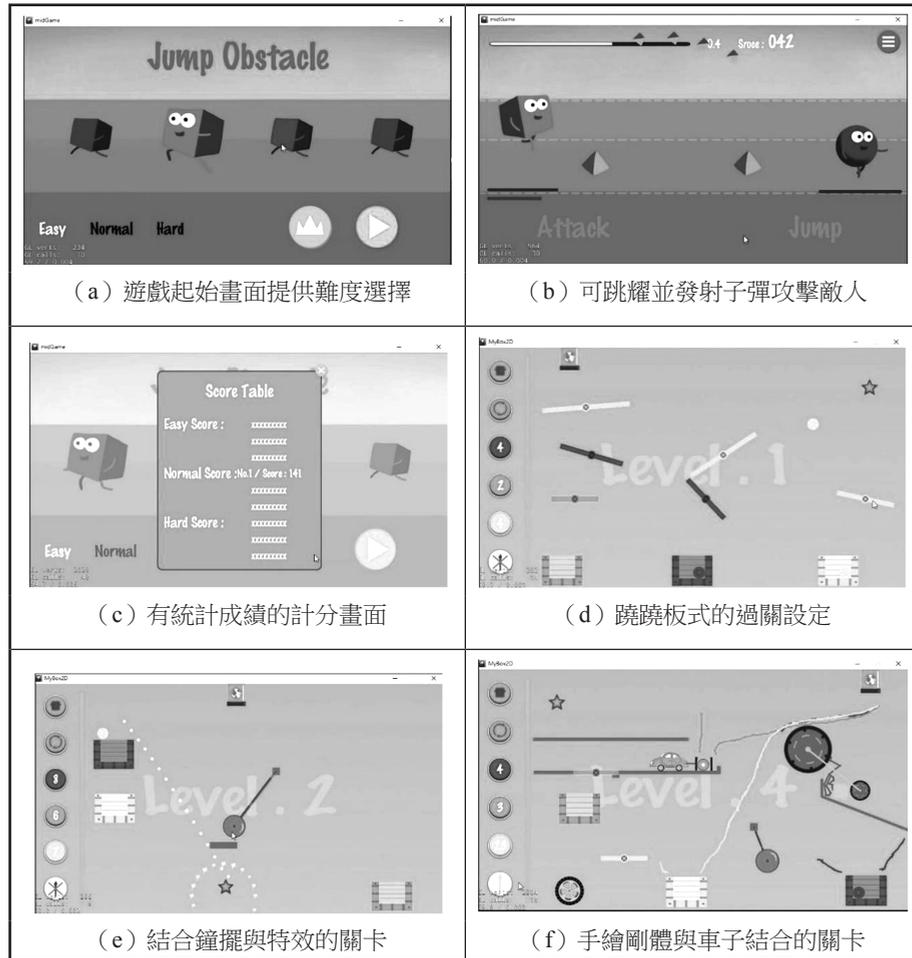


圖15 106學年度第一學期滿分作業之一的遊戲畫面截圖

### 三、計算機圖學

本課程初始有47位（含外系）學生選修，最後完成本課程者僅有22位（8位大四、14位大三），後續的成果分析即以此22位同學為依據。

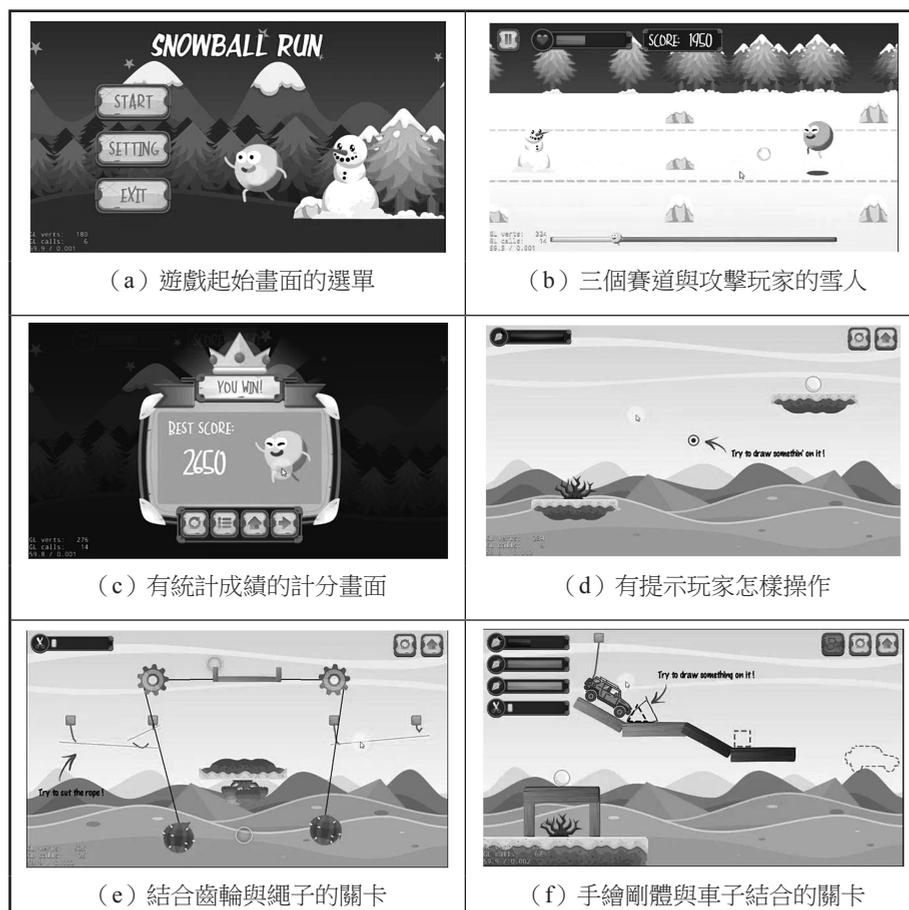


圖16 106學年度第一學期滿分作業之二的遊戲畫面截圖

### (一) 兩次小考成績分析

兩次小考佔總成績20分，若以100分方式來分析，54分以下有12位，60~64分有4位，75~79分有4位，85~89分有兩位。從得分比例來看，超過一半的學生表現不甚理想，但仍有學生能得85分以上。其實考試內容非常簡單，都是上課強調的重點，也是作業一定會用到的原理，但學生似乎對原理背誦並不感興趣。為了讓學生能針對理論的部分投入

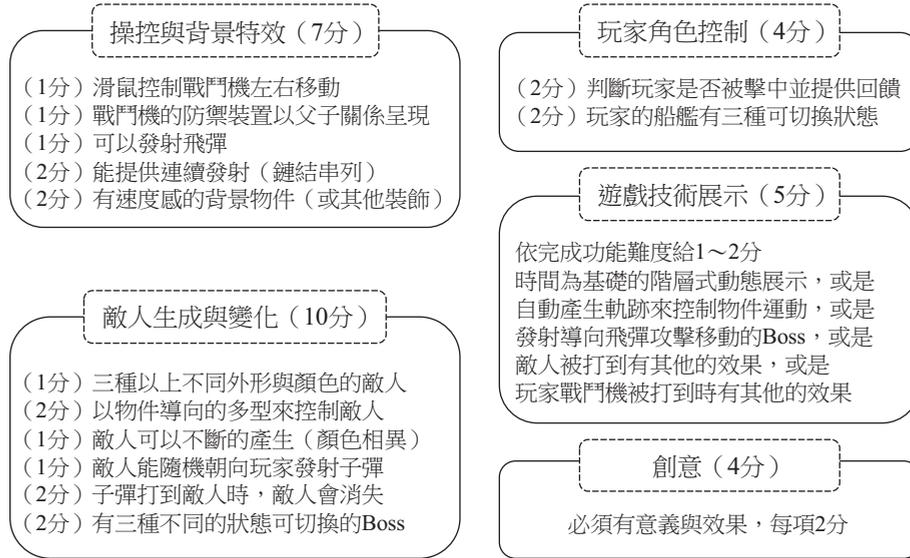
一定的時間熟讀，將於下次開課時稍作調整，讓學生願意多投入於研讀與背誦理論。

## （二）作業一：2D射擊遊戲

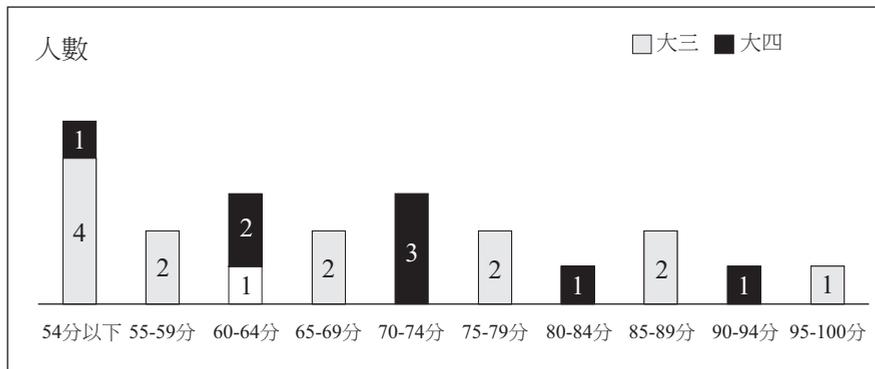
此作業計分包含：操控與背景特效7分、敵人生成與變化10分、玩家角色控制4分、遊戲技術展示5分、創意4分，總分30分（評分細項參考圖17（a））。各評分項目的平均分數（標準差）分別是：操控與背景特效5.55（1.50）分、敵人生成與變化8.00（2.37）分、玩家角色控制3.00（1.20）分、遊戲技術展示2.50（1.57）分，創意0.81（1.05）分，其中大四的平均分數（標準差）為70.00（13.92）分、大三為64.29（19.93）分，成績與人數分布如圖17（b）所示。整體而言，學生的表現不錯，有一位拿到滿分，大三學生表現稍差。由於本系課程設計的因素，學生在大二時程式練習較少，且又是第一個作業，需要時間重拾物件導向程式能力，後續兩個作業就能看到進步。

提供圖學原理與數學推演能力訓練的是：操控與背景特效（5.55分／7分）、敵人生成與變化（8分／10分）與玩家角色控制（3分／5分）三個功能。學生在這三個功能的平均得分在總分的60%~80%之間，代表學生都能理解與應用這些原理。以多型來產生不同類型的敵人，以及玩家的船艦要有三種狀態，這些是設定在敵人生成與變化及玩家角色控制的需求中。從學生在這兩個功能的得分來看，代表學生確實有應用物件導向程式設計來實現作業的需求。

學生必須解決的問題包含：如何運用滑鼠與鍵盤來控制飛機、子彈的發射，以及子彈與物件的碰撞測試。從操控與背景特效的得分可以看到：大部分的學生都能完成基本的攻擊與碰撞判斷，還包含一些特效的呈現。但在創意發想的發揮較少，相對的平均分數也較低。可能因這是第一個作業，學生似乎都將時間用在前面各項配分的要求上。



(a) 評分細項



(b) 成績與人數分布

圖17 2D射擊遊戲的評分細項與得分分布

圖18為此次作業滿分的大三學生的作品。該作業不但完成所有功能需求, 互動過程與回饋細節都設計到位, 是一款完成度極高的作品。要做出這樣的遊戲, 程式技術與自我要求是絕對必要的, 當然設計遊戲本

身也是激發學生努力完成此優秀作業的原因。操作的方式為移動滑鼠就能移動玩家的戰鬥機，滑鼠左鍵可連續發射子彈（圖18（a）），敵人的飛機會對玩家進行攻擊。當敵人被打擊時，會出現特效來呈現被擊中的情形，玩家的戰鬥機也會有相同的顯示（圖18（b））。

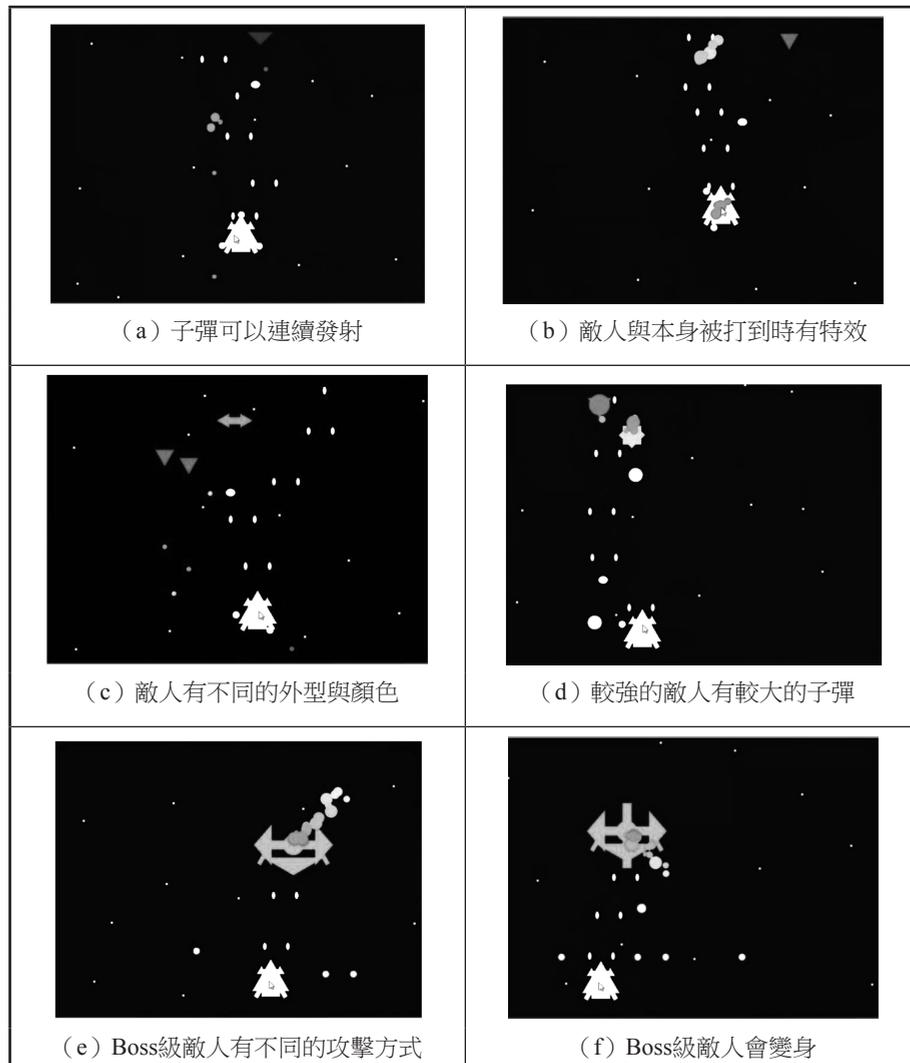


圖18 2D射擊遊戲滿分的作業畫面截圖

### （三）作業二：Lighting & Camera Control

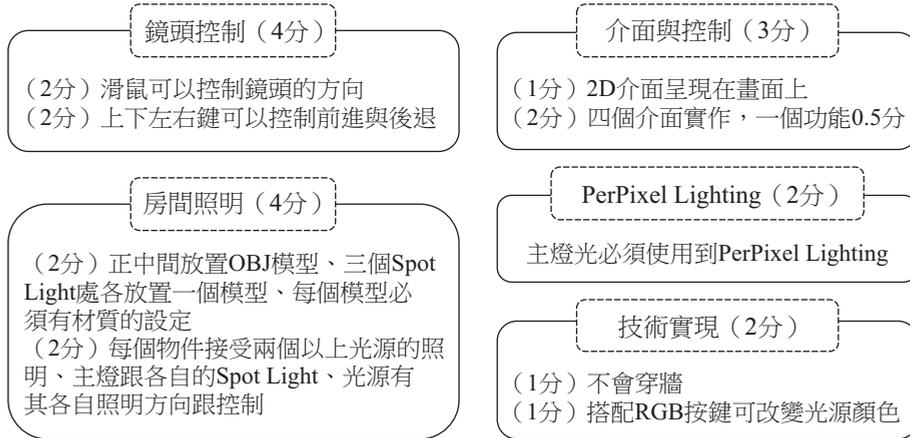
此作業單純讓學生熟悉燈光與鏡頭的控制，計分包含：鏡頭控制4分、房間照明4分、介面與控制3分、PerPixel Lighting 2分、技術實現2分，總分15分（評分細項參考圖19（a）所示）。各評分項目的平均分數（標準差）分別是：鏡頭控制3.95（0.21）分、房間照明2.05（1.12）分、介面與控制2.09（1.31）分、PerPixel Lighting 2.00（0.00）分、技術實現1.82（0.50）分。成績與人數分布如圖19（b）所示，其中大四的平均分數（標準差）為82.50（9.39）分、大三為77.62（16.92）。

此次作業在圖學原理與數學推演的核心能力，安排在鏡頭控制、房間照明與PerPixel Lighting的實作上。物件導向程式設計則在介面與控制的實作部分，而問題解決則是要求學生能讓鏡頭依目前所指的方向來控制移動，以及不會穿牆（技術實現）。從學生在這些功能項目的得分來看，大部分都有完成相關的功能，顯見學生在這三個核心能力都有得到提升。此整體表現優於前一個作業，有不少學生拿到13或14分，有兩位學生得到15分，只有兩位學生不及格。顯見經過第一個作業的磨練，學生的程式能力有一定程度的進步。

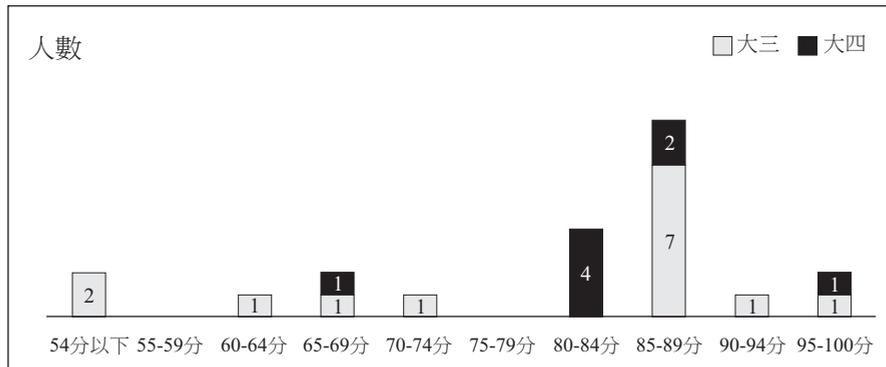
### （四）作業三：3D Showroom

本作業計分包含：房間與貼圖10分、OBJ檔含貼圖2分、環境與操控8分、圖學技術10分、技術展現3分、創意2分，總分35分（評分細項參考圖20（a））。此次期末作業必須畫出六個連通的房間。房間內要有貼圖、鏡頭運行、不能穿牆、機關觸動，提供子彈的射擊也是計分的項目，是集合本課程所學於一體的綜合作業，有一定的難度。

扣除一位忘記寫作業的學生外，剩下21位在各評分項目的平均分數（標準差）分別是：房間與貼圖9.81（0.87）分、OBJ檔含貼圖0.81（0.98）分、環境與操控7.14（1.62）分、圖學技術6.62（2.71）分、技術展現0.62（1.20）分、創意0.76（0.83）分，成績與人數分布如圖20（b）所示，其中大四平均分數（標準差）為83.27（4.78）分、大三為



(a) 評分細項

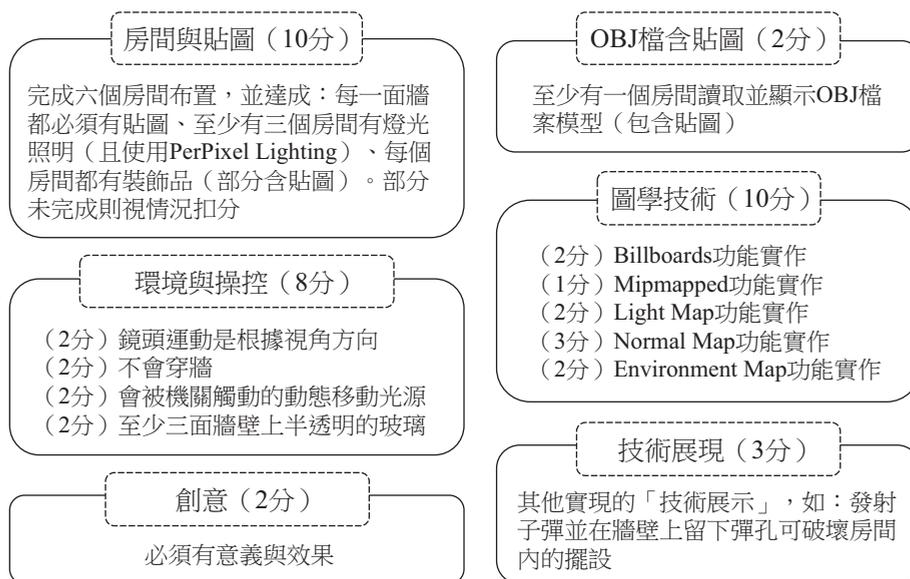


(b) 成績與人數分布

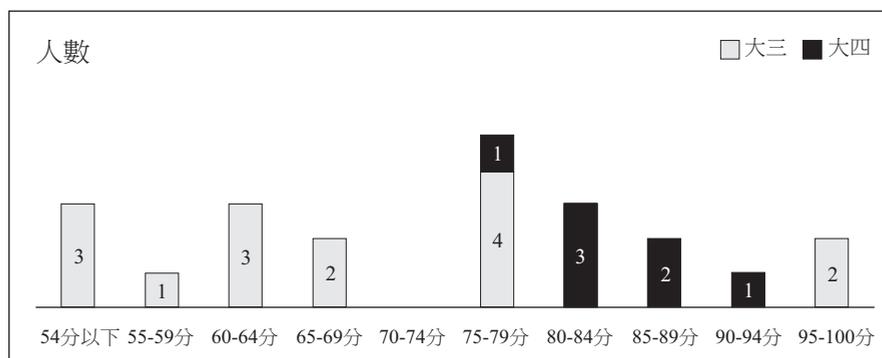
圖19 作業二Lighting & Camera Control的評分細項與得分分布

68.78 (15.91) 分。整體的表現雖比作業二來得差，但若將難度與複雜度考慮進去，其實這次作業的整體表現是優於前一個作業。誠如前所述，學生的物件導向能力隨著作業練習，自然會愈進步。

圖學原理與數學推演是本次作業的核心，包含Billboards、Light Map、Normal Map與Environment Map等將數學轉換成程式碼來實現。



(a) 評分細項



(b) 成績與人數分布

圖20 作業三3D Showroom的評分細項與得分分布

從學生的表現來看，在圖學技術及環境與操控部分，有三位同學全部實現，拿到高分的人數也不少，顯見大部分學生在圖學原理與數學推演都得到應有的能力訓練。物件導向程式設計的封裝與多型則建議學生發揮

在房間與貼圖的控制上，從學生所交的作業可看到，部分同學利用這個方式來實現，同時控管房間中所提供的互動模式與物件的照明，顯示物件導向程式設計能力獲得成長。

要如何實現六個房間所提供的互動、環境與操控不能穿牆、機關的觸動與半透明物體如何能正確地顯示在畫面上等等，都是學生必須解決的問題。從學生在房間與貼圖（9.81分／10分）及環境與操控（7.14分／8分）的平均得分可以看出，雖然並非每位學生都能完成所有的功能，但超過半數皆能完成此部分的功能要求，顯示此作業確實能讓學生提升問題解決的能力。

圖21是此次得分最高、表現最有創意的作品，以闖關遊戲的方式實現作業要求。第一個房間（圖21（a））的四個角落有藤蔓，按下滑鼠左鍵所出現的刀影圖示可以移除藤蔓，四個藤蔓都被消除後才能開啟進入下一個房間的門。下一個房間（圖21（b））則呈現水的感覺，必須對上方的兩個藍色立方體發射子彈（按下滑鼠右鍵），消除它們後才能再開啟進入下一個房間的門。之後是三個帶有normal map的精靈角色（圖21（c）），按下滑鼠左鍵攻擊並刪除這三個角色後才能進入下一個房間。下一個房間是一個以billboard功能所呈現的面具怪（圖21（d）），要多砍幾次才能消除這個面具怪，開啟最後的兩個房間。圖21（e）是展示環境貼圖的地球，最後一個房間則是在地板上展現閃爍的light map效果。

#### （五）整體作業表現評析

此次修課所有學生的原始總成績整理如圖22所示，平均分數為67分，在合理範圍，顯見作業與考試的要求設定有鑑別度。雖有七位學生不及格，但70分以上的人數剛好是修課人數的一半，有11位。「計算機圖學」是一門艱深的課程，學生有這樣的表現已屬難得，甚至有學生的原始分數能得到優秀的88分。不及格的六位學生都是大三生，但成績還在可接受的50分上下。探究其可能原因為課程期間剛好是大三的專題展

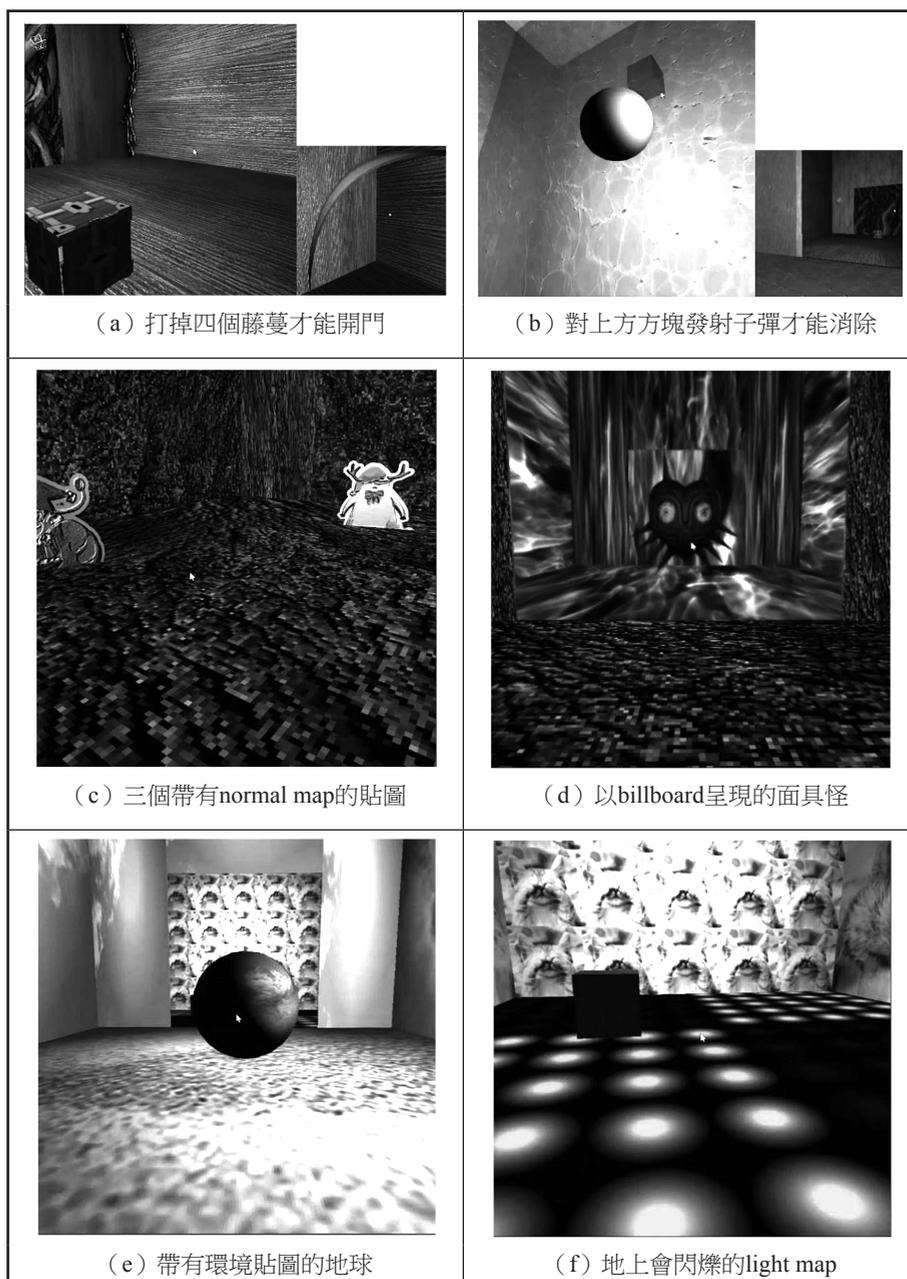


圖21 最有創意的闖關遊戲形式的展示畫面截圖

期間，學生在時間控管上有待加強。不過其他的大三學生，後面的作業表現漸入佳境，即程式能力隨著時間的累積而純熟。藉由數位遊戲融入作業需求，無形之中也激起學生撰寫程式的意願。

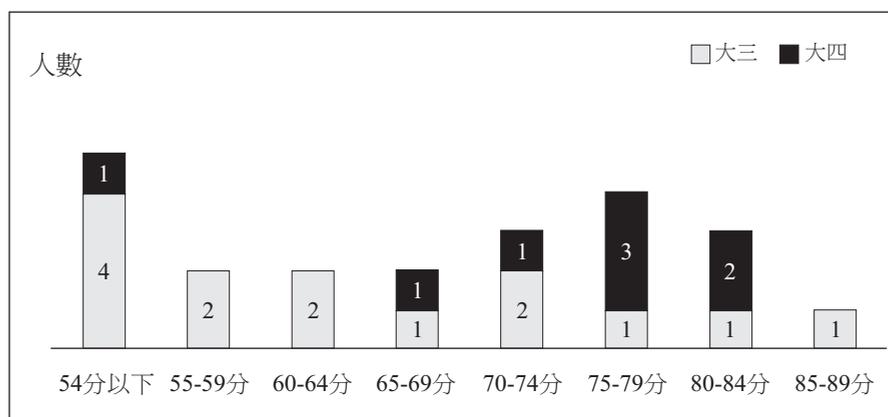


圖22 學期總分與人數分布

## 陸、結論與討論

本教學研究的目的是將「專題式學習」融入實作型課程、「數位遊戲設計」融入理論型課程之中，期望此種教學模式能達到課程設定的目標。由前述的教學內容設計到學生的學習表現，可見得此融入之教學模式，對學生在核心能力的養成與專業能力的訓練是有助益的。且亦能從作品中看到學生因分組學會團隊合作的精神，同時可發現學生展現自己的程式能力與創意。

### (一) 專題式學習融入實作型課程

「專題式學習」融入實作型課程，從文獻回顧中可看到許多有效的研究案例。就研究者而言，在「數位遊戲設計概論」上所設定的分階段完成專題的內容，並針對每階段作業設定詳細的規範與評分細項。學生

從自己的作業與這些評分所給予的回饋中，不但可獲得學習上的成就感，更可知不足與尚須學習之處。透過此評分與回饋，學生可以得到更多學習與省思的機會，也就容易達成課程所設定的核心能力養成與專業知識學習的目標。

另一方面，將「專題式學習」導入實作型課程並不如想像中容易，必須避免讓專題的要求在遷就學生能力下變成練習。因此，在設計上除了核心專業知識外，如何依照Thomas（2000）所設定的五個檢視標準設定專題的任務，就必須有完整的規劃。也就是專題任務具備一定的複雜度，非特定、現成的內容或是依循既定的路線就能達標，且同儕必須分工合作、發揮各自的專長。在完成專題的過程中，搭配個人的資訊蒐集與探究，以及團體的合作討論，最後必須有實際的成品展出搭配口頭報告。如此便能讓學生在實作型的課程獲得較佳的訓練成效。此過程對於學生的表達、問題解決、寫作，以及合作能力都能有實質的提升。

就實務上而言，「專題式學習」融入實作型課程，對於寫作、表達與解決問題三項能力的養成是非常有幫助的。因其皆為學生就業時必須實際面對的挑戰，此與Barrows（1992）在設計「專題式學習」原始模型時的出發點相同，即希望從實際的案例中，透過做中學的方式來使學生主動學習，並能將所學應用在日常生活之中。研究者在「數位遊戲設計」課程所安排的作業內容，包含各階段的報告與要求、評分的標準與依據，以及報告時所需的分組互動，都可作為其他研究者在將「專題式學習」導入實作型課程的參考依據。

## （二）數位遊戲設計融入理論型課程

「計算機圖學」屬於進階的理論性課程，傳統的教學模式都是利用考試來驗證學生的理解。就本系學生而言，比較不適用。因此，研究者將課程的目標轉變以實作為主、理論為輔，重點是讓學生撰寫程式來實現理論的內容，搭配簡單的小考強化學生對於理論之記憶。相較於現有研究大多將數位遊戲融入基礎程式設計的學習，本教學研究則是將「數

位遊戲設計」融入課程的作業規範中，利用遊戲設計的誘因而激勵學生朝更高階的程式設計能力去精進。從前述學生在作業所展現的成果來看，確實有不錯的成效。以本研究所呈現的學生作品為例，第一個作業即有學生做出完整且讓人驚豔的2D射擊遊戲；房間導覽的作業也有學生融入動作遊戲的解謎機制，且展示報告時得到同儕的稱讚。

「3D遊戲程式設計」的課程內容介於理論與實作之間。課程本身講授遊戲程式的設計樣式，並要求學生設計遊戲；而在作業的安排上，僅指定要完成特定類型的遊戲，遊戲的實質內容與互動方式由學生自己決定。以此而言，其與「計算機圖學」的要求類似，即學生必須善用所學之基本理論，將其應用在自己設計的遊戲之中，兩者皆是將數位遊戲設計融入高階的程式能力訓練。就學生所完成的作業來看，學生們都能做出各具特色的作品。

教學研究是持續累積的過程，將數位遊戲設計設定為理論性課程的作業，不僅在單一學期的課程中可看到學生能力的提升，研究者在比較同一門課前後三次開課時的學生表現，發現作品一屆比一屆優異，顯見本教學研究所採取的課程設計與教學策略，對學生在進階程式能力的養成是有效的。期望此研究成果可給予其他教學研究者參考。

## 柒、教學省思

研究者立於期望學生能表現得更好的立場上，為了讓課程能收到更好的教學成效，仍有以下可再改進的空間，包含：

### （一）設定明確的退回作業機制

研究者雖在「數位遊戲設計概論」的個人作業與分組作業皆設定明確的規範，但仍有不少學生作業並未依循這些規範。未來在繳交作業的要求上，將只收達到指定格式要求的作業，否則將退回且要求重做，如此才能達到應有的訓練要求。

## （二）建立製作主題的預選機制

由於「數位遊戲設計概論」的角色動作作業，有不少的學生直接複製或是簡單修改研究者所提供的範例就當成作業繳交。因此，未來將建立主題的預選制度，即明定學生必須先選擇一段預期要完成的參考動作影片（不得與課程範例相同），而所繳交的作業內容必須與該段參考影片相符，如此才能讓學生確實在作業上達到所預期的要求。

## （三）分組作業明定應完成的內容

分組作業內容都是學生自選，從企劃到成品都是學生獨力完成，但總會出現規劃與實際執行發生落差的情形。為了讓學生有更好的作品呈現，在第二次企劃總結報告時，將要求各組學生列出在期末展示所預期完成的功能，並以這些功能作為期末展示時的評分依據。透過此種方式讓學生督促自己，以避免其因期末在不同課程的取捨上，導致應完成的功能沒有做到，讓實作能力的訓練打折扣。

## （四）遊戲程式實作採用化整為零的方式

將需求拆解成小作業，或增加程式技術的探討。在相關單元結束後，立即要求學生回家撰寫並於下週繳交。這些小作業的需求，都是以物件導向程式設計的方式來完成類別封裝並實現該項功能。透過此種方式，讓學生每週都寫程式，回家自然就會複習所講授的內容。

建立這些繁瑣的規範，如同拿著教鞭在督促學生做好該做的事情。就研究者而言，這並非是最好的手段，但面對學習態度較差的學生，也只能採取此種策略。其實本研究所設定的三門課程，修課學生在教學評鑑上的評語與給分都非常高，顯見這些課程內容的安排與教學策略確實能引起學生的學習興趣。但在學生作業的表現方面，仍有進步的空間。因此，期望透過上述的課程規範，在課程開始即告知學生相關的權利義務，讓有意願提升能力的學生，能在課堂上認真地學習。

## 參考文獻

- 王秀雯、陳孟君、王學武（2009）。遊戲因子對國小二年級學童學習動機之研究。發表於數碼遊戲化學習學術研討會，香港中文大學，香港。
- [Wang, H.-W., Chen, M.-C., & Wang, H.-W. (2009). *A study of game factors affecting the learning motivation of second graders*. Paper presented at the conference on Digital Game-Based Learning, Hong Kong, China.]
- 王學武、王嫻茵（2008）。正方體展開圖之遊戲式學習數位教材開發之研究。國民教育，49（1），30-40。
- [Wang, H.-W., & Wang, Y.-Y. (2008). A study of developing digital game-based courseware on cubic net. *Elementary Education*, 49(1), 30-40.]
- Crawford, C.（2005）。遊戲大師談數位互動劇本創作（葉思義譯）。臺北：碁峰科技。（原著出版於2004）
- [Crawford, C. (2005). *Chris Crawford on interactive storytelling* (S.-I. Yeh, Trans.). Taipei, Taiwan: GOTOP. (Original work published 2004)]
- Freeman, D.（2004）。大師談遊戲劇本與角色設定：創造暢銷遊戲的32種技術（史萊姆工作室譯）。臺北：上奇科技。（原著出版於2004）
- [Freeman, D. (2004). *Creating emotion in games: The craft and art of emotioneering* (Slime Design workroom, Trans.). Taipei, Taiwan: GrandTech. (Original work published 2004)]
- Rollings, A., & Adams, E.（2003）。大師談遊戲設計（上奇科技譯）。臺北：上奇科技。（原著出版於2003）
- [Rollings, A., & Adams, E. (2003). *Andrew Rollings and Ernest Adams on game design* (GrandTech, Trans.). Taipei, Taiwan: GrandTech. (Original work published 2003)]
- Rollings, A., & Morris, D.（2004）。大師談遊戲架構與設計理論（史萊姆工作室譯）。臺北：上奇科技。（原著出版於2004）
- [Rollings, A., & Morris, D. (2004). *Game architecture and design: A new edition* (Slime Design workroom, Trans.). Taipei, Taiwan: GrandTech. (Original work published 2004)]
- Adipranata, Y., & Adipranata, R. (2010). Teaching object oriented programming course using cooperative learning method based on game design and visual

- object oriented environment. *Proceedings of the 2nd International Conference on Education Technology and Computer, Shanghai, China, 2*, 355-359.
- Angel, E., & Shreiner, D. (2011). *Interactive computer graphics: A top-down approach with OpenGL* (6th ed.). Boston, MA: Addison-Wesley.
- Barrows, H. S. (1992). *The tutorial process*. Springfield, IL: Southern Illinois University School of Medicine.
- Chang, W.-C., & Chou, Y.-M. (2008). Introductory c programming language learning with game-based digital learning. *Proceedings of the 7th international conference on Advances in Web Based Learning, Jinhua, China*, 221-231.
- Chen, W.-K., & Cheng, Y.-C. (2007). Teaching object-oriented programming laboratory with computer game programming. *IEEE Transactions on Education*, 50(3), 197-203. doi:10.1109/TE.2007.900026
- Diehl, W., Grobe, T., Lopez, H., & Cabral, C. (1999). *Project-based learning: A strategy for teaching and learning*. Boston, MA: Center for Youth Development and Education, Corporation for Business, Work, and Learning.
- Fioravanti, M. L., Sena, B., Paschoal, L. N., Silva, L. R., Allian, A. P., Nakagawa, E. Y.,...Barbosa, E. F. (2018). Integrating project based learning and project management for software engineering teaching: An experience report. *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, Maryland, USA*, 806-811.
- Frederick, W. B. Li, & Christopher, W. (2011). Game-based concept visualization for learning programming. *Proceedings of the 3rd international ACM workshop on Multimedia Technologies for Distance Learning, Arizona, USA*, 37-42.
- Garrido, A., Martinez-Baena, J., Rodriguez-Sanchez, R., Fdez-Valdivia, J., & Garcia, J. A. (2009). Using graphics: Motivating students in a C++ programming introductory course. *Proceedings of the 20th European Association for Education in Electrical and Information Engineering Annual Conference, Valencia, Spain*, 1-6.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467.

- Jiau, H. C., Chen, J. C., & Ssu, K. F. (2009). Enhancing self-motivation in learning programming using game-based simulation and metrics. *IEEE Transactions on Education*, 52(4), 555-562. doi:10.1109/TE.2008.2010983
- Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., & Mackinnon, L. (2012). A serious game for developing computational thinking and learning introductory computer programming. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 1991-1999. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.06.938
- Kizaki, S., Tahara, Y., & Ohsuga, A. (2014). Software development PBL focusing on communication using scrum. *Proceedings of the IIAI 3rd International Conference on Advanced Applied Informatics, Kita-Kyushu, Japan*, 662-669.
- McGrath, D. (2003). Rubrics, portfolios, and tests, oh my! Assessing understanding in project-based learning. *Learning & Leading with Technology*, 30(8), 42-45.
- Moursund, D. (1999). *Project-based learning using information technology*. Eugene, OR: International Society for Technology in Education.
- Prensky, M. (2007). *Digital game-based learning*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Sababha, B. H., Alqudah, Y. A., Abualbasal, A., & AlQaralleh, E. A. (2016). Project-based learning to enhance teaching embedded systems. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(9), 2575-2585.
- Steinberg, A. (1998). *Real learning, real work*. New York, NY: Routledge.
- Tan, P. H., Ting, C. Y., & Ling, S. W. (2009). Learning difficulties in programming courses: Undergraduates' perspective and perception. *Proceedings of the 2009 International Conference on Computer Technology and Development, Kota Kinabalu, Malaysia*, 42-46.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. San Rafael, CA: Autodesk.
- Thomas, J. W., Mergendoller, J. R., & Michaelson, A. (1999). *Project-based learning: A handbook for middle and high school teachers*. Novato, CA: The Buck Institute for Education.
- Vahldick, A., Mendes, A. J., & Marcelino, M. J. (2014). A review of games designed to improve introductory computer programming competencies. *Proceedings of*

*the 44th Annual Frontiers in Education Conference, Madrid, Spain, 781-787.*

Yadav, S. S., & Xiahou, J. (2010). Integrated project based learning in software engineering education. *Proceedings of the International Conference on Educational and Network Technology, Qinhuangdao, China*, 34-36.

## **Effects of Project-Based Learning and Digital-Game-Based Course Design**

Hsueh-Wu Wang\*

### **Abstract**

In this research, project-based learning and digital game design were applied to three digital-game-design courses: An Introduction to Digital Game Design, 3D Game Programming, and Computer Graphics. An Introduction to Digital Game Design is a practical course that requires groups of students to create a digital game. The assignments and teaching activities of this course were designed according to project-based learning. By contrast, 3D Game Programming and Computer Graphics are theoretical courses. To encourage students to use their professional knowledge and inspire their creativity, digital game design was integrated into the teaching and assignments of these two theoretical courses. In this study, students' cultivation of core competencies and acquisition of professional knowledge were assessed and compared with the course goals. The content of the playable games and the richness of the game proposals made by the student groups in the practical course revealed that the students had developed the core competencies of data collection; game planning, creation, and execution; information technology application; and teamwork through project-based learning. The students on the theoretical courses used object-oriented programming to implement complex game mechanics and met the assignment requirements by developing noteworthy gameplays. The integration of game design into theoretical courses was found to inspire the students and promote their practical application of knowledge.

Keywords: computer graphics, project-based learning, computer programming, digital game design

---

\* Hsueh-Wu Wang: Professor, Department of Digital Technology Design, National Taipei University of Education

E-mail: hwwang@tea.ntue.edu.tw

Manuscript received: 2018.02.22; Accept: 2018.03.18

