

國立臺東大學資訊管理學系
環境經濟資訊管理碩士在職專班碩士論文

指 導 教 授：謝昆霖 先生
共同指導教授：施能木 先生

運用擴增實境技術於開發行動載具應
用程式之研究-以 IOS 系統為例

研 究 生：陳俊良 撰
中華民國一〇一年六月

國立臺東大學資訊管理學系
環境經濟資訊管理碩士在職專班碩士論文

指 導 教 授：謝昆霖 先生
共同指導教授：施能木 先生

運用擴增實境技術於開發行動載具應
用程式之研究-以 IOS 系統為例

研 究 生：陳俊良 撰
中華民國一〇一年六月

國立臺東大學
學位論文考試委員審定書

系所別：資訊管理學系環境經濟資訊管理碩士專班

本班 陳俊良 君

所提之論文 運用擴增實境技術於開發行動載具
應用程式之研究-以 IOS 系統為例

業經本委員會通過合於 碩士學位論文 條件

論文學位考試委員會：

趙子乙

(學位考試委員會主席)

施能木

邵曉新

(指導教授)

論文學位考試日期：101年 6 月 23 日

國立臺東大學

- 附註：1. 本表一式二份經學位考試委員會簽後，正本送交系所辦公室及註冊組或進修部存查。
2. 本表為日夜學制通用，請依個人學制分送教務處或進修部辦理。

博碩士論文授權書

本授權書所授權之論文為本人在 國立臺東大學 資訊管理學系 系(所)
環境經濟資訊管理碩士專班 100 學年度第 二 學期取得 碩 士學位之論文。
論文名稱：運用擴增實境技術於開發行動載具應用程式之研究-以 IOS 系統為例

本人具有著作財產權之論文全文資料，授權予下列單位：

同意	不同意	單 位
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	國家圖書館
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	本人畢業學校圖書館
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	與本人畢業學校圖書館簽訂合作協議之資料庫業者

得不限地域、時間與次數以微縮、光碟或其他各種數位化方式重製後散布發行或上載網站，藉由網路傳輸，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

☒ 同意 ☐ 不同意 本人畢業學校圖書館基於學術傳播之目的，在上述範圍內得再授權第三人進行資料重製。

本論文為本人向經濟部智慧財產局申請專利(未申請者本條款請不予理會)的附件之一，申請文號為：_____，請將全文資料延後半年再公開。

公開時程

立即公開	一年後公開	二年後公開	三年後公開
			V

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同授權。

指導教授姓名：陳俊良 (親筆簽名)
研究生簽名：陳俊良 (親筆正楷)
學 號：4399005 (務必填寫)

日 期：中華民國 101 年 6 月 26 日

1. 本授權書 (得自 <http://www.lib.nttu.edu.tw/theses/> 下載) 請以黑筆撰寫並影印裝訂於書名頁之次頁。

2. 依據 91 學年度第一學期一次教務會議決議: 研究生畢業論文「至少需授權學校圖書館數位化，並至遲於三年後上載網路供各界使用及校內瀏覽。」

授權書版本: 2008/05/29

謝誌

論文終於完成了，歷經了兩年沒有假日的時光，總算熬過這段辛苦的日子，非常感謝我的指導教授－謝昆霖教授及施能木教授，在論文撰寫的過程中給予我許多的建議與支援，讓我在應用程式實作時，能不斷改善不足的地方，才能順利完成研究，而在論文口試期間，感謝口試委員趙家民教授的審閱，給予我許多寶貴的意見，讓我的論文更趨完整。

在論文的實作過程中，感謝我的大學同學瑋智在 3D 建模的鼎力相助，提供我非常多的資源，讓我的應用程式實作能順利完成；另外感謝跟我的研究所同學，因為有你們，讓我這兩年的日子過的多采多姿，很懷念大家戰戰兢兢，一起報告的時候，每個人分工合作一同討論，經過了這些歷練，大家都成長了，感情也越來越融洽了，也很懷念跟大家一起遊山玩水、吃喝玩樂的日子，總是充滿許多的歡笑。感謝兩年的班長振源，對班上事務總是盡心盡力，也因為有你的統籌規劃，論文口試才能順利完成；感謝「跨宇宙超強無敵口試小組成員」璽鳳、莊倫、懷恩、尉志、奏方、秀梅、義賢、泰峰，大家一定要一起共同度過口試，一起順利畢業；感謝晶蓉、白哥、紀紋、育廷、冠葆、牛哥當我的受訪對象，沒有你們的相挺，我們論文也很難完成，能與你們一起讀研究所，真是我莫大的福氣，希望未來還能永續我們的情誼。

再來還要感謝默默在背後支持我的家人，謝謝我爸媽一路對我無私的奉獻，在我遇到困難的時候鼓勵我、為我禱告，也感謝我的女朋友欣如，如果沒有你的包容與陪伴，我很難熬過這兩年的日子，謝謝你，謝謝我的家人。

要感謝的人太多了，你們都是我生命中的貴人，因為有你們的參與才能完成我的學業，謝謝大家。

陳俊良 謹誌
國立臺東大學資訊管理學系環境經濟資訊管理碩士在職專班
中華民國一〇一年六月

摘要

隨著行動運算的技術的成熟，智慧型手機與平板電腦成了市場上當紅的位數產品，「APP」也改變了人們取得資訊的習慣。生活逐漸的數位化，虛擬資訊也漸漸融入現實的生活中，透過手中的行動載具，感受擴增實境技術結合虛擬與現實的互動體驗，會是個新奇的視覺饗宴。

本研究採用文獻回顧分析、雛型開發法、觀察法及訪談法進行實作。探討運用擴增實境技術開發 IOS 系統的行動載具應用程式，將以 Vuforia 套件的擴增實境技術開發應用程式雛型，使用無標記式(Markerless)辨識，再藉由歸納出的人機介面及互動設計原則進行雛型開發，雛型評估則選用觀察法與訪談法驗證本研究。

本研究開發的應用程式「AiR」包含了「手指足球」、「變裝喬巴」及「魔術海報」等三件應用案例。「手指足球」、「變裝喬巴」使用虛擬按鍵的互動模式設計，讓使用者能簡單地透過手指與行動載具螢幕上的虛擬物件產生互動；「魔術海報」則是結合影片與印刷品，重現電影哈利波特中神奇的報紙，讓擴增實境技術應用在我們生活當中。

最後經由使用者實際操作行動載具上的應用程式，獲得相關意見，並進行成效評估。本論文之貢獻如下：

1. 本研究以擴增實境技術開發行動載具的應用程式之雛型，實踐了應用在行動載具的可能性。
2. 針對行動載具的應用，提出與過去擴增實境技術不同的互動模式與介面應用。
3. 整合多種軟體與套件開發擴增實境的應用程式，可提供開發者參考。

關鍵詞：擴增實境、行動載具、應用程式、互動模式

Abstract

With the increasing maturity of mobile computing, smartphones and tablets have become popular digital products in the consumer market, and “APPs” have also changed the ways people acquire information. Under the trend of digitalization, virtual information has gradually come into reality. Through application of augmented reality technology, people can also have enhanced interactions with the reality on their mobile devices.

This study attempted to develop an APP for iOS-based mobile devices using Vuforia augmented reality SDK. The research methodology included literature review, prototype development, observation, and interview. This APP used markerless object recognition technique and was developed based on induced design principles of human-machine interface and interactions. The developed prototype was evaluated through observation and interview.

The developed APP called AiR consisted of three works, including Finger Soccer, Chopper in Disguise, and Magic Poster. Finger Soccer and Chopper in Disguise are based on the virtual button interaction model, which enables users to interact with virtual objects on mobile devices using their fingers. Magic Poster integrates videos and prints to represent magic newspaper in the film Harry Potter. All these works were intended to apply augmented reality technology in our daily life.

Finally, the effectiveness of this APP was assessed by users who have tested it on their mobile devices. The main contributions of this study were as follows:

1. This study applied augmented reality technology to develop a prototype APP for mobile devices. This attempt established the possibility of applying this technology to mobile devices.
2. This study proposed a novel interactive model and interface for application of augmented reality on mobile devices.
3. This study offered APP developers an example of integrating numerous software systems and development kits to develop an augmented reality-based mobile APP.

Keywords: Augmented Reality, Mobile Device, Application, Interactive Technology

目錄

中文摘要.....	I
Abstract.....	II
目錄	III
表目次.....	VI
圖目次.....	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的	1
第三節 研究流程與研究方法	2
第四節 名詞釋義	3
一、擴增實境	3
二、行動載具	4
三、應用程式	4
第五節 研究範圍與限制.....	4
第二章 文獻探討.....	5
第一節 擴增實境	5
一、擴增實境的定義.....	5
二、擴增實境系統的類型	6
第二節 擴增實境的系統開發套件.....	10
第三節 互動介面與模式.....	12
第四節 智慧型載具擴增實境技術的相關應用.....	14
一、Aurasma(2011).....	14
二、Konstruct(2011).....	14
三、String™ Augmented Reality Showcase	15
四、Starbucks Cup Magic	15
五、fiat street evo	16
六、Historic New Orleans	16
第三章 系統架構與研究方法.....	19
第一節 研究方法	19
一、文獻回顧與分析.....	19
二、雛型開發法.....	19

第二節 觀察法與訪談法.....	23
一、觀察法：	23
二、訪談法：	23
第三節 研究流程	24
第四章 系統設計與實作	25
第一節 應用案例一：手指足球	25
一、設計概念	25
二、3D 模型設計	25
三、互動介面設計.....	26
四、互動模式設計.....	28
五、互動應用程式設計	29
第二節 應用案例二：變裝喬巴	33
一、設計概念	33
二、3D 模型設計	34
三、互動介面設計.....	34
四、互動模式設計.....	36
五、互動應用程式設計	39
第三節 應用案例三：魔法海報	43
一、設計概念	43
二、視覺設計	43
三、互動介面設計.....	43
四、互動模式設計.....	44
五、互動應用程式設計	46
第四節 應用程式整合與設計	51
一、應用程式視覺設計	51
二、應用程式整合	52
第五章、應用程式測試與評估	54
第一節 應用程式測試.....	54
第二節 成果評估-觀察法與訪談使用者.....	57
第三節 研究結果與討論	69
第六章 結論與建議.....	71
第一節 研究結論	71

第二節	研究建議	72
第三節	未來展發	72
參考文獻.....		74



表目次

表 2-1 常見的標記圖	8
表 2-2 現有擴增實境開發套件	10
表 2-3 行動裝置的擴增實境發展套件	12
表 2-4 互動介面設計分析	17
表 2-5 互動模式分析	18
表 3-1 本研究使用者訪談大綱	24
表 4-1 手指足球軟硬體項目	28
表 4-2 「手指足球」的互動步驟介紹	28
表 4-3 「手指足球」應用程式建置	31
表 4-4 變裝喬巴軟硬體項目	36
表 4-5 「變裝喬巴」互動步驟介紹	37
表 4-6 「變裝喬巴」應用程式建置	40
表 4-7 「魔法海報」軟硬體項目	44
表 4-8 「魔法海報」互動步驟介紹	45
表 4-9 「魔法海報」應用程式建置	48
表 5-1 「手指足球」觀察結果分析表	58
表 5-2 「變裝喬巴」觀察結果分析表	59
表 5-3 「AR 電影海報」觀察結果分析表	60

圖目次

圖 1-1 研究流程.....	3
圖 2-1 虛擬實境與實體環境的程度劃分	6
圖 2-2 擴增實境系統架構	6
圖 2-3 iPhone 擴增實境應用程式實例	7
圖 2-4 有標記式技術的運作流程	7
圖 2-5 Template markers 標記	9
圖 2-6 無標記式技術的運作流程	9
圖 2-7 Aurasma App	14
圖 2-8 Konstruct App	15
圖 2-9 String™ Augmented Reality Showcase APP	15
圖 2-10 Starbucks Cup Magic App	16
圖 2-11 Fiat Street Evo App	16
圖 2-12 Historic New Orleans App	17
圖 3-1 本研究雛型開發流程圖	20
圖 3-2 雛型開發流程	21
圖 3-3 雛型一「手指足球」開發流程圖	22
圖 3-4 雛型二「變裝喬巴」開發流程圖	22
圖 3-5 雛型三「AR 電影海報」開發流程圖	23
圖 3-6 研究流程	24
圖 4-1 使用 3Ds Max 2012 製作模型	26
圖 4-2 使用 Unity3D 讀取模型	26
圖 4-3 手指足球圖卡設計	27
圖 4-4 「手指足球」的互動示意圖	27
圖 4-5 手指足球整合示意圖	30
圖 4-6 變裝喬巴的模型設計	34
圖 4-7 變裝喬巴模型的貼圖設計	34
圖 4-8 變裝喬巴圖卡設計	35
圖 4-9 變裝喬巴的四種帽子變化	35
圖 4-10 「變裝喬巴」互動示意圖	36
圖 4-11 「變裝喬巴」系統整合示意圖	39
圖 4-12 魔法海報圖卡設計	43

圖 4-13 「魔法海報」互動示意圖	44
圖 4-14 「魔法海報」系統整合示意圖	47
圖 4-15 「AiR」圖示設計	51
圖 4-16 「AiR」啟動畫面設計	52
圖 4-17 「AiR」應用程式整合（iPhone 版本）	52
圖 4-18 「AiR」在 iPhone 上的測試畫面	53
圖 5-1 使用者使用手指操作	54
圖 5-2 使用者使用兩隻手指操作	54
圖 5-3 多人一起操作	55
圖 5-4 使用者在測試觸碰互動	55
圖 5-5 使用者觸碰虛擬按鈕	55
圖 5-6 使用者觸碰虛擬按鈕	55
圖 5-7 使用者觸碰虛擬按鈕	56
圖 5-8 使用者變換不同視角觀看	56
圖 5-9 使用者觸碰螢幕的控制鍵	56
圖 5-10 使用者測試感應效果	56
圖 5-11 使用者觀看影片	57
圖 5-12 使用者觀看影片	57
圖 5-13 應用案例觀察指標分析圖	61
圖 5-14 受訪者性別資料統計	62
圖 5-15 受訪者教育程度資料統計	62
圖 5-16 受訪者年齡資料統計	63
圖 5-17 受訪者職業資料統計	63
圖 5-18 受訪者是否有智慧型手機之資料統計	64
圖 5-19 受訪者否有看過擴增實境技術相關的應用程式之資料統計	64
圖 5-20 受訪者否有在行動載具使用過擴增實境技術相關的應用程式之資料統計	65
圖 5-21 受訪者對「應用程式操作難易度」的看法	66
圖 5-22 受訪者對「應用程式中三件應用案例操作難易度」的看法	66
圖 5-23 受訪者對「應用程式中三件應用案例滿意度」的看法	67
圖 5-24 受訪者對「應用程式中三件應用案例互動方式」的看法	68
圖 5-25 受訪者對「應用程式中三件應用案例趣味性」的看法	68

第一章 緒論

本章節共分四節，第一節敘述本研究的研究背景與動機，第二節擬定本研究的研究目的，第三節說明本研究的研究方法與研究架構，而第四節則對本研究的相關名詞作解釋，最後第五節針對本研究的研究範圍及限制進行相關說明。

第一節 研究背景與動機

近幾年隨著科技的進步，各種輕薄、短小、功能強大的行動載具(Mobile Devices)不斷的推陳出新，像是平板電腦(Tablet PC)及智慧型手機(Smart Phone)等，不僅體積越來越輕巧、機身越來越薄，功能與效能也越來越強大，且豐富多樣的內容與應用程式讓資訊的獲得不再只是侷限在個人電腦與筆記型電腦上。由於無線網路和 3G 信號的建設，資訊的取得越來越容易、越來越迅速即時，使得行動載具的相關應用層面變得更為廣泛。

擴增實境(Augmented Reality，簡稱 AR)的技術應用在近幾年越來越熱門，相關的應用工具也從個人電腦(Personal Computer)延伸到行動載具上，在 2007 年 1 月蘋果電腦公司發表了 iPhone 後，智慧型手機市場就進入了戰國時代，各家科技公司紛紛的加入這塊行動科技市場，如 Google 的 Android、Windows 的 Windows Phone 等智慧型手機作業系統，都相繼的應用在多種智慧型手機上，iPhone 的出現不僅宣告了智慧型手機的行動資訊時代，也開啓了智慧型手機應用程式(Application，簡稱 APP)開發的大門，讓軟體開發者投入應用程式的開發。隨著行動載具的硬體技術的逐漸成熟，具備了高效能處理器、大尺寸螢幕及高畫素攝影鏡頭等功能，讓擴增實境的技術可以在行動載具上開發相關的應用程式。

本研究希望透過擴增實境之技術開發行動載具的應用程式，嘗試結合行動載具的特性、擴增實境的技術與不同以往的互動模式，開發新奇有趣的應用程式。

第二節 研究目的

目前台灣在擴增實境技術相關的學術研究中，大部份都是以個人電腦為基礎的程式開發和應用，實際將擴增實境的技術應用在行動載具上的例子屈指可數，其原因可能在於智慧型手機發展至這幾年才逐漸成熟或是開發難度過高、相關應用程式開發套件支援不足等因素。因此，本研究的目的為利用擴增實境

的技術來開發 IOS 系統載具（如 iPhone 及 iPad 等）的應用程式作研究探討，提供開發者往後應用擴增實境技術於行動載具的建議。

本研究之研究目的：

1. 探究擴增實境技術應用於行動載具應用程式開發的可行性。
2. 運用擴增實境技術，嘗試開發 IOS 系統載具的應用程式。
3. 探究擴增實境技術應用於行動載具應用程式的互動模式。

第三節 研究流程與研究方法

由於國內使用擴增實境的技術在行動載具上的相關研究不多，缺乏明確的理論基礎，而本研究是屬於探索性質的研究，所以在應用程式系統開發的部份採用雛型法開發行動載具的應用程式，系統分析的方法採用則是觀察法與訪談法。

研究流程如圖 1-1 所示，首先針對本研究相關的問題進行文獻探討與回顧，再由文獻中整理歸納出適合本研究進行開發行動載具應用程式的方法及系統需求，接著以雛型開發、觀察法及訪談法進行系統規劃與實作，系統開發完成初步雛型後，經由使用者測試與回饋，將他們提出的問題進行應用成式的修正，再反覆測試到無問題之後，以觀察法與訪談法驗證所開發之應用程式的可行性，最後在對所獲得的資料做分析與歸納整理，並做出最後的結論。

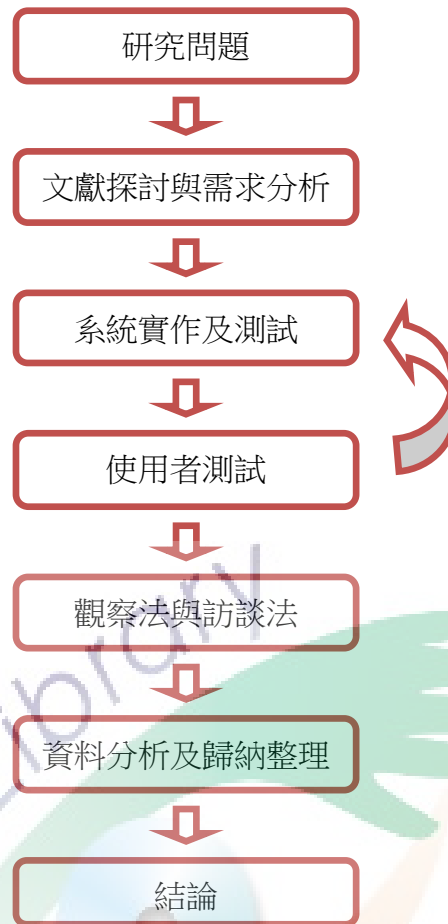


圖 1-1 研究流程

第四節 名詞釋義

本研究旨在使用行動載具的擴增實境技術開發應用程式，因此將針對擴增實境、行動載具、應用程式等名詞作解釋。

一、擴增實境

擴增實境（Augmented Reality，簡稱 AR）是一種能將「虛擬」的資訊及「真實」的事物進行結合的技術，所以，擴增實境的技術除了能讓使用者感知所在真實的環境外，又能感知得到由電腦產生的虛擬物件或資訊，透過使用者的感官，可以感受到真實物體與虛擬物件，同時存在於相同的空間裡的。因此，擴增實境的概念是適用於任何的感官（Azuma，1997）。

本研究所指的擴增實境，是利用視覺、觸覺感知，透過本研究開發的應用程式在行動載具上產生的虛擬物件，即時與使用者所在的真實環境影像進行結合。使用者在使用以行動載具上擴增實境技術開發的應用程式為基礎的系統架構中，與虛擬物件互動，讓使用者感受到擴增實境技術的臨場感受。

二、行動載具

行動載具（Mobile Device）具有接近筆記型電腦般高效能的運算能力以及體積小、重量輕的可攜帶性，宋曜廷等人（2006）研究將行動載具分為配帶式工具、手持載具、掌上型電腦和筆記型電腦等四類，其中智慧型手機是屬於手持載具類，平板電腦屬於掌上型電腦類，本研究所只開發蘋果公司的 IOS 平台的應用程式，所以行動載具的部分只限定具有 IOS 系統的平板電腦 iPad 與智慧型手機 iPhone。

三、應用程式

應用程式（Application）原是指使用於個人電腦系統平台的應用程式，像是文書軟體、影音軟體、繪圖軟體等，之後因行動載具的快速發展，將原本個人電腦的應用程式功能移植到行動載具的系統平台，讓使用者能依照自己的需求安裝應用程式在行動載具中，讓行動載具增加更多的功能。

第五節 研究範圍與限制

本研究運用擴增實境的技術與行動載具的結合，探討其發展的可行性，研究範圍著墨於行動載具的擴增實境應用程式開發與互動設計，因行動載具的平台環境很多，本研究的開發環境只以蘋果公司 IOS 系統的行動載具為主，應用程式開發使用 Unity 3D、QualComm AR SDK 及 Xcode 開發相關應用程式，其他平台環境則不在本研究範圍之內。

基於上述研究範圍的探討，本研究可能會有下列的研究限制，其內容敘述如下：

- 一、由於行動載具的系統平台有很多種，以目前各項軟硬體之限制下難以全面觸及，本研究主要針對 IOS 系統進行討論。
- 二、對不同的使用者而言，每個人對互動介面之理解力及經驗可能會略有不同，而影響本研究的調查結果。

第二章 文獻探討

擴增實境技術的發展與虛擬實境息息相關，Azuma 則認為擴增實境是虛擬實境的延伸出的技術。Cawood 和 Fiala(2008)提出了擴增實境技術的三項基礎，而隨著科技的逐漸進步，擴增實境技術從個人電腦上的應用，慢慢發展到行動載具上，相關的應用程式越來越多。

本章節除了對擴增實境技術進行探討之外，也對行動載具上的擴增實境套件進行分析。本章節共分三節，第一節是針對擴增實境的原理和技術類型進行探討，第二節是分析行動載具的擴增實境的相關套件，第三節則是敘述行動載具的擴增實境應用程式的應用實例。

第一節 擴增實境

一、擴增實境的定義

擴增實境（augmented reality，簡稱 AR），是從虛擬實境（Virtual Reality，簡稱 VR）延伸出來的技術。Azuma（1997）將擴充實境定義為虛擬實境的另一種變化，虛擬實境的目的是要讓使用者完全的融入在電腦所創造出來的虛擬 3D 環境中，當使用者沉浸在 VR 的環境中時，現實與虛擬的環境的界限會變得很模糊，無法清楚的辨認其週遭的現實環境；然而擴充現實可以讓使用者看到現實環境以及重疊在現實環境中的虛擬物體，因此，擴充現實是增進了現實，而不是完全的取代現實。

Azuma 認為擴增實境的要素必須包含：

- (1)結合真實與虛擬的環境。
- (2)有即時性的互動。
- (3)必需在三度空間內運作。

運用擴增實境的目的是在於將虛擬的數位資訊與現實空間的實體結合，使得虛擬和真實的界線互相交融。Milgram et al.（1994）依據現實環境中使用者所接觸的虛擬資訊的比例，將混合實境(Mixed Reality, 簡稱 MR)界定於真實環境與純粹虛擬環境之間。

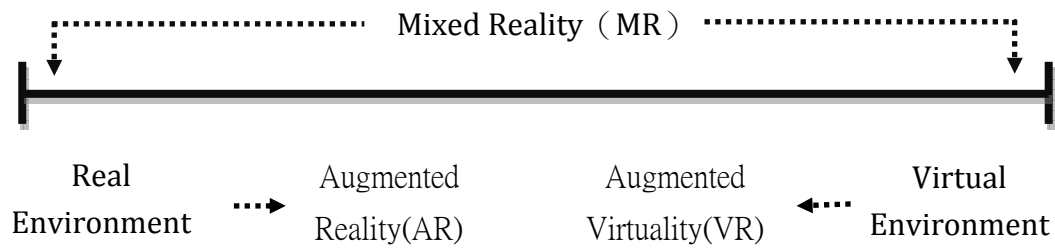


圖 2-1 虛擬實境與實體環境的程度劃分

Feiner(2002)指出擴增實境與虛擬實境的差異：虛擬實境試圖以虛擬的影像來取代現實環境中的影像，而擴增實境則是把虛擬的影像重疊在真實環境中，讓使用者能同時接收真實與虛擬融合的資訊，並獲得訊息。

二、擴增實境系統的類型

Cawood 和 Fiala(2008)研究指出，擴增實境的系統開發以影像辨識、互動控制及電腦圖學等三項技術為其基礎（圖 2-2）。

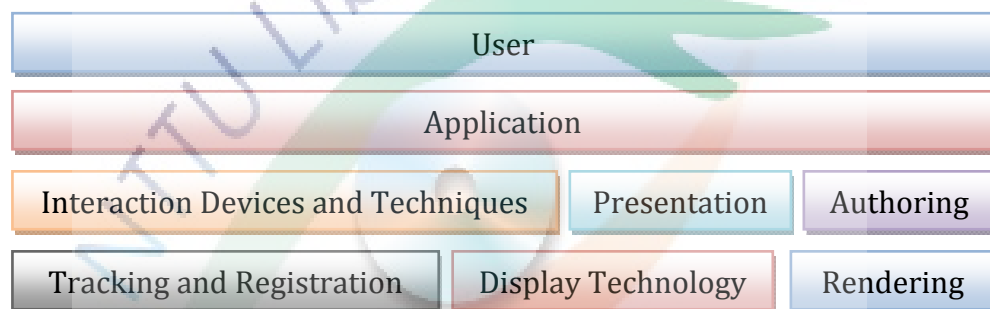


圖 2-2 擴增實境系統架構

以 IOS 系統的智慧型載具來說，使用者在操作擴增實境的應用程式時，攝影機擷取的影像會透過影像辨識系統比對標記圖卡（Marker）進行比對，當標記圖卡比對成功後，核心處理器將會依據標記圖卡把設定好的虛擬物件與即時拍攝的現實環境疊合成影像，影像再顯示於觸控螢幕上，使用者可以藉由顯示畫面看見虛擬物件與現實環境結合的影像，並可透過觸控螢幕對虛擬的物件即時的互動（圖 2-3）。



圖 2-3 iPhone 擴增實境應用程式實例

資料來源：<http://technabob.com/blog/2008/08/16/artoolkit-augmented-reality-iphone/>

隨著科技的進步，行動載具的互動控制與電腦圖學技術已逐漸發展成熟，影像辨識技術的創新更是扮演擴增實境發展的關鍵因素。擴增實境的影像辨識技術分成有標記式(Marker)與無標記式(Markerless)兩類(薛楷文，2009)。

(1) 有標記式擴增實境(Marker AR)

有標記式擴增實境技術必須要有特定的標記 (marker) 或圖案讓系統辨識，且透過標記的辨識來定位模型顯示在畫面上的相對位置，運作流程如圖 2-4。

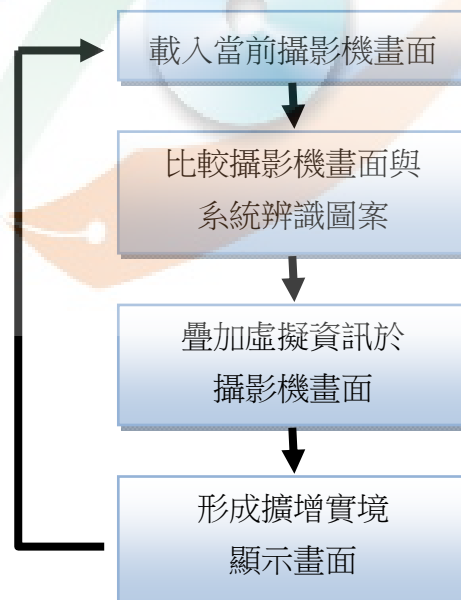


圖 2-4 有標記式技術的運作流程

常見的標記方式如圖 2-5，分別有 Frame markers、Dot markers、Split markers、Data Matrix markers、ID markers、Template markers 等六種(吳明謙，2010)，

標記大多用簡單的方塊、文字或圖案呈現，其色調以黑白或灰階為主，好處是能讓系統在低光源或攝影機像素較低時能精確快速的辨識圖樣，在六種標記中以 Data Matrix、ID Marker、Template markers 最為常見，如表 2-1。

表 2-1 常見的標記圖







名稱	圖像
Frame markers	
Split markers	
Dot markers	
DataMatrix markers	
ID markers	
Template markers	



圖 2-5 Template markers 標記

資料來源：<http://arblog.inglobetechnologies.com/?p=397>

(2) 無標記式擴增實境(Markerless AR)

無標記式擴增實境又稱自然特徵辨識擴增實境(Natural-Feature Tracking AR)，於 2008 年提出，並在能在手機上運作。相較於有標記式擴增實境技術，無標記式擴增實境不須透過特定的圖案作為媒介，就能達成辨識的效果，且不只是平面圖形，實體的物件也能辨識，運作流程如圖 2-7。

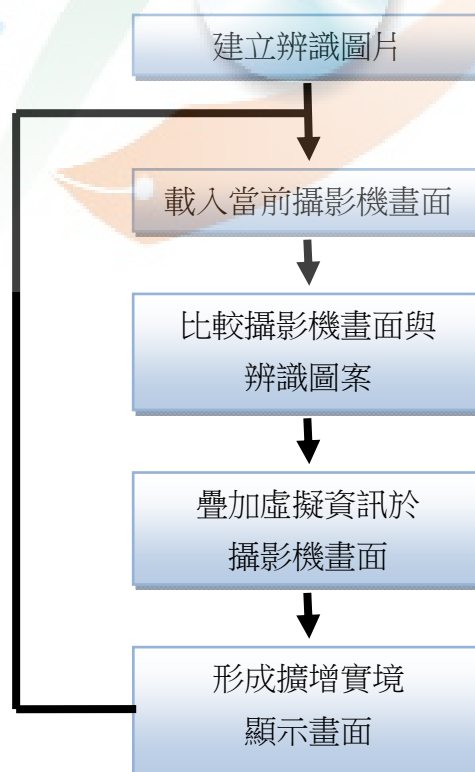


圖 2-6 無標記式技術的運作流程

本小節說明了擴增實境的技術是由虛擬實境延伸的，並瞭解使用者能夠在真實的環境中與虛擬的 3D 物件及時的互動，並透過擴增實境技術的辨識類型及運作程序的歸納，進而開始研究擴增實境在行動載具的應用程式的開發。

本研究將運用無標記式辨識技術為主軸開發擴增實境的應用程式，確定辨識類型之後，接著分析能在行動載具運作的擴增實境套件，再藉由圖卡的介面設計與程式的互動模式進行設計與開發。

第二節 擴增實境的系統開發套件

目前的擴增實境開發套件分成有標記式技術與無標記式技術，表 2-2 為開發套件的相關說明與內容。

表 2-2 現有擴增實境開發套件

套件名稱	技術類型	使用系統語言	套件說明
AR Toolkit	有標記式技術	C++	由日本加藤博一 (Hirokazu Kato) 先生及華盛頓大學 HITLab 於 1999 年所共同開發的一套以 C/C++ 為開發語言的跨平台擴增實境函式庫。此函式庫可即時從輸入裝置(如攝影機)所輸入的影像中追蹤標記，並算出相機至實體標記之距離、位置及方向，最後再將虛擬三維物件繪於現實的標記上方。
AR Tag	有標記式技術	C++	由加拿大 Mark Fiala 受到 ARToolKit 之啟發於 2004 年提出。ARTag 強調更複雜且更具效率的圖形處理及影像辨識能力，其中最大特點在於 ARTag 具有自我檢查更正的能力，可於標記被污損或遮住部份的情況下還能正確辨識。ARTag 的唯一遺憾在於其使用一種強韌的數位編碼技術(Digital Encoding Method)辨識標記，所以使用者僅能使用內建的標記(共 1001 個以索引編號為基礎之標記)供系統追蹤辨識用。
ARToolKitPlus	有標記式技術	C++	由 Christian Doppler Laboratory 所開發，是其所發展的 Handheld AR 計

套件名稱	技術類型	使用系統語言	套件說明
			畫中之一部分，為免費且開放原始碼。比之 ARToolKit 加強了模組化概念並增加了類似於 ARTag 以編號為基礎之標記。此外，ARToolKitPlus 也加快了硬體的工作速率，且將辨識門檻值(threshold)進行自動化處理。但其官方釋出的程式不完整、亦無使用說明，最後於 2006 年 6 月停止更新及維護。
NyARToolKit	有標記式技術	JAVA	一套基於 ARToolKit 所發展的 Java 函式庫，並提供 Java、C#、Android 等版本之下的虛擬工作平台，可讓使用者在各種平台亦或是於智慧型手機上開發擴增實境應用程式。
DART	有標記式技術	Macromedia Director	為一運行於 Macromedia Director 平台的擴增實境工具，可讓使用者輕易將 Flash 與 Director 軟體所製作的內容結合並應用於擴增實境。
FLARToolKit	有標記式技術	Flash AS 3	以 ARToolKit 為基礎所發展的工具，可讓使用者輕易將 Flash 軟體所製作的內容結合並應用於擴增實境。
PozARToolkit	有標記式技術	C++	以 ARToolKit 為基礎所發展的工具，可讓使用者輕易將 Poser 軟體所製作的內容結合並應用於擴增實境。
Processing	無標記式技術	JAVA	可建立自己的辨識標記，但因使用 JAVA 語言，易使系統效能降低，增加使用的限制。
D' Fusion	無標記式技術	自行開發語言	支援網路傳輸功能，影像辨識與繪圖可使用不同軟體運算，含 D'fusionAR SDK，可撰寫硬體外掛驅動程式。

套件名稱	技術類型	使用系統語言	套件說明
Unifeye SDK	有標記式與無標記式技術	C#	同時支援標記式與無標記式技術，可載入多個 AR 物件於畫面，與獨立操作各物件。

資料整理自薛凱文(2009)、甘泰瑋(2009)及張孝嘉(2011)

隨著智慧型載具的普及與發展，陸續有些針對行動平台所開發的擴增實境技術，表 2-3 為開發套件能支援的行動平台彙整。

表 2-3 行動裝置的擴增實境發展套件

行動平台 套件名稱	Android	iPhone	Symbian	WM	Java
Unifeye Mobile	◎	●	●	●	◎
Junaio	●	●	○	○	○
SREngine	○	●	○	○	○
NyARToolKit	●	○	○	○	●
iPhoneARKit	○	●	○	○	○
QualComm AR SDK	●	●	○	○	○

●表示支援 ◎表示陸續支援 ○表示不支援

資料整理自 <http://jwill.pixnet.net/blog/post/25524976>

本小節歸納出常見的擴增實境開發套件，擴增實境技術的應用起初是使用桌上型電腦當作載具，透過外接的視訊攝影機來辨識圖卡，最常使用的套件是 ARToolkit，可以開發簡易的擴增實境程式，但在操作時會受限於展示的環境，使用者只能在視訊攝影機的範圍操作，之後擴增實境技術延伸至行動載具，針對 iPhone 或 Android 系統平台開發的套件越來越多，辨識技術也從有標記式發展到無標記式。

本研究是針對 IOS 系統平台開發擴增實境的應用程式，且需要使用無標記式的辨識技術，因此選定 Qualcomm 公司開發的擴增實境套件 Vuforia，Vuforia 不僅支援 IOS 系統平台，還使用無標記是辨識技術，而且可以透過 Unity3D 軟體的動作介面簡單的設定應用程式的互動功能，縮短應用程式的開發時間。

第三節 互動介面與模式

互動介面是指使用者與電腦之間的互動，傳遞訊息、資料、符號等資訊交流的一個介面環境。依照 Joan Bene 的看法，人機介面包含觀念的模式、表達

的語言、系統交互作用的語言、實作的軟硬體系統模式等四個項目，廣義的來說，所謂介面是傳遞人與機器之間的所有資訊交流和控制活動。

Jakob Nielsen (1993) 認為評估介面的使用性並非單一向度，而是有五個效標所組成，敘述如下：

一、可學習性 (learnability)：

系統介面應該容易學習，而且能讓使用者很快的操作系統或介面。

二、效率性 (efficiency)：

系統介面能有效的使用，讓使用者一旦學會了，即可以很快發揮最高效能的表現。

三、可記憶的 (memorability)：

使用者在操作系統介面時容易記憶，即時經過一段時間沒有使用系統介面，還能迅速的操作系統，不必重頭學起。

四、錯誤率 (errors)：

系統介面應該有比較低的錯誤率發生，讓使用者操作時不會發生很多錯誤，而且即使操作錯誤也可以輕易的克服問題。

五、滿意度 (satisfaction)：

使用者在操作系統介面後，對系統介面的使用是感到愉悅或滿意的。

Graham(1999)認為互動是將所有形式的媒介整合成一個數位的方式呈現，並允許使用者有一些程度的互動。而 Schimmel (1988)「互動」本身即是回饋的表徵。互動即是一種雙向的溝通，而這種互動性的歷程是非線性的溝通方式，訊息不但能立刻獲得回應，而且可以隨時提供回饋（黃清雲，1994）。

Borsook, T. K (1991) 提出互動是雙向溝通的，在互動的過程中應該會有回饋，並能提供不同的機會滿足每個人不同的需求，而且互動主要是發送者與接收者的雙向溝通，因此提出了主要構成互動的六個要素，敘述如下：

一、立即回饋 (immediacy of response)：

當使用者提出某項訊息要求時，互動式系統能立刻提供適切的訊息回饋給使用者。

二、非線性資訊處理 (non-sequential access information)：

能讓使用者依照自己的需求選擇系統資料庫中不同的資訊。

三、適應性 (adaptability)：

系統能針對不同的使用者給予不同的資訊。

四、回饋 (feedback)：

系統能針對個人的回應而給予該回應適當的回饋。

五、選擇權 (options)：

使用者操作系統時，有充分的控制權力。

六、雙向溝通 (bi-directional communication)：

系統能提供各種訊息給使用者，同時使用者也才能表達意見及需求，彼此雙方有良好的溝通管道。

本小節提出互動介面的評估項目與互動模式的元素，本研究將各項要點作為應用程式開發的設計原則，讓使用者在操作時，能藉著應用程式的互動介面與模式，透過感官與行動載具相互連結，達到互動的宗旨，讓使用者印象深刻。也藉由評估要點評估應用程式的雛形，讓使用者在使用上能直覺且簡單的操作應用程式。

第四節 智慧型載具擴增實境技術的相關應用

近年來擴增實境技術應用在智慧型載具的相關應用日漸增加，本研究針對幾項案例的應用面、互動方式、辨識模式及功能面作探討。

一、Aurasma(2011)

將油墨印製的文宣轉變成互動影片，透過自然特徵追蹤辨識技術分析 iPhone 所拍攝的圖片，再透過資料傳輸後端資料庫進行影像比對，將符合該影像的影片傳到螢幕上播放。如圖 2-7 所示。

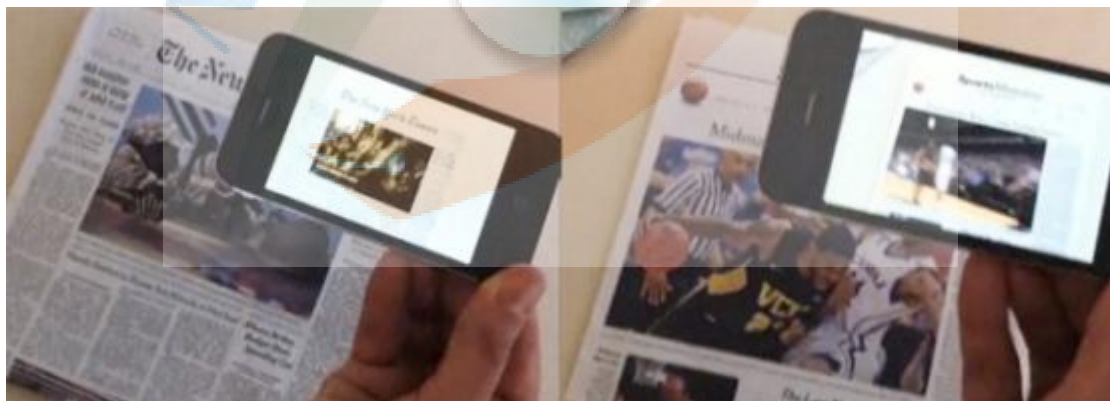


圖 2-7 Aurasma App

二、Konstruct(2011)

透過聲音來產生互動，使用有標記式辨識技術(String 的 SDKs)辨識圖案，由 iPhone 上的麥克風接收聲音，再由聲音轉換成立體的亂數影像，如圖 2-8。此應用案例為混合實境的應用，圖像的辨識加上聲音的互動，構成了豐富的互動模式。

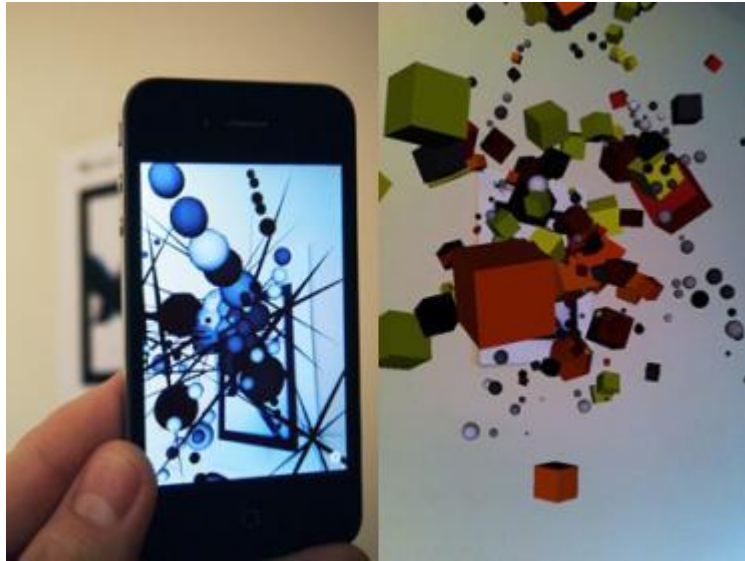


圖 2-8Konstruct App

三、String™ Augmented Reality Showcase

String Labs Ltd 針對智慧型載具開發出擴增實境的套件，並開發 App 展示了其套件多樣的互動功能，像是可針對物件的部件進行著色、可立即繪製圖案或文字、可旋轉 3D 物件、可操作 3D 物件移動及可截取擴增實境影像圖片等功能。



圖 2-9String™ Augmented Reality Showcase APP

四、Starbucks Cup Magic

星巴克將擴增實境技術結合聖誕商品所推出的應用程式，當消費者購買其咖啡時，可透過 iPhone 的攝影鏡頭對準咖啡杯特別的圖案，就會出現滑冰選

手、松鼠、滑雪橇的男孩與狗、狐狸等虛擬動畫，讓消費者在享受咖啡時，也能體驗互動的樂趣。



圖 2-10 Starbucks Cup Magic App

五、fiat street evo

Fiat 汽車製造商開發此應用程式讓客戶了解車輛的性能，當使用者透過智慧型手機辨識到路上的交通號誌時，螢幕上便會出現 Fiat 公司設定的車型，告訴消費者這輛車子的相關功能。例如當客戶辨識停車號誌，手機畫面就會出現汽車的卓越剎車功能，藉由此方式讓消費者了解車子的性能而提高銷售量。



圖 2-11 Fiat Street Evo App

六、Historic New Orleans

Historic New Orleans 能將舊城市的影像重疊在新程式的影像上面，所以當使用者拿著智慧型手機拍攝城市時，應用程式會鎖定你所在的位置，比對資

料庫裡的舊照片，將以前城市的樣貌以半透明的方式與現在的城市疊合，讓使用者能同時看到新舊城市的影像，是個具有歷史教育意義的應用程式。

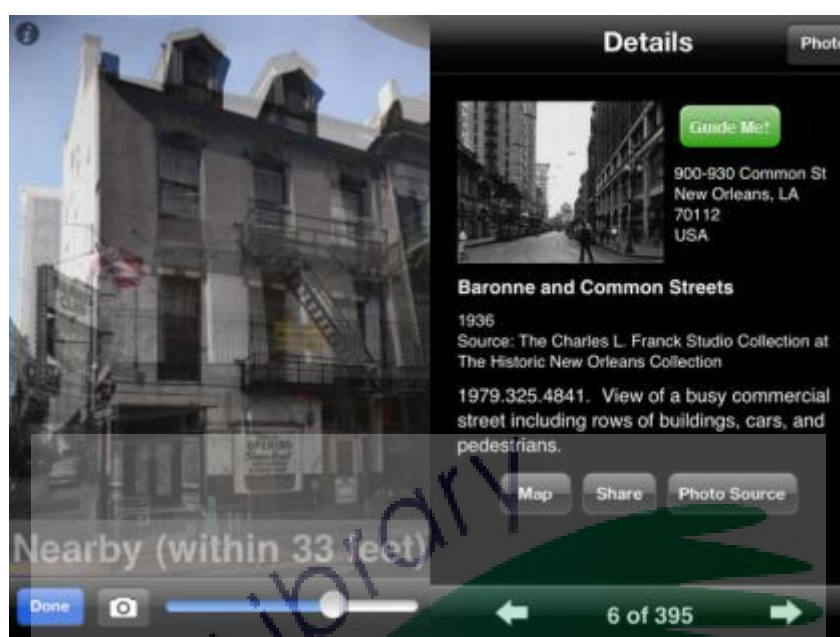


圖 2-12 Historic New Orleans App

本小節將相關行動載具上的擴增實境應用程式進行分析，並比較各案例的互動介面設計及互動模式的設計，表 2-4 為互動介面設計分析，內容有擴增實境的應用、辨識類型、系統平台、媒體素材等。表 2-5 為互動模式分析，除了擴增實境基本的互動方式移動、放置、旋轉之外，了解相關案例其他不同的互動模式，作為本研究應用程式開發的參考。

表 2-4 互動介面設計分析

案例名稱	應用	辨識類型	系統平台	媒體素材
Aurasma	商業、展示	無標記式	IOS	影片
Konstruct	展示	有標記式	IOS	3D 物件
String	展示	無標記式	IOS	3D 物件
Starbucks Cup Magic	商業	無標記式	IOS	3D 物件
fiat street evo	商業	無標記式	IOS Andriod	3D 物件
Historic New Orleans	旅遊	無標記式	IOS	圖片

表 2-5 互動模式分析

案例名稱	互動方式					
	放置	移動	旋轉	螢幕觸碰	聲音輸入	GPS 定位
Aurasma	支援	支援	支援	不支援	不支援	不支援
Konstruk	支援	支援	支援	不支援	支援	不支援
String	支援	支援	支援	支援	不支援	不支援
Starbucks Cup Magic	支援	支援	支援	支援	不支援	不支援
fiat street evo	支援	支援	支援	不支援	不支援	不支援
Historic New Orleans	支援	支援	支援	不支援	不支援	支援



第三章 系統架構與研究方法

本研究透過下列所述之研究方法、觀察與訪談法、以及研究流程等三節，分別說明本研究的實施方法與步驟。

第一節 研究方法

本研究預期透過擴增實境的技術、行動載具的互動設計與擴增實境應用程式的相關案例分析，探討擴增實境的技術應用於行動載具應用程式的開發，提供不同的介面設計與互動模式。本研究採用系統需求分析、雛型開發試驗來開發應用程式，反覆修正開發雛型之後，再以觀察法觀察使用者操作應用程式的過程及訪談使用者操作之後的感受相互應用，最後分析與歸納出擴增實境技術應用於行動載具的應用程式開發之結論與建議，研究方法內容敘述如下：

一、文獻回顧與分析

本研究採用文獻回顧、分析、蒐集與本研究相關的文獻資料。並針對擴增實境的技術與發展、行動載具擴增實境之技術與套件的介紹與發展、擴增實境應用程式的實例等文獻，統整與分析相關理論與應用，作為擴增實境技術運用在型動載具應用程式開發的基礎。

二、雛型開發法

本研究經由文獻回顧及分析，開發實作上的需求與要點，將運用擴增實境技術開發行動載具上的應用程式。本研究使用雛型開發來驗證，以雛型開發進行實作雛型設計，藉由雛型開發的快速驗證需求、使用者參與度高、開發彈性高、接受程度高等優點，進行開發的流程，最後完成本研究。

依據本研究提出幾項需求，來進行雛型的設計。

1. 使用行動載具的擴增實境套件開發應用程式。
2. 以 IOS 系統的智慧型載具為開發平台。
3. 開發多樣的互動功能及簡單直覺的介面設計，提供良好的互動體驗。
4. 結合生活化的應用開發應用程式。

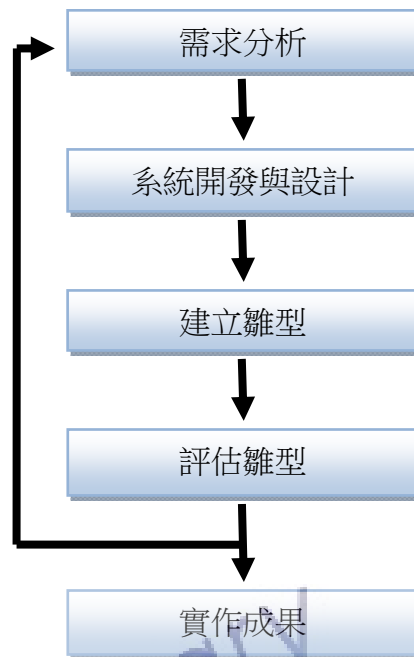


圖 3-1 本研究雛型開發流程圖

本研究的雛型開發以林淑芬（1993）所提出的系統雛型發展法進行雛型開發，分成系統規畫、需求分析、系統設計、建立雛型、評估雛型，本研究將以這五個項目作為系統開發步驟，項目說明如下：

- 1.需求分析：分析應用程式所需要的功能，規畫相關需求。
- 2.系統設計：本研究預期以擴增實境技術結合行動載具開發應用程式。
- 3.建立雛型：透過雛型開發流程與步驟，以擴增實境技術結合行動載具開發相關的應用程式應用案例。
- 4.評估雛型：透過觀察與訪談使用者的反應、回饋及意見來修正雛型。

雛型開發流程圖 3-2 如下所示。

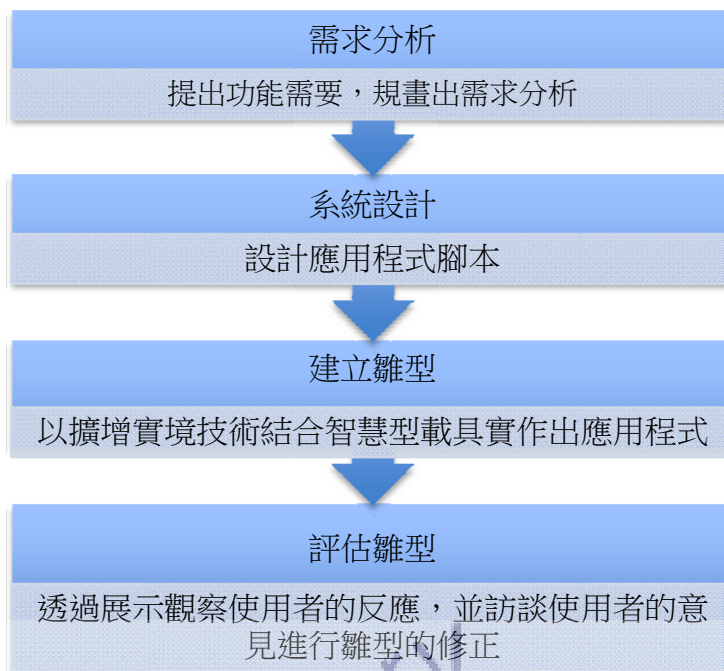


圖 3-2 雛型開發流程

本研究規畫三個雛型進行開發，以擴增實境結合行動載具為雛型開發為主軸，本研究將雛型內部分為五大部分，分別為 3D 模型製作、辨識技術、介面設計、硬體配置及系統測試。3D 模型使用 3DMAX 及 Unity3D 製作，辨識技術以 Vuforia 擴增實境套件無標記式開發介面圖卡，介面設計依據應用案例性質與人機互動方向來開發，並使用 IOS 系統的智慧型載具為展示平台，系統雛型實作完成後會讓使用者操作，並觀察使用者的操作過程及訪談使用者，提供回饋與建議，經反覆修改，直到完成雛型。以下為本研究兩項雛型設計開發流程圖，雛型一為「手指足球」，雛型二為「變裝喬巴」，雛型三為「魔法海報」。



圖 3-3 雛型一「手指足球」開發流程圖



圖 3-4 雛型二「變裝喬巴」開發流程圖



圖 3-5 雛型三「AR 電影海報」開發流程圖

第二節 觀察法與訪談法

一、觀察法：

觀察法是指在自然的情境中，透過感覺器官及相關的工具去搜集研究資料的歷程，是在設計研究中最普遍的方法。阮綠茵(2007)提到藉由觀察觀眾與互動作品的實際互動狀況，並且即時的紀錄相關問題與意見，然後修改雛型，修改之後再進行評估是否完成預期成果。觀察者必須要對觀察的主題與目的有明確地了解，在觀察時利用拍照、錄影及錄音等儀器輔助，提供事後資料整理，本研究採用直接觀察及實驗觀察觀察使用者操作雛形，觀察項目採用 Jakob Nielsen 提出的人機介面評估效標及 Borsook, T.K 提出的互動性評估要素作為觀察重點。

二、訪談法：

訪談是受訪者以口述的方式直接回答訪問者的問題，受訪者不需填寫問卷，在訪談的過程中，訪問者可以透過錄音或錄影的方式記錄訪談過程，並逐字記錄受訪者的答覆，以作為資料整理與分析時參考。

本研究於應用程式展示期間，對操作完應用程式的使用者採用半結構性訪談，引導受訪者針對主題進行深入陳述，訪談內容如表 3-1。

表 3-1 本研究使用者訪談大綱

編號	訪談內容
1	請問使用者在操作應用案例時，是否會覺得應用程式的介面很複雜？
2	請問使用者在操作應用案例時，是否會覺得應用程式很難操作？
3	請問使用者在操作應用案例時，使用的 3 張圖卡中，哪一個最難操作？
4	請問使用者在操作應用案例時，對整體的應用程式滿意嗎？
5	請問使用者在操作應用案例時，使用的 3 張圖卡中，哪一個你最滿意？
6	請問使用者在操作應用案例時，對應用程式的互動方式覺得如何？
7	請問使用者在操作應用案例時，使用的 3 張圖卡中，哪一個互動方式你最喜歡？
8	請問使用者在操作應用案例時，是否會覺得應用程式很有趣？
9	請問使用者在操作應用案例時，使用的 3 張圖卡中，哪一個最有趣？
10	請問使用者覺得使用行動載具，是否可以加強擴增實境應用案例的互動性？
11	請問使用者對這次應用案例的互動方式與介面設計有什麼建議？

第三節 研究流程

本研究分成五個階段，研究流程如圖 3-2 流程圖所示。



圖 3-6 研究流程

第四章 系統設計與實作

本研究將開發出三項實驗應用程式案例，分別為「手指足球」、「變裝喬巴」及「魔術海報」，實驗應用案例建置使用 Qualcomm（高通公司）所開發的 Vuforia 行動載具擴增實境套件，Vuforia 是針對行動載具所開發的應用套件，是 Unity3D 軟體的外掛程式，內容包含了適合於行動載具擴增實境的動作（Action），且使用無標記式的辨識技術，可以開發出符合本研究需求的應用程式。其他軟體的部分會使用 3Ds Max2012 及 Unity3D 3.4.2 製作 3D 模型，用 Photoshop CS5 設計圖卡與應用程式介面，Xcode 4.3.2 設定應用程式的內容；硬體的部分則需要使用 iPhone4 或是 iPad2 以上規格的行動載具，以下將有詳細的介紹。

第一節 應用案例一：手指足球

一、設計概念

足球是一項很常見的運動項目，通常是用雙腳來進行競賽或遊戲，本研究應用案例嘗試運用擴增實境的技術與互動方式，結合足球運動，讓使用者在操作行動載具中的擴增時竟應用程式時，可以與螢幕畫面上的足球進行互動，使用者只要透過手指觸碰足球，足球就能滾動，也可以多人一起操作，達到於樂的效果。本應用案例透過趣味的操作方式及創新的互動模式呈現，讓使用者留下深刻的印象。

二、3D 模型設計

手指足球的足球模型設計是以 3Ds Max 2012 軟體製作，再匯出到 Unity3D 使用，而因為模型的檔案格式有很多種，兩個軟體之間能相容的格式只有 fbx 檔，因此在設計模型時，必須在 3Ds Max 2012 中把足球的材質、貼圖設定完成，再匯出成通用的 fbx 檔，才能匯入 Unity3D 讀取使用。FBX 格式的檔案是一種記錄 3D 模型與動畫的檔案格式，本來是一套 FilmBox 所使用的檔案格式，後來 FBX 檔案格式變成了 AutoDesk 公司的 3D Studio Max、Maya、MotionBuilder 互相專換資料的通用檔案格式。圖 4-1 及圖 4-2 為手指足球的模型設計。

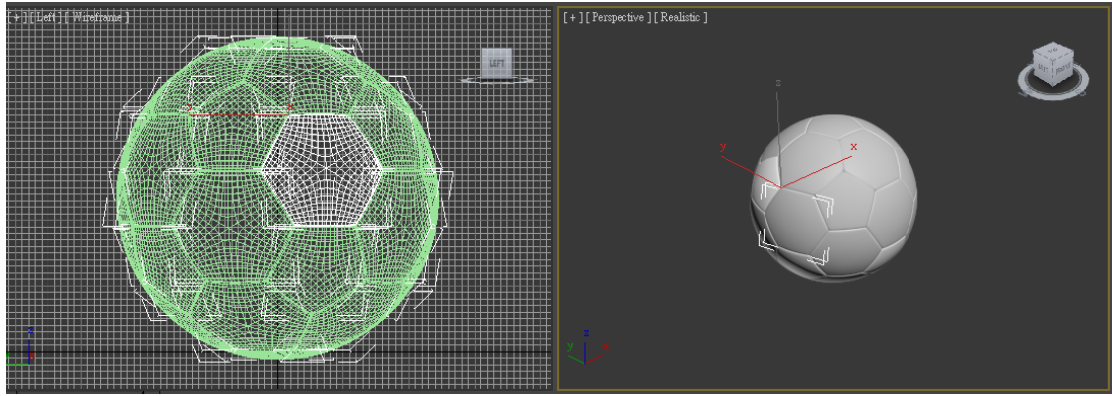


圖 4-1 使用 3Ds Max 2012 製作模型



圖 4-2 使用 Unity3D 讀取模型

三、互動介面設計

本研究是運用圖卡（Marker）為媒介進行人機介面設計，手指足球的人機互動介面是利用 Vuforia 套件的虛擬按鍵技術，透過軟體設定將按鍵依附在足球物件上，就能透過行動載具的攝影機辨識物件被碰觸的方向而滾動。圖 4-4 為「手指足球」的互動示意圖。



圖 4-3 手指足球圖卡設計

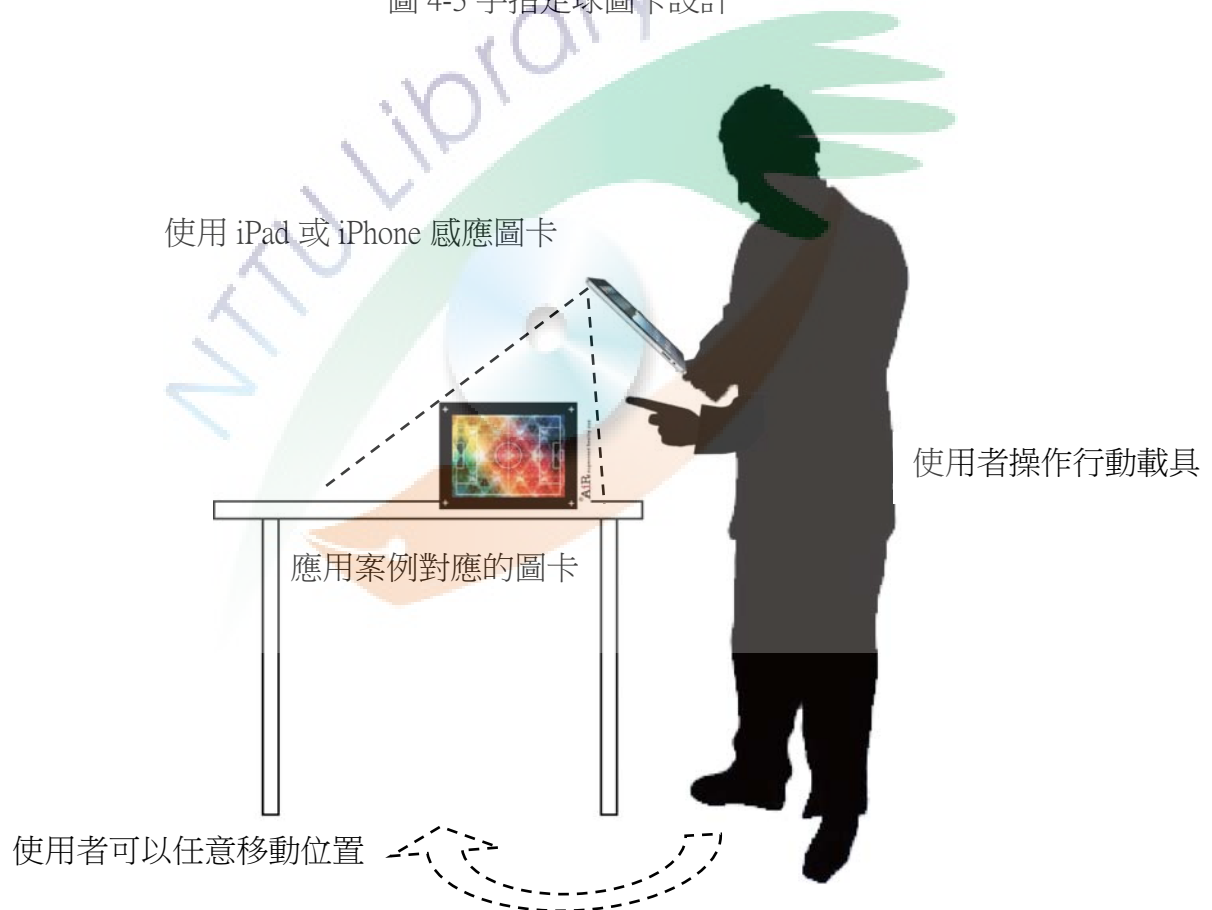


圖 4-4 「手指足球」的互動示意圖

「手指足球」的 Marker 是設計成一座迷你的足球場，使用者能在球場範圍內用手指操控足球，周圍則設計了界線，當足球碰到界線時會反彈到場內，表 4-1 為應用案例一軟硬體的細項，硬體載具 iPad2 及 iPhone4，作業系統為 iOS

5.0 以上；軟體則是使用 3Ds Max2012、Unity3D、Xcode 4.3.2、Photoshop CS5、Vuuforia 1.5 版本。

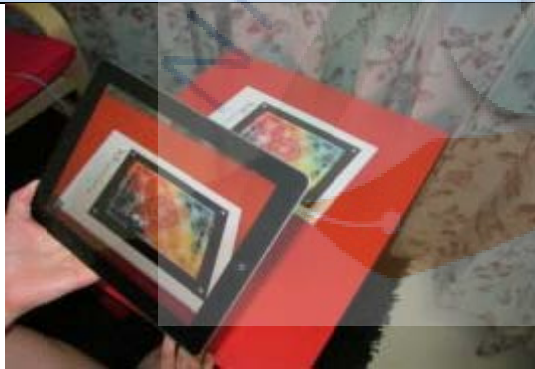
表 4-1 手指足球軟硬體項目

軟體	硬體
3Ds Max2012 Unity3D 3.4.2 Photoshop CS5 Xcode 4.3.2 Vuuforia 1.5	iPad2 或 iPhone4

四、互動模式設計

在擴增實境的互動模式中，最基本的互動模式是移動、放置及旋轉，移動與放置可以讓 3D 物件有空間變化，旋轉則可以觀看 3D 物件 360 度的角度。「手指足球」除了運用了這三種基本互動模式之外，還結合了虛擬按鍵，讓使用者能與足球做觸碰的互動，藉由手指感受簡單又有趣的互動體驗。表 4-2 為「手指足球」的互動步驟介紹

表 4-2 「手指足球」的互動步驟介紹

使用者操作情形	行動載具顯示畫面
	
<p>互動步驟 1：</p> <p>當智慧型載具啟動應用程式拍攝圖卡時，螢幕畫面會出現一顆虛擬足球。</p>	

使用者操作情形	行動載具顯示畫面
	
<p>互動步驟 2：</p> <p>虛擬足球上有虛擬按鍵，可以用手指觸碰，當使用手指碰觸足球時，足球會由碰觸點反方向滾動，接觸到四周的邊界則會反彈。</p>	

使用者操作情形	行動載具顯示畫面
	
<p>互動步驟 3：</p> <p>在互動作過程中，使用者可以自由的拿起圖卡任意擺弄，或是拿著智慧型載具自由移動視角，只要攝影鏡頭能辨識到圖卡，圖卡上的 3D 模型都能呈現不同的角度，也能隨時用手指碰觸與足球互動。</p>	

五、互動應用程式設計

應用程式的開發平台除了 3Ds Max 2012 必須在 Windows OS 製作 3D 模型之外，主要還是都在 Mac OS 平台進行開發。

3D 模型製作的部分，要由 3Ds Max 2012 將製作好的 3D 模型匯出成 fbx 檔這個通用格式，才能匯入給 Unity3D 進行使用。

系統開發整合的部分，以 Unity3D 3.4.2 進行系統整合，首先要將足球的 fbx 檔匯入，接著將設計好的 Marker 上傳至 Qualcomm 的網站轉換成 Unity3D 可以使用的格式，再透過 Vuforia 1.5 將 3D 模型與圖卡進行連結，再來就匯出 iOS

的檔案格式，最後再由 Xcode 4.3.2 設定並傳輸至 iPad 或 iPhone 運作。如圖 4-2 手指足球整合示意圖。

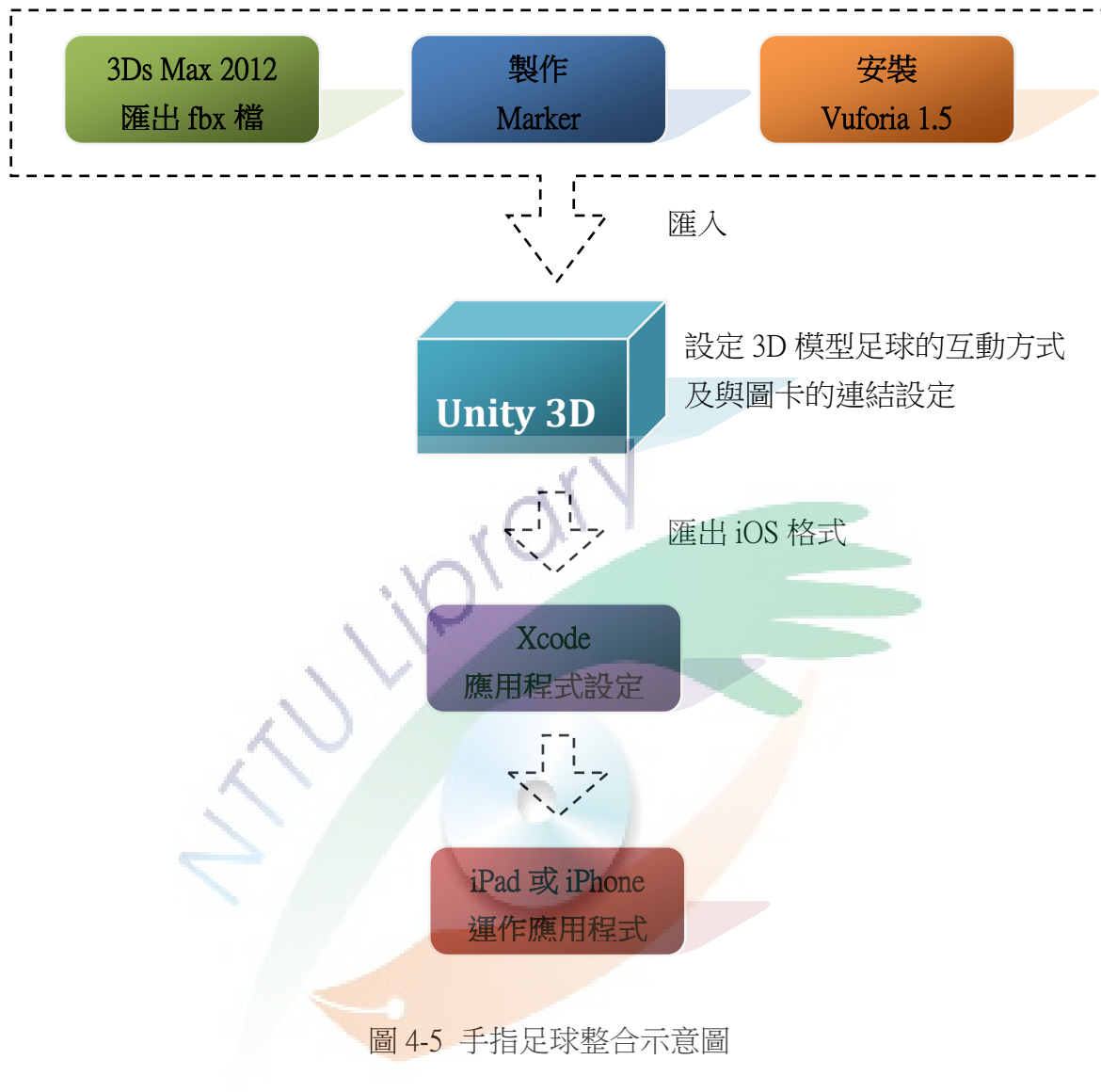


圖 4-5 手指足球整合示意圖

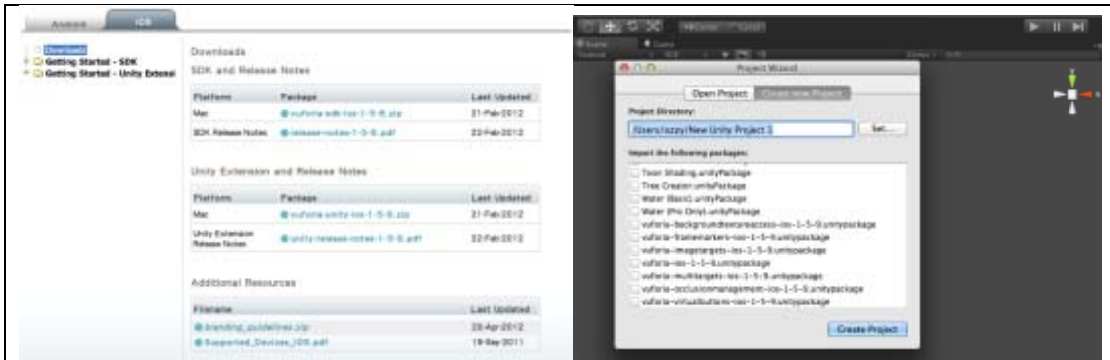
表 4-3 「手指足球」應用程式建置

步驟 1：用 3Ds Max 2012 將足球 3D 模型匯出成 fbx 檔

步驟 2：製作 Marker 並上傳 Qualcomm 的網站轉換格式



步驟 3：安裝 Vuforia 1.5



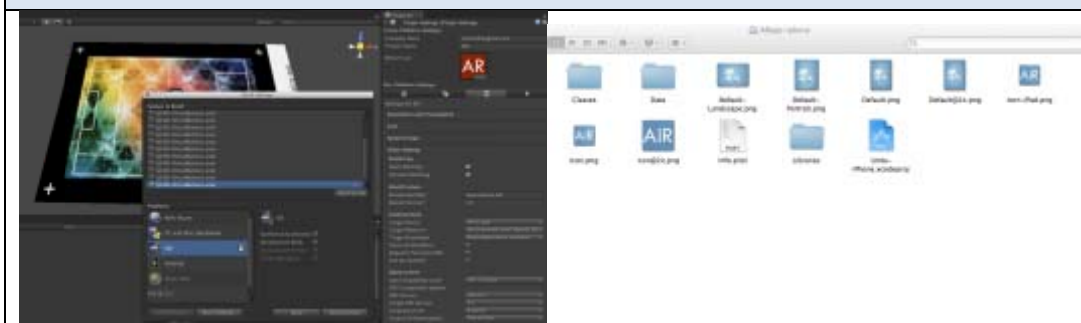
在 Qualcomm 的網站(網址：<https://ar.qualcomm.at/qdevnet/sdk/ios>)下載開發 iOS 應用程式的擴增時竟套件 vuforia-sdk-ios-1-5-8.zip，接著將程式安裝到 Unity3D 資料夾的路徑中，完成後就可以使用套件了。

步驟 4：匯入足球模型，再用 Unity3D 設定 Marker 與 Vuforia 套件 AR 程式庫的連結



啟動 Unity3D，建立一個新的專案，建立時勾選 Vuforia-ios-1-5-9.unitypackage，這樣才能使用 Vuforia 擴增實境的程式庫。再來匯入 Marker 的 Trackable Assets Package 及足球模型，接下來就可以開始設定 Marker 與 Vuforia 套件 AR 程式庫的連結。從 Project 中新增 ARCamera 及 ImageTarget，在 ARCamera 屬性中的 Data 設定給 Marker，ImageTarget 屬性中的 Data 設定給 3D 模型 soccer，接著新增 VirtualButton 讓 3D 模型能有互動功能，最後將 3D 模型、ImageTarget 與 VirtualButton 群組起來。

步驟 5：用 Unity3D 匯出 iOS 格式檔



在 File 中點選 Build Setting，Platform 選擇 iOS，在 Player Settings 中設定要匯出

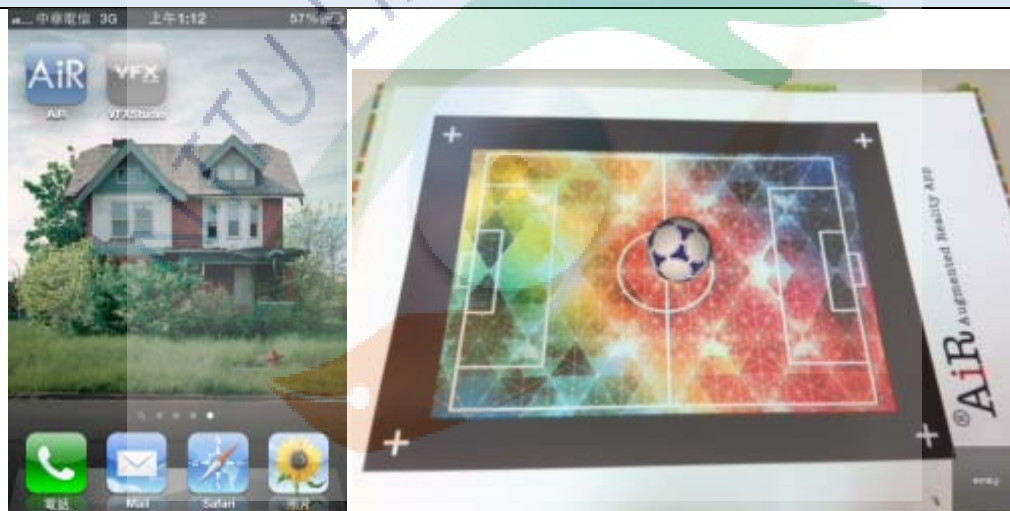
iPad 或 iPhone 的應用程式，完成後按 Build 就能輸出了。

步驟 6：用 Xcode 設定應用程式



將 Unity3D 輸出的.xcodeproj 檔案打開，轉換成最新的 iOS5.1 版本，在測試 run 之前，藉由傳輸線把 iPad 或 iPhone 接上電腦，選插上的 iOS Device，就可傳至手機做測試。

步驟 7：將應用程式傳至 iPad 或 iPhone 運作



應用程式傳至 iPad 或 iPhone 後就可以測試「手指足球」擴增實境的互動功能。

第二節 應用案例二：變裝喬巴

一、設計概念

「喬巴」是日本暢銷漫畫「海賊王」裡其中的角色之一，外型相當的可愛馴鹿，是很受歡迎的角色，牠最大的特色是牠頭上戴的帽子。本應用案例嘗試用擴增實境的技術與互動方式，搭配喬巴的 3D 模型，讓喬巴能變裝，使用

者除了能看到人物不同視角的面貌，更能藉由虛擬按鍵來控制喬巴帽子的顏色，讓喜愛喬巴的使用者有跟虛擬人物互動的感覺。

二、3D 模型設計

變裝喬巴的卡通人物模型是以 3Ds Max 2012 軟體製作，再匯出 FBX 檔給 Unity3D 使用。因為需要讓人物模型能變裝，所以使用 5 種不同顏色的材質貼圖給模型使用，材質貼圖的設計是使用 Photoshop 針對人物帽子的部分變換藍、綠、紫、黃等顏色，修改好之後分別存成 TGA 的圖片格式，就能一同匯進 Unity3D 來運用。圖 4-6 為變裝喬巴的模型設計，圖 4-7 為變裝喬巴模型的貼圖設計。

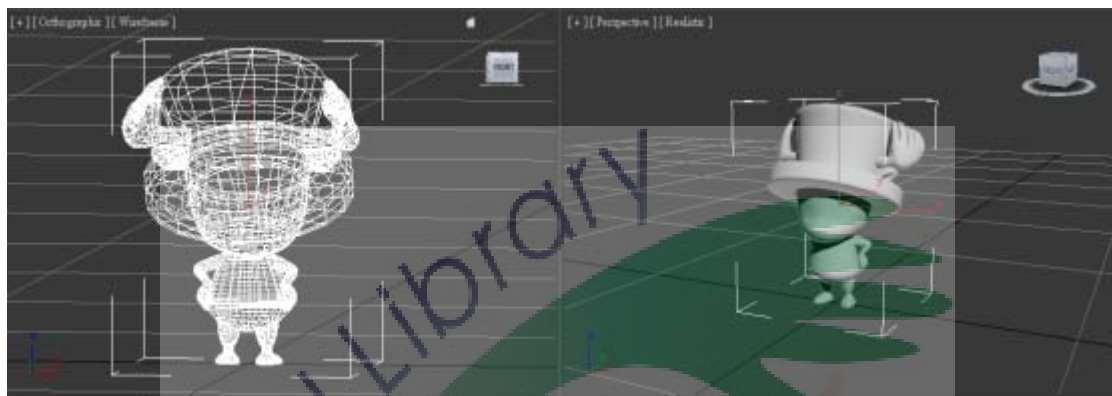


圖 4-6 變裝喬巴的模型設計

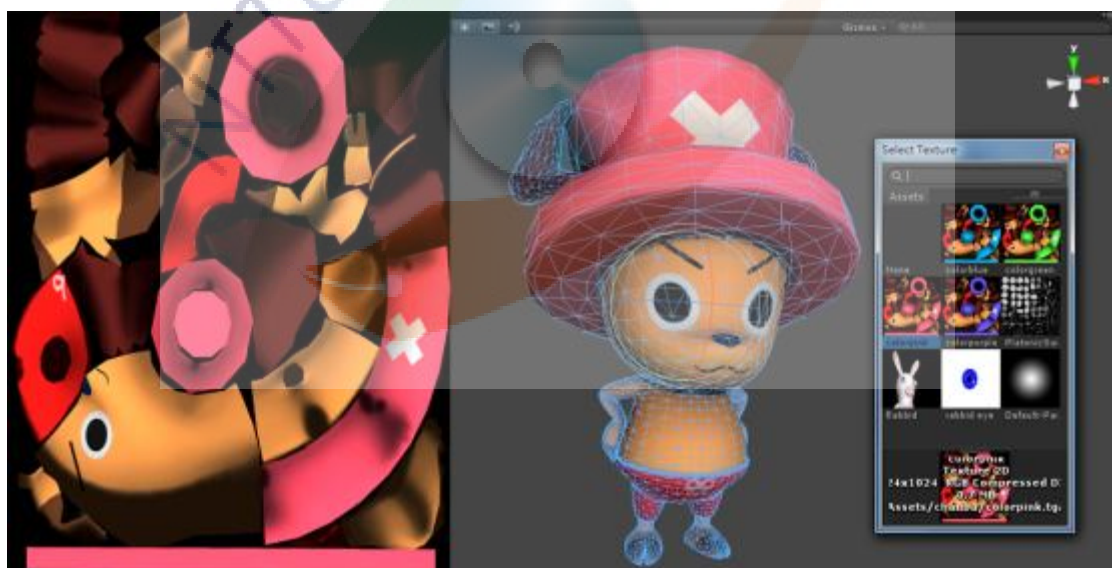


圖 4-7 變裝喬巴模型的貼圖設計

三、互動介面設計

變裝喬巴互動介面是以 Vuforia 套件的虛擬按鍵為基礎，在設計 Marker 時，設定虛擬按鍵的區塊範圍，只要攝影機辨識到有物體觸碰虛擬按鍵，就會啟動虛擬按鍵設定好的動作去執行。



圖 4-8 變裝喬巴圖卡設計

變裝喬巴的 Marker 設計了 BLUE、GREEN、PURPLE 及 YELLOW 等四個虛擬按鈕區塊，當我們觸碰到 BLUE 區塊，人物喬巴的帽子就會變藍色，觸碰到 GREEN 區塊，人物喬巴的帽子就會變綠色，觸碰到 PURPLE 區塊，人物喬巴的帽子就會變紫色，觸碰到 YELLOW 區塊，人物喬巴的帽子就會變黃色，如圖 4-9 所示。圖 4-10 則為互動示意圖。



圖 4-9 變裝喬巴的四種帽子變化



圖 4-10 「變裝喬巴」互動示意圖

本應用案例所使用的軟硬體技術與「手指足球」相同，但由於使用四個虛擬按鍵，使用大螢幕的 iPad2 操作會有比較好的操作感及體驗效果。

表 4-4 變裝喬巴軟硬體項目


軟體	硬體
3Ds Max2012 Unity3D 3.4.2 Photoshop CS5 Xcode 4.3.2 Vuforia 1.5	iPad2 或 iPhone4







四、互動模式設計

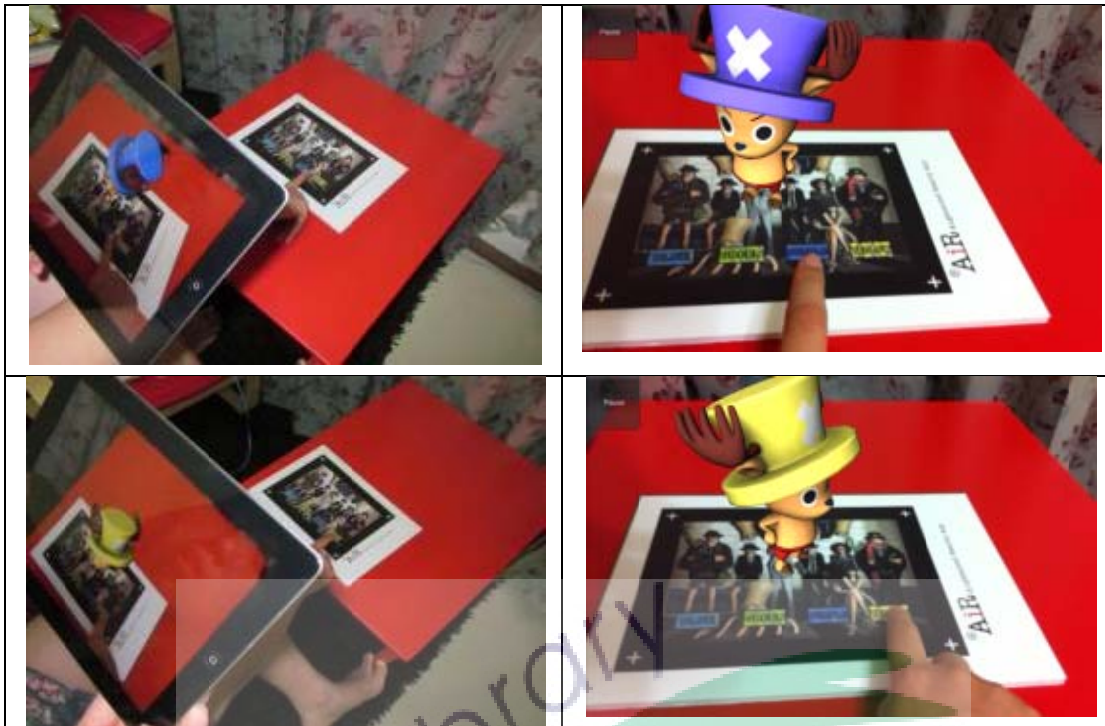
本研究在「變裝喬巴」運用到的互動模式有圖卡的旋轉、放置、移動及虛擬按鍵。圖卡的旋轉、放置、移動在擴增實境當中是一項很常用的互動模式，使用者能夠透過轉動圖卡來改變虛擬 3D 物件的視角與深度；虛擬按鍵設計四個選項，使用者能藉由碰觸按鍵改變虛擬 3D 物件的貼圖顏色。

綜合這些互動模式的擴增實境互動應用案例，詳細的互動步驟如下表 4-5 所示。

表 4-5 「變裝喬巴」互動步驟介紹

使用者操作情形	行動載具顯示畫面
	
<p>互動步驟 1：</p> <p>當智慧型載具啟動應用程式拍攝圖卡時，螢幕畫面會出現人物「喬巴」。</p>	

使用者操作情形	行動載具顯示畫面
	
	
	



互動步驟 2：

圖卡上有 4 個虛擬按鍵，可以用手指觸碰按鍵，當使用手指碰觸任何一個按鍵時，人物「喬巴」的帽子顏色就會變成按鍵上的顏色。手指觸碰 BLUE 按鍵時，人物「喬巴」的帽子就會變成藍色。手指觸碰 GREEN 按鍵時，人物「喬巴」的帽子就會變成綠色。手指觸碰 PURPLE 按鍵時，人物「喬巴」的帽子就會變成紫色。手指觸碰 YELLOW 按鍵時，人物「喬巴」的帽子就會變成黃色。



互動步驟 3：

在互動動作過程中，使用者可以自由的拿起圖卡任意擺弄，或是拿著智慧型載具自由移動視角，只要攝影鏡頭能辨識到圖卡，圖卡上的人物「喬巴」都能呈現不同的角度，也能隨時用手指碰觸與人物「喬巴」互動。

五、互動應用程式設計

「變裝喬巴」應用案例主要還是以 Unity3D 3.4.2 進行系統的整合，人物喬巴要先匯出成 FBX 檔，接著用 Photoshop 修改貼圖的顏色，再透過 Vuforia 1.5 將喬巴模型及圖卡的虛擬按鈕連結，圖 4-11 為「變裝喬巴」系統整合的示意圖。

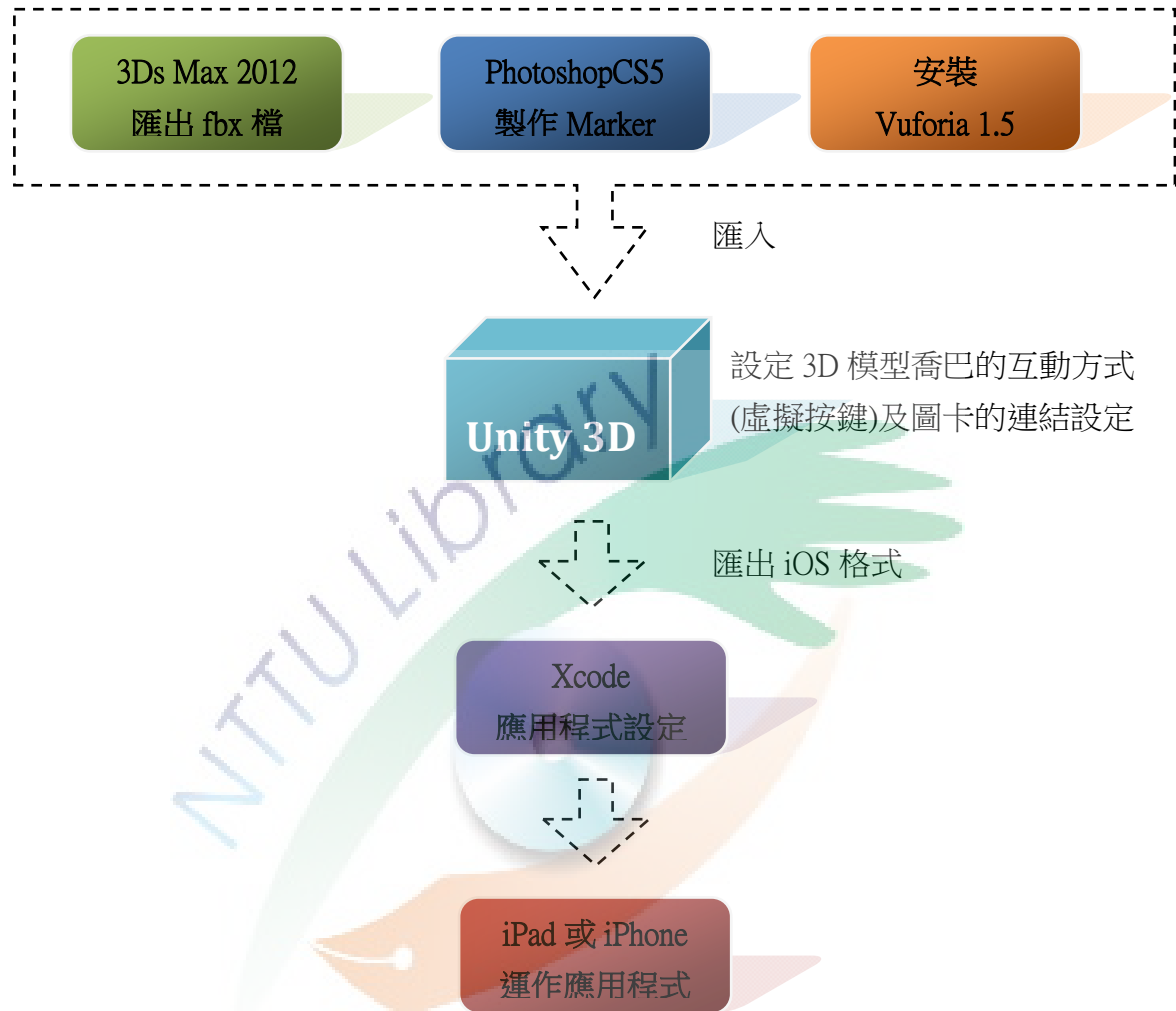
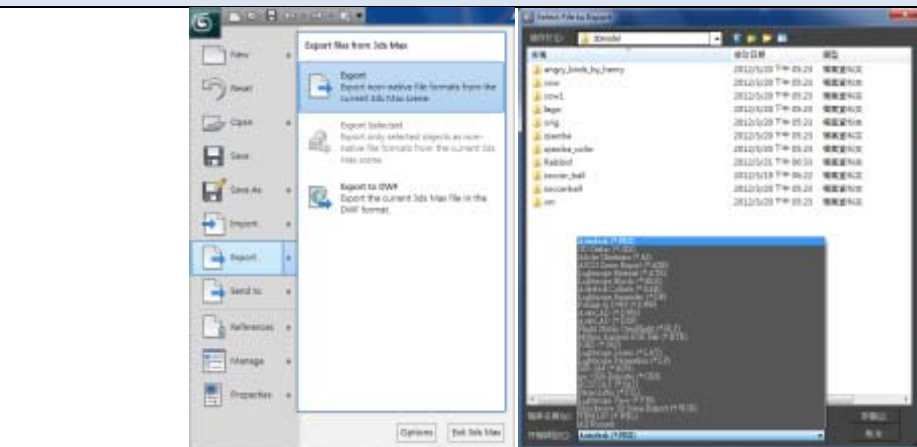


圖 4-11 「變裝喬巴」系統整合示意圖

在 Vuforia 1.5 套件中的虛擬按鈕（VirtualButton），可以變化很多不同的互動方式，在「手指足球」的應用案例裡，是把虛擬按鈕設定到足球的 3D 模型上，所以足球能有觸碰滾動的效果，而在「變裝喬巴」的應用案例中，是把虛擬按鈕設定在圖卡上，因此觸碰圖卡上的按鈕就能設計出讓 3D 物件改變貼圖的互動方式，詳細的系統設計如下表 4-6 所示。

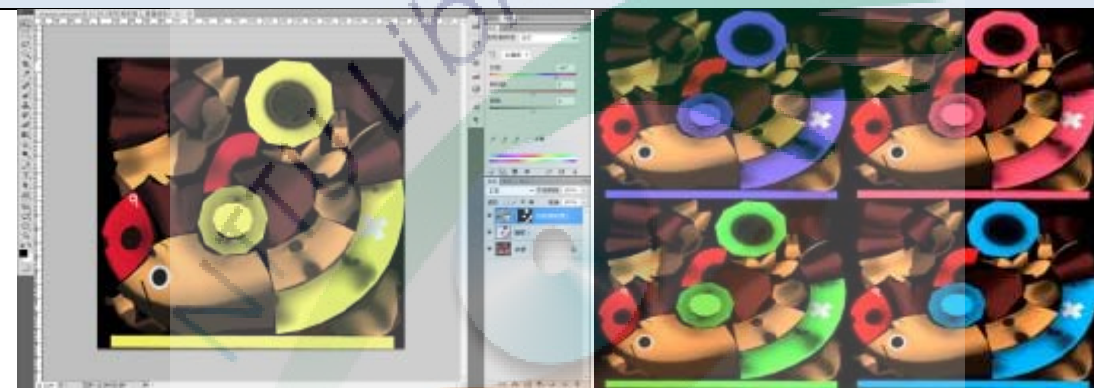
表 4-6 「變裝喬巴」應用程式建置

步驟 1：用 3Ds Max 2012 將喬巴 3D 模型匯出成 FBX 檔



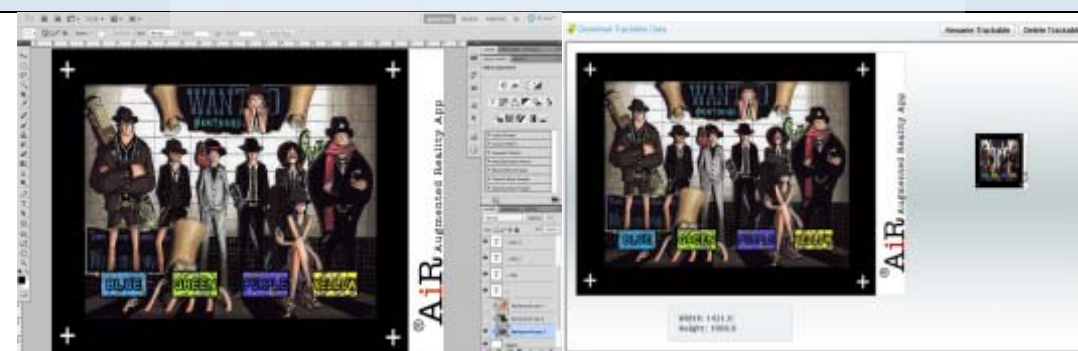
當 3D 模型建立完成時，將檔案匯出（Export），在檔案類型選擇 Autodesk(*.FBX)。

步驟 2：用 Photoshop 製作 4 張不同顏色的貼圖



使用 Photoshop 將原本的 TGA 格式的檔案打開，使用選取工具把要變色的範圍選取之後，分別填上藍、黃、綠、紫等四色，最後存成 4 張 TGA 格式。

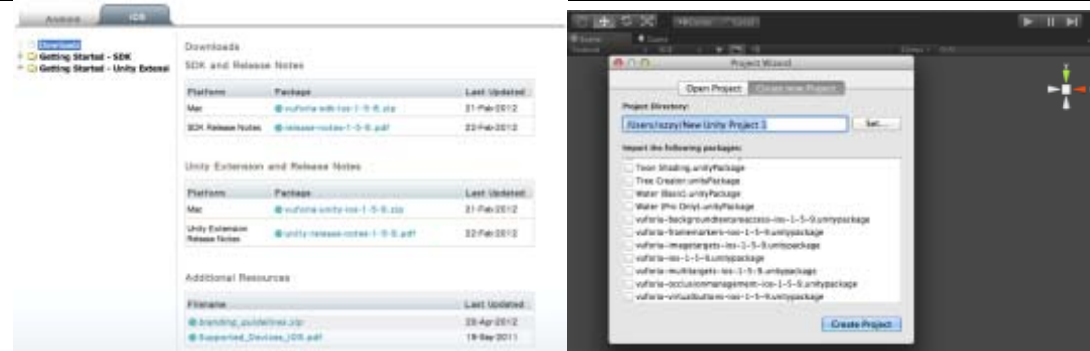
步驟 3：製作 Marker 並上傳 Qualcomm 的網站轉換格式



使用 Photoshop 設計 Marker 的圖案，圖案最好有良好的對比度與清晰的線條，攝影機在辨識時能比較有效率。完成後另存為 JPG 檔，再上傳至 Qualcomm 的網站(網址：<https://ar.qualcomm.at/qdevnet/sdk/ios>)，上傳時必須先登入，接著在 My Trackables 建立一個 New Project，輸入新專案名稱，在選擇 Create a

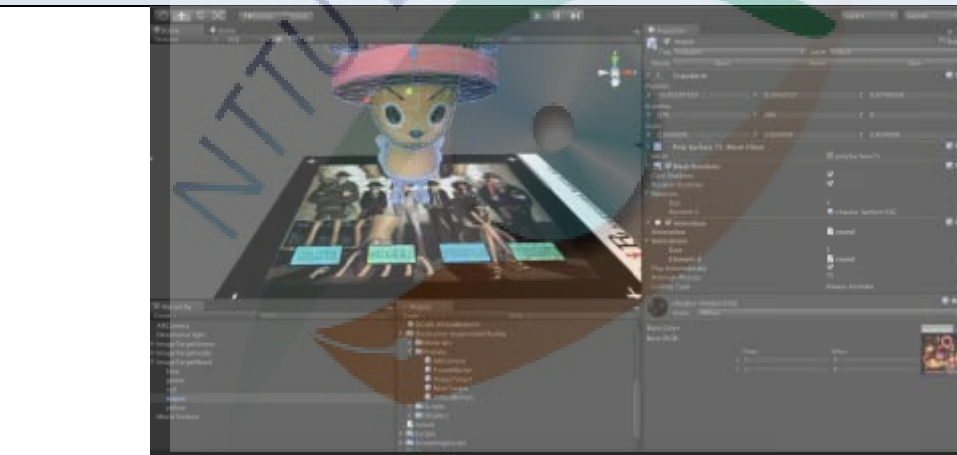
trackable，輸入 trackable 的格式與尺寸，然後上傳設計好的圖案，經過線上的轉檔分析，最後將給 Unity3D 的 Trackable Assets Package 檔案下載，就可給 Unity3D 使用。

步驟 4：安裝 Vuforia 1.5



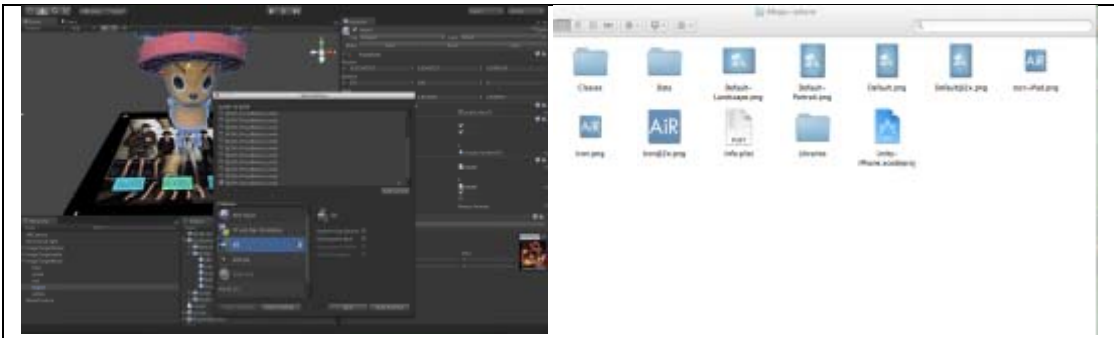
在 Qualcomm 的網站(網址：<https://ar.qualcomm.at/qdevnet/sdk/ios>)下載開發 iOS 應用程式的擴增時竟套件 vuforia-sdk-ios-1-5-8.zip，接著將程式安裝到 Unity3D 資料夾的路徑中，完成後就可以使用套件了。

步驟 5：匯入喬巴模型，再用 Unity3D 設定 Marker 與 Vuforia 套件 AR 程式庫的連結



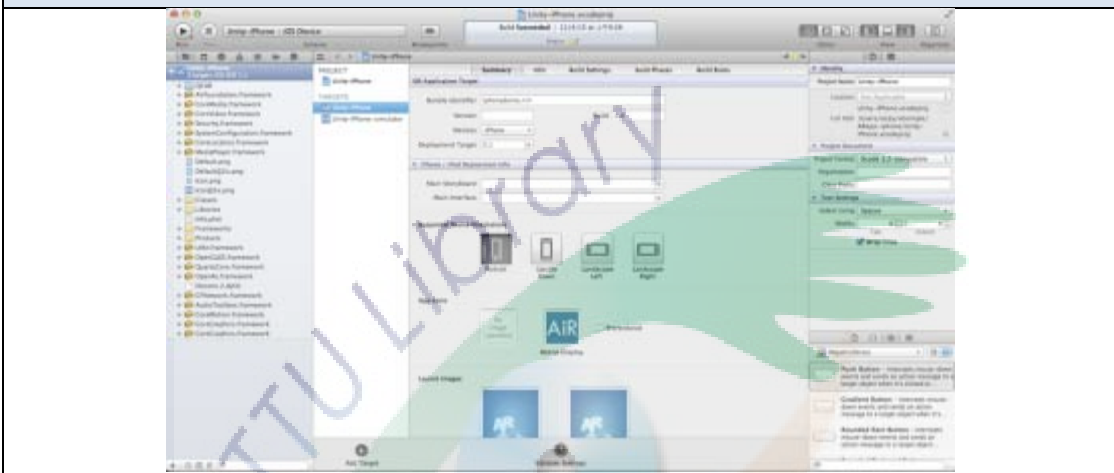
啟動 Unity3D，建立一個新的專案，建立時勾選 Vuforia-ios-1-5-9.unitypackage，這樣才能使用 Vuforia 擴增實境的程式庫。再來匯入 Marker 的 Trackable Assets Package 及喬巴模型，接下來就可以開始設定 Marker 與 Vuforia 套件 AR 程式庫的連結。從 Project 中新增 ARCamera 及 ImageTarget，在 ARCamera 屬性中的 Data 設定給 Marker，ImageTarget 屬性中的 Data 設定給 3D 模型 soccer，接著新增 4 個 VirtualButton 在圖卡上，設定每個虛擬按鍵對應的貼圖顏色。

步驟 6：用 Unity3D 匯出 iOS 格式檔



在 File 中點選 Build Setting，Platform 選擇 iOS，在 Player Settings 中設定要匯出 iPad 或 iPhone 的應用程式，完成後按 Build 就能輸出了。

步驟 7：用 Xcode 設定應用程式



將 Unity3D 輸出的.xcodeproj 檔案打開，轉換成最新的 iOS5.1 版本，在測試 run 之前，藉由傳輸線把 iPad 或 iPhone 接上電腦，選插上的 iOS Device，就可傳至手機做測試。

步驟 8：將應用程式傳至 iPad 或 iPhone 運作



應用程式傳至 iPad 或 iPhone 後就可以測試「變裝喬巴」擴增實境的互動功能。

第三節 應用案例三：魔法海報

一、設計概念

在日常生活當中，有很多的印刷品，像是報紙、雜誌、海報、傳單、書籍等，上面都記載了很多的文字與圖片，如果這些印刷品能像電影哈利波特中的魔法報紙，具有會動的影像或文字，應該會是件很神奇的事情。而本應用案例就是想透過電影海報及擴增實境的技術呈現這樣魔法般的效果，使用者在操作行動載具時，螢幕上會看到平面的紙上有動態的影片在播放，讓人有很新奇的感受。

二、視覺設計

「魔法海報」是以電影海報結合擴增實境的技術呈現新的視覺感受。電影海報是使用美國好萊塢電影「雨果的冒險」為主題，並搭配著宣傳的預告片，讓使用著有耳目一新的感覺。

三、互動介面設計

「魔法海報」除了運用 Vuforia 套件的擴增實境辨識技術之外，還使用了專門設計給智慧型載具的影片貼圖套件 MobileMoveTexture，讓使用者在操作智慧型載具時，只需藉由載具的移動、旋轉及靠近等，就能簡單又直覺的體驗互動介面。

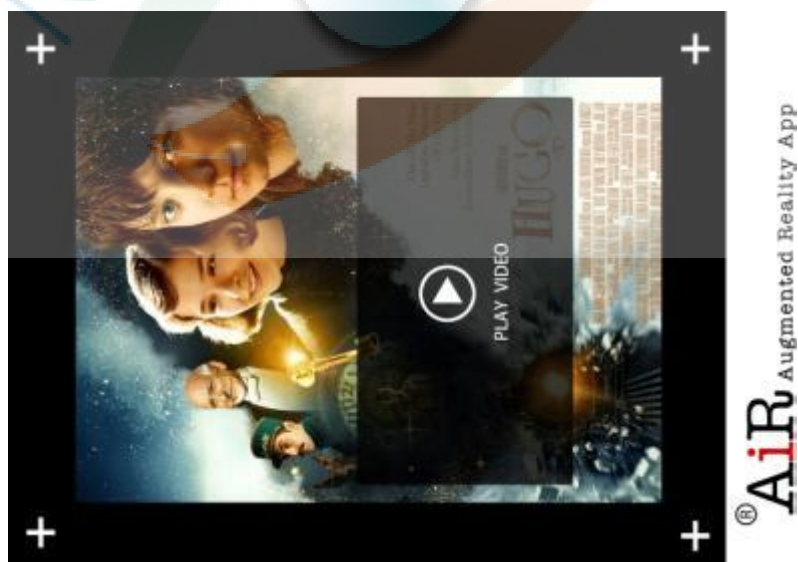


圖 4-12 魔法海報圖卡設計

在操作「魔法海報」時，使用者直接使用智慧型載具上的攝影機拍攝圖卡，螢幕就會即時的顯示影片內容，互動方式相當的簡單，只可惜目前

MobileMoveTexture 套件不支援聲音，如能呈現聲光影音會有更好的效果。下圖 4-13 為「魔法海報」的互動示意圖。



圖 4-13 「魔法海報」互動示意圖

本應用案例不需要使用 3Ds Max 製作 3D 模型，直接用 Unity3D 內建的 Box 製作平面即可，另外還需要影片素材、影片轉檔程式 FFCoder 及影片貼圖套件 MobileMoveTexture。下表 4-7 為「魔法海報」軟硬體項目。

表 4-7 「魔法海報」軟硬體項目

軟體	硬體
FFCoder 1.3 Unity3D 3.4.2 Photoshop CS5 Xcode 4.3.2 Vuforia 1.5 MobileMoveTexture	iPad2 或 iPhone4

四、互動模式設計

本應用案例使用擴增實境套件 Vuforia 的自然特徵辨識特性，以此技術嘗試不同的互動模式的可能性。海報是一種很常見的宣傳素材，記載著很多的文

字訊息，當使用者使用智慧型載具辨識到設定的圖卡時，能即時的獲得影片資訊，相信能達到更好的宣傳效果。下表 4-8 為「魔法海報」的互動步驟介紹。

表 4-8 「魔法海報」互動步驟介紹

使用者操作情形	行動載具顯示畫面
	
<p>互動步驟 1：</p> <p>當智慧型載具啟動應用程式拍攝圖卡時，螢幕畫面會看到圖卡上的影片播放區塊會開始播放電影的預告片。</p>	
	
	
<p>互動步驟 2：</p> <p>螢幕上有控制影片播放的觸控按鍵，可以控制影片播放或暫停，程式開啟時，預設是播放（按鍵顯示 Pause），影片會持續的循環播放。當使用者觸控螢幕上的影片控制按鍵，影片就會停止播放，按鍵會顯示 Play，如要再播放影片，再碰觸一下按鍵即可播放影片。</p>	

使用者操作情形	行動載具顯示畫面
	
<p>互動步驟 3：</p> <p>在互動過程，使用者可以自由的拿起圖卡任意擺弄，或是拿著行動載具自由移動視角，只要攝影鏡頭能辨識到圖卡，圖卡上的影片都能呈現不同的角度，也能隨時用手指控制影片播放，當攝影鏡頭沒照到圖卡時，影片會自動暫停，當攝影機又可以辨識圖卡時，影片則會接續著自動播放。</p>	

五、互動應用程式設計

本應用案例是以自然特徵辨識的擴增實境辨識技術為主軸，設計簡單又直覺的互動方式。圖卡使用電影「雨果的冒險」的海報，使用 Photoshop CS5 修改，增加影片播放的區塊，影片素材則使用「雨果的冒險」的預告片，並經由影片轉檔軟體 FFCoder 1.3 轉成 MobileMoveTexture 套件使用的 OGG 影片格式，再由 Unity3D 3.4.2 進行系統的整合，圖 4-14 為「魔法海報」系統整合的示意圖。

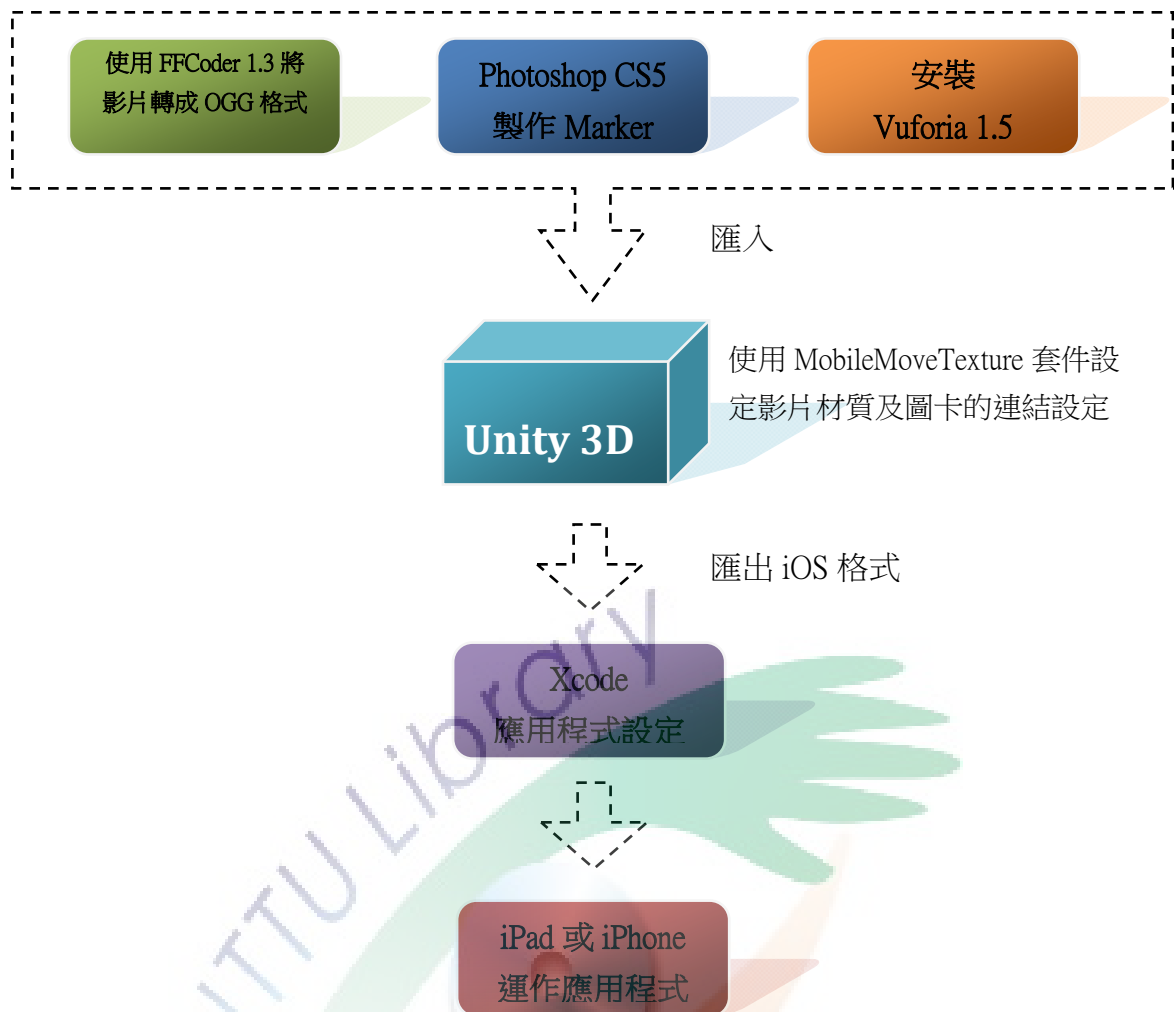
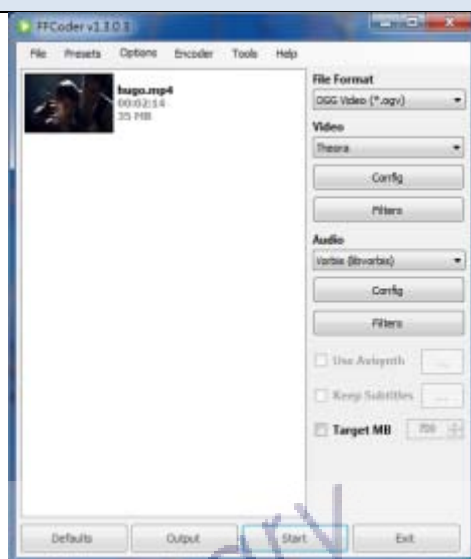


圖 4-14 「魔法海報」系統整合示意圖

在 Unity3D 中，可以建立簡單的 3D 模型物件，本應用案例只需要一個平面，所以把建立的方塊（Box）Z 軸設定值為 1，讓方塊趨近於平面，再使用 MobileMoveTexture 套件把影片材質設定成方塊的表面，就能呈現播放影片的效果，詳細的系統設計如下表 4-9 所示。

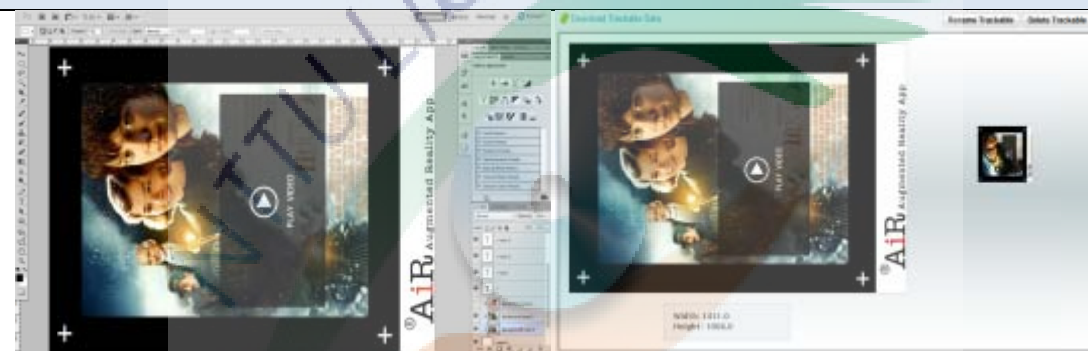
表 4-9 「魔法海報」應用程式建置

步驟 1：用 FFCoder 1.3 將影片素材轉成 OGG 影片格式



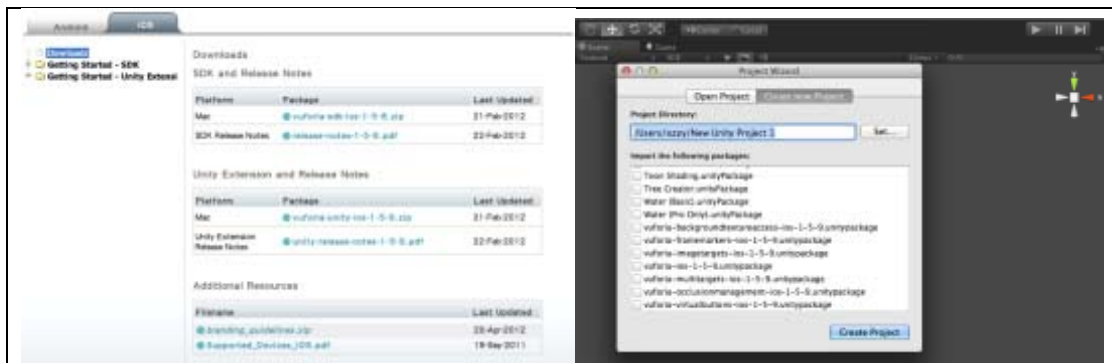
將下載的兩果的冒險影片檔載入，File Format 選 OGG Video 格式。

步驟 2：製作 Marker 並上傳 Qualcomm 的網站轉換格式



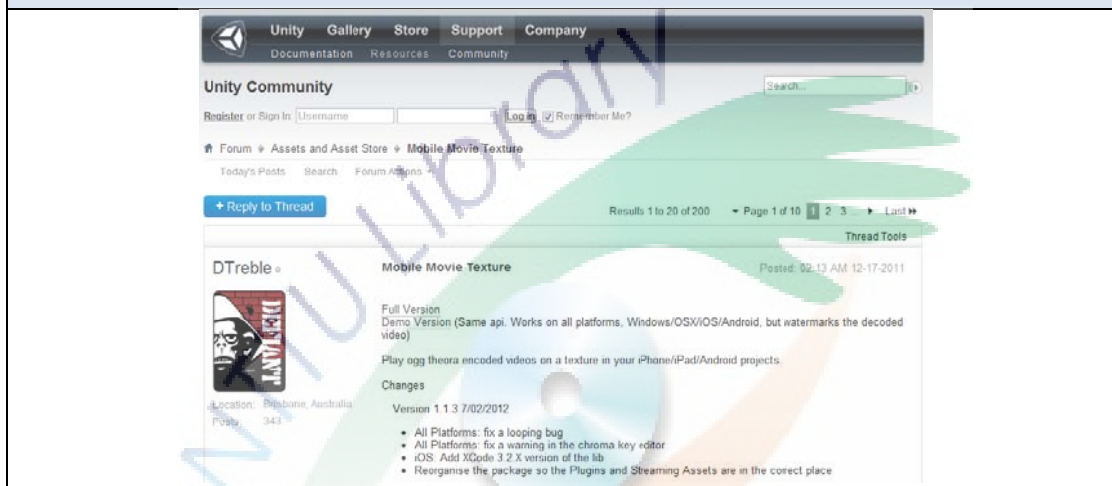
使用 Photoshop 設計 Marker 的圖案，圖案最好有良好的對比度與清晰的線條，攝影機在辨識時能比較有效率。完成後另存為 JPG 檔，再上傳至 Qualcomm 的網站(網址：<https://ar.qualcomm.at/qdevnet/sdk/ios>)，上傳時必須先登入，接著在 My Trackables 建立一個 New Project，輸入新專案名稱，在選擇 Create a trackable，輸入 trackable 的格式與尺寸，然後上傳設計好的圖案，經過線上的轉檔分析，最後將給 Unity3D 的 Trackable Assets Package 檔案下載，就可給 Unity3D 使用。

步驟 3：安裝 Vuforia 1.5



在 Qualcomm 的網站(網址：<https://ar.qualcomm.at/qdevnet/sdk/ios>)下載開發 iOS 應用程式的擴增時竟套件 vuforia-sdk-ios-1-5-8.zip，接著將程式安裝到 Unity3D 資料夾的路徑中，完成後就可以使用套件了。

步驟 4：下載 MobileMoveTexture 套件



在 Unity Community 的網站(網址：<http://forum.unity3d.com/threads/115885-Mobile-Movie-Texture>)下載試用版的套件 MobileMovieTextureDemo1.1.1.unpackage。

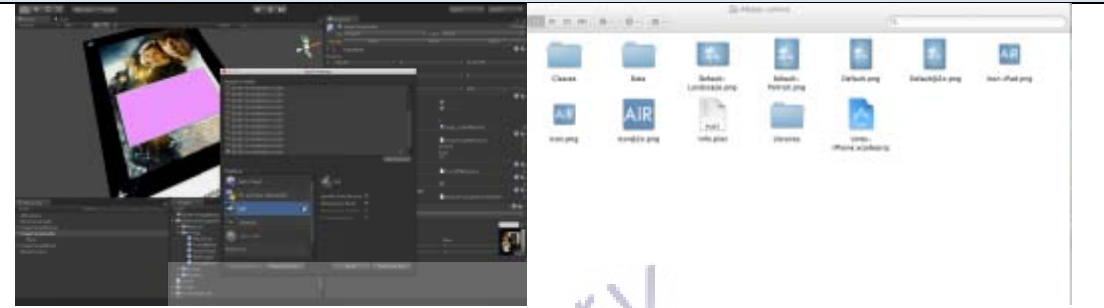
步驟 5：匯入影片素材，再用 Unity3D 設定 Marker 與 Vuforia 套件 AR 程式庫的連結



啟動 Unity3D，建立一個新的專案，建立時勾選 Vuforia-ios-1-5-9.unpackage，

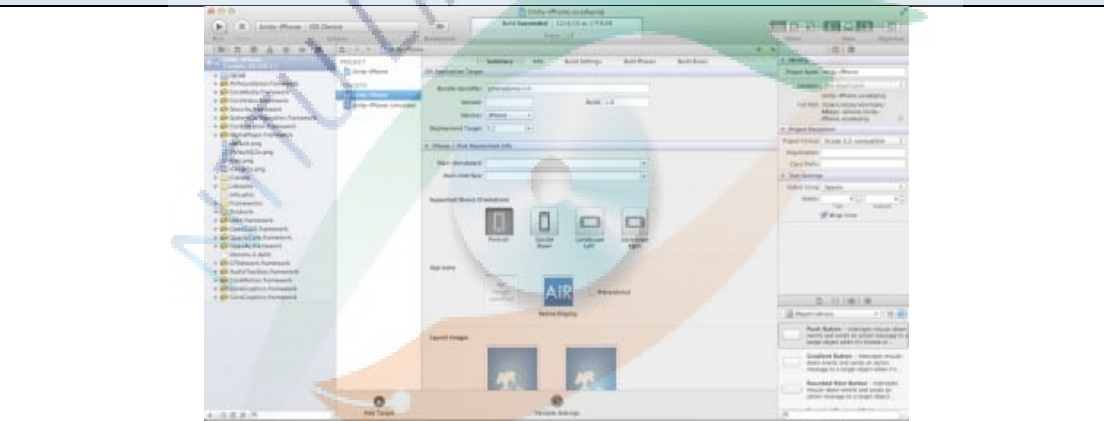
這樣才能使用 Vuforia 擴增實境的程式庫。再來匯入 Marker 的 Trackable Assets Package、MobileMoveTexture 及影片素材，接下來就可以開始設定 Marker 與 Vuforia 套件 AR 程式庫的連結。從 Project 中新增 ARCamera 及 ImageTarget，在 ARCamera 屬性中的 Data 設定給 Marker，ImageTarget 屬性中的 Data 設定給 3D 模型 Box。

步驟 6：用 Unity3D 匯出 iOS 格式檔



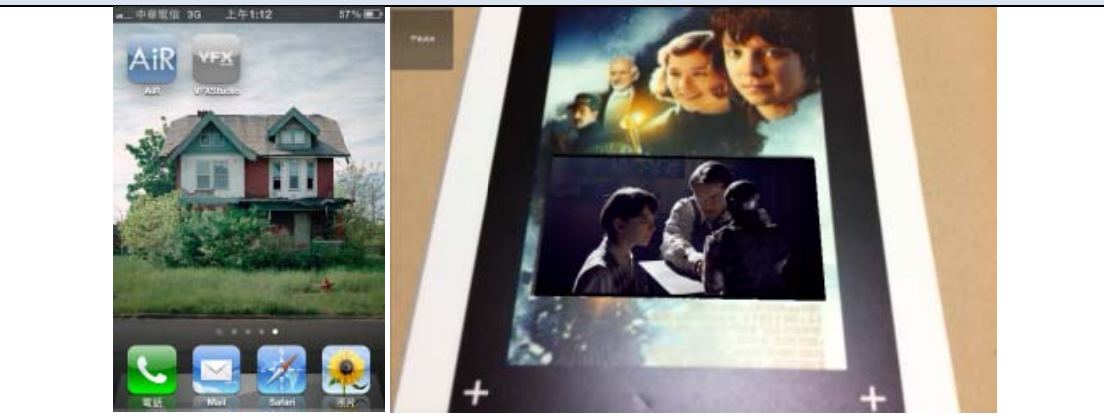
在 File 中點選 Build Setting，Platform 選擇 iOS，在 Player Settings 中設定要匯出 iPad 或 iPhone 的應用程式，完成後按 Build 就能輸出了。

步驟 7：用 Xcode 設定應用程式



將 Unity3D 輸出的.xcodeproj 檔案打開，轉換成最新的 iOS5.1 版本，在測試 run 之前，藉由傳輸線把 iPad 或 iPhone 接上電腦，選插上的 iOS Device，就可傳至手機做測試。

步驟 8：將應用程式傳至 iPad 或 iPhone 運作



應用程式傳至 iPad 或 iPhone 後就可以測試「魔法海報」擴增實境的互動功能。

第四節 應用程式整合與設計

「手指足球」、「變裝喬巴」及「魔法海報」三個應用案例，分別可以包裝成一個獨立的應用程式（APP），在操作時需要安裝三個應用程式，且每張圖卡只能對應一個應用程式，為了讓使用者能方便操作及良好的互動體驗，本研究最後將這三個應用案例整合成一個應用程式「AiR」，使用者只需啟動這個應用程式就能應用在三張圖卡上。

一、應用程式視覺設計

應用程式圖示（icon）設計：

使用 Photoshop 設計「AiR」應用程式的顯示圖示。IOS 系統的圖示有分兩種，因 iPhone 的螢幕解析度比較高，圖示尺寸要設定成 114x 114 像素，而 iPad 的螢幕解析度比較低，圖示尺寸則設定成 72x72 像素。下圖 4-15 為「AiR」圖示設計。



圖 4-15 「AiR」圖示設計

應用程式啟動畫面設計：

使用 Photoshop 設計「AiR」應用程式的啟動畫面。啟動畫面以藍色為基底，設計出擴增實境的意象，並配合 iPad 及 iPhone 的螢幕解析度，分別設計 1024x768 像素及 640x960 像素。下圖 4-16 為「AiR」啟動畫面設計。

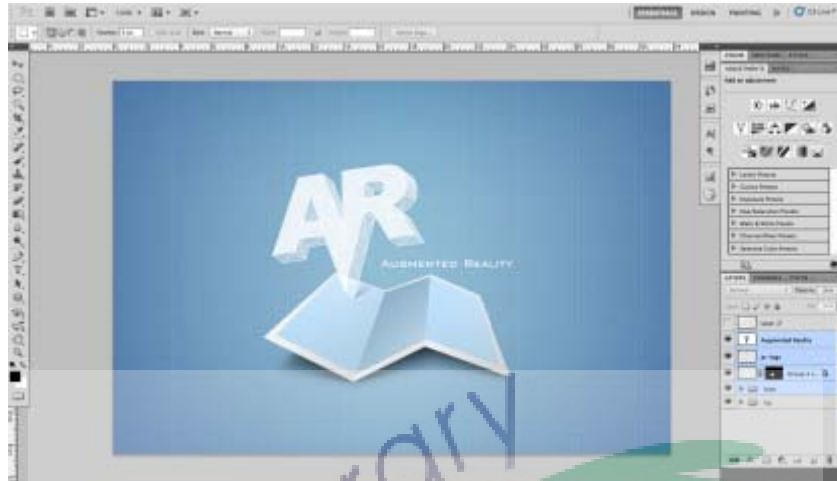


圖 4-16「AiR」啟動畫面設計

二、應用程式整合

使用 Unity3D 將「手指足球」、「變裝喬巴」及「魔法海報」三個應用案例整合成一個應用程式「AiR」，將所有使用的 3D 模型、影片素材及套件匯入一個專案檔，按步驟設定互動程式與圖卡連結，完成後匯出成 IOS 應用程式，最後再由 Xcode 設定好圖示與啟動畫面，就能傳至 iPhone 或 iPad 上測試。下圖 4-17 為「AiR」的應用程式整合，圖 4-18 為「AiR」在 iPhone 上的測試畫面。

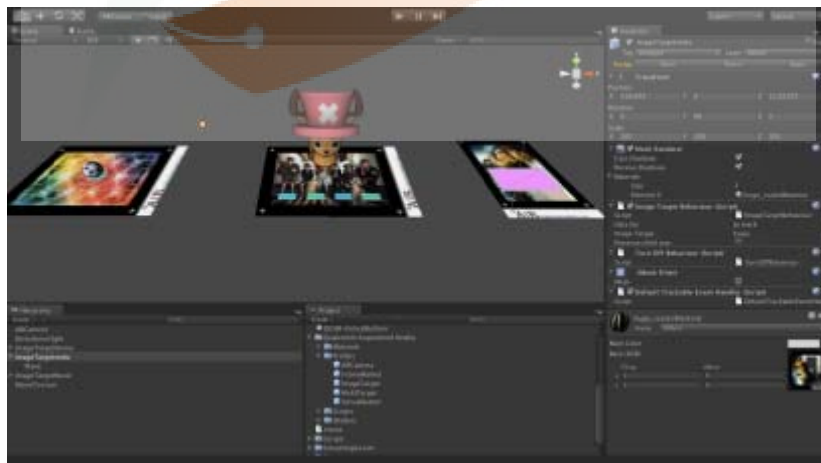


圖 4-17「AiR」應用程式整合（iPhone 版本）

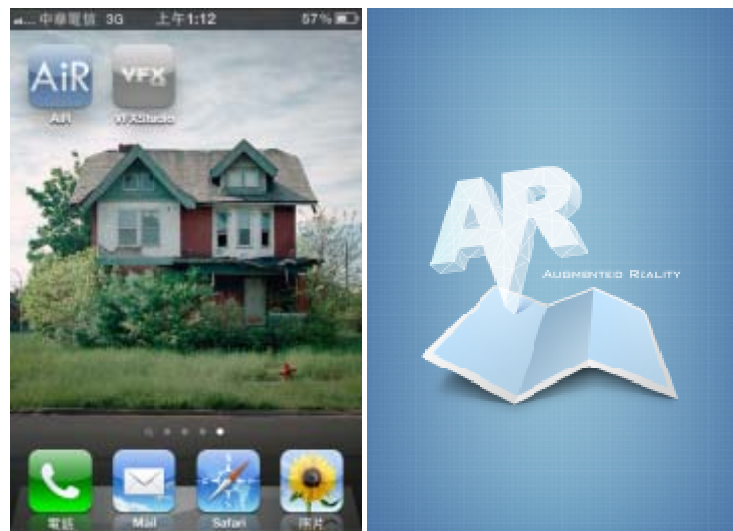


圖 4-18 「AiR」在 iPhone 上的測試畫面



第五章、應用程式測試與評估

第一節 應用程式測試

「AiR」應用程式開發完成後，公開讓使用者進行操作，本應用程式於2012年5月初提供給使用者實際操作，操作期間準備了裝有「AiR」應用程式的iPad與iPhone各一台給使用者體驗，在使用者操作的過程中，全程以攝影機拍攝操作過程並觀察使用者的操作行為，使用者操作完進行訪談。「AiR」應用程式分別包含了「手指足球」、「變裝喬巴」及「魔法海報」三件應用案例，以下為本研究三件應用案例展示的內容介紹。

一、「手指足球」展示

應用案例「手指足球」的互動介面非常的簡單，使用者很容易被新奇又有趣的互動方式吸引。本研究設計的辨識圖卡是一個足球場的樣式，當使用者用智慧型載具的攝影機辨識到圖卡時，畫面中央會出現一顆靜止的足球，使用者可以移動智慧型載具或圖卡變換不同的視角。當使用者在攝影機前用手指輕輕的碰觸足球時，足球會從手指碰觸的方向而反向滾動，球滾動到邊緣的黑線時會有反彈碰撞的效果。本應用案例可單人或多人一起操作，多人操作時，使用者可以輪流碰觸足球（不可同時碰觸），增加互動的樂趣，以下圖片為操作期間使用者實際操作時所拍攝。



圖 5-1 使用者使用手指操作



圖 5-2 使用者使用兩隻手指操作



圖 5-3 多人一起操作



圖 5-4 使用者在測試觸碰互動

二、「變裝喬巴」展示

應用案例「變裝喬巴」是「手指足球」虛擬按鍵的延伸，不同之處在於虛擬按鍵是印在圖卡上面，使用者在操作時，可以用手指接觸四個按鍵，互動的選項變比較多。本研究設計的辨識圖卡是卡通「海賊王」的樣式，當使用者用智慧型載具的攝影機辨識到圖卡時，畫面會出現可愛的人物「喬巴」，會以緩慢的速度轉動，使用者可以移動智慧型載具或圖卡，觀看人物不同的視角。人物「喬巴」的帽子在正常狀態時是粉紅色，當使用者在攝影機前用手指碰觸到圖卡上的任何一個按鍵時，人物「喬巴」的帽子就會呈現按鍵上的顏色，分別有藍、綠、紫、黃等四色。本應用案例在操作時，圖卡上的虛擬按鍵不能同時接觸，程式在判別時，會以最後碰觸的按鍵顏色為主，以下圖片為操作期間使用者實際操作時所拍攝。



圖 5-5 使用者觸碰虛擬按鍵



圖 5-6 使用者觸碰虛擬按鍵



圖 5-7 使用者觸碰虛擬按鈕



圖 5-8 使用者變換不同視角觀看

三、「魔法海報」展示

「魔法海報」是結合平面設計與多媒體的應用案例。本研究設計的辨識圖卡是好萊塢的電影「雨果的冒險」宣傳海報，上面設計了一個 Play Video 的影片播放區塊，當使用者用智慧型載具的攝影機辨識到圖卡時，影片播放區塊會開始播放電影雨果的冒險的預告，使用者可以自由的移動載具觀看，載具越靠近圖卡，影片播放的畫面會越來越大。使用者在操作時，當載具的攝影機沒感應到圖卡時，影片會暫停播放，之後再感應到圖卡時，影片會接續著播放。智慧型載具的螢幕上設計了一個按鈕，可以控制影片播放或是暫停。以下圖片為操作期間使用者實際操作時所拍攝。



圖 5-9 使用者觸碰螢幕的控制鍵

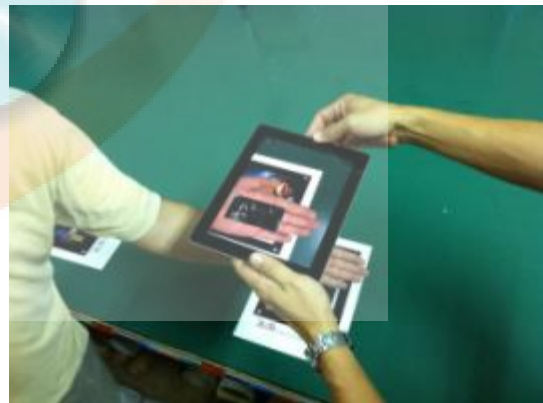


圖 5-10 使用者測試感應效果



圖 5-11 使用者觀看影片



圖 5-12 使用者觀看影片

第二節 成果評估-觀察法與訪談使用者

經過公開操作展示後，本研究運用了研究方法中的觀察法，來觀察使用者操作「AiR」應用程式的行為與反應。使用者在操作完三件應用案例後，接著進行使用者訪談，訪問使用者針對操作這三件應用案例的感覺與意見。以下為本研究的觀察結果與訪談使用者結果分析。

一、觀察結果分析

本研究觀察結果分析依序分別為「手指足球」、「變裝喬巴」及「魔法海報」，觀察 2012/5/2 至 2012/5/13 展示操作期間，拍攝使用者操作的錄影影片，分析使用者操作行動載具時，對三件應用案例在操作介面、方式與互動的程度，將觀察使用者實際情況分成指標「低」、「中」、「高」，綜整出一個指標表。

觀察細項分成人機介面及互動性等兩種評估項目，人機介面評估項目以 Jakob Nielsen 提出的五個效標中的學習性、錯誤性與滿意度為評估要點；互動性評估項目則以 Borsook, T.K 提出的七大互動要素中的立即回應、適應性為評估要點。觀察結果如表 5-1、5-2、5-3。

表 5-1 「手指足球」觀察結果分析表


<p>應用案例一 手指足球</p>			
觀察項目	學習性	錯誤性	滿意度
指標高低	高	中	高
觀察項目	立即回應	適應性	趣味性
指標高低	中	高	高
<p>互動方式</p>	<p>「手指足球」的人機介面是透過手指觸碰圖卡上的足球，當使用者看到足球被碰觸而滾動時，會有驚奇的感覺。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 操作時，使用者可以移動圖卡或行動載具來變換觀看角度，但大部分的使用者不會拿起圖卡移動、旋轉、傾斜等方式來做互動，大多以移動行動載具來改變視角。 2. 使用者用手指碰觸足球，可以讓足球滾動。每位使用者在操作時，都能順利的讓球滾動，只是有些使用者在操作時，手指在推足球的動作移動太快，會讓應用程式辨識不到手指是否有碰觸到足球，或是沒辦法辨識接觸的角度。 3. 手指足球可以多人操作，使用者可以輪流碰觸，但只有少部分的使用者會找其他人一起操作或是使用兩指操作。 		
<p>操作行為</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在還沒解說操作方式時，少部分的使用者會以為是用觸控螢幕操作足球。 2. 使用者在使用行動載具感應圖卡時，會不自覺的想靠近圖卡，但當載具太靠近圖卡時，應用程式的辨識率會降低，導致對足球的操控感不順暢。 3. 使用 iPhone 操作的使用者會比使用 iPad 操作的使用者順暢，原因在於 iPhone 的重量比較輕，使用者拿久了不會感覺重，iPad 單手拿久了會手痠；但 iPad 螢幕畫面比較大，使用者在操作時的視覺感受比較好。 		

表 5-2 「變裝喬巴」觀察結果分析表

應用案例二 變裝喬巴			
觀察項目	學習性	錯誤性	滿意度
指標高低	高	中	高
觀察項目	立即回應	適應性	趣味性
指標高低	中	高	高
互動方式	<p>「變裝喬巴」的人機介面與「手指足球」相似，都是使用手指操作，不同之處在於虛擬按鍵是直接印在圖卡上，讓使用者看到有按鍵的存在。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 當使用者無互動時，行動載具螢幕上的人物喬巴的帽子是呈現粉紅色。 2. 使用者可以移動圖卡或行動載具來觀看人物喬巴不同的視角。一部分的使用者會拿起圖卡移動、旋轉、傾斜等方式來做互動，另一部分的則是移動行動載具來觀看。 3. 使用者將手指觸碰圖卡上的按鍵時，人物喬巴的帽子會依使用者按的按鍵顏色變色。有些使用者在操作時會遇到感應不良的問題，或是不小心同時接觸到兩個按鍵。 		
操作行為	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用者在操作過「手指足球」後，再操作此應用案例會比較容易上手，因為互動方式很類似。 2. 由於人物喬巴造型相當可愛，所以大部分使用者在操作時，比較會嘗試移動圖卡或載具來觀看人物喬巴的全貌，使用者會從站姿變成蹲姿，或是傾斜圖卡。 		

表 5-3 「AR 電影海報」觀察結果分析表

應用案例三 魔法海報			
觀察項目	學習性	錯誤性	滿意度
指標高低	高	低	高
觀察項目	立即回應	適應性	趣味性
指標高低	高	高	高
互動方式	<p>「魔法海報」的人機介面設計得很簡單，在螢幕上有設計影片播放與停止的按鍵。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 當使用者使用魔法載具感應到圖卡時，圖卡的影片播放區會開始播放電影預告。 2. 當使用者操作載具沒感應圖卡時，影片會自動暫停，重新感應到圖卡後，會自動接續播放。 3. 使用者可以透過螢幕上的按鍵控制影片播放或是停止。 		
操作行為	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大部分的使用者在感應到圖卡後，會一直盯著螢幕觀看影片，少部分的使用者會在觀看影片時移開載具重新感應，發現影片能接續播放影片會感到很神奇。 2. 一部分的使用者會自己按下螢幕上的影片播放、停止鍵，一部分則在指導有這功能之後才會使用。 3. 少部分使用者會用手遮住影片播放區，發現遮住後影片仍可繼續播放。 		

在本研究的六項觀察指標中，使用者操作三件應用案例的學習性、適應性、趣味性指標都是「高」的；「手指足球」與「變裝喬巴」因圖卡的辨識不夠靈敏，因此錯誤性、滿意度、立即回應等觀察指標是「中」，而使用者在操作「魔術海報」時都很順暢，所以錯誤性指標是「低」的，滿意度及立即回應指標為「高」。圖 5-13 為三件應用案例的六項觀察指標分析長條圖

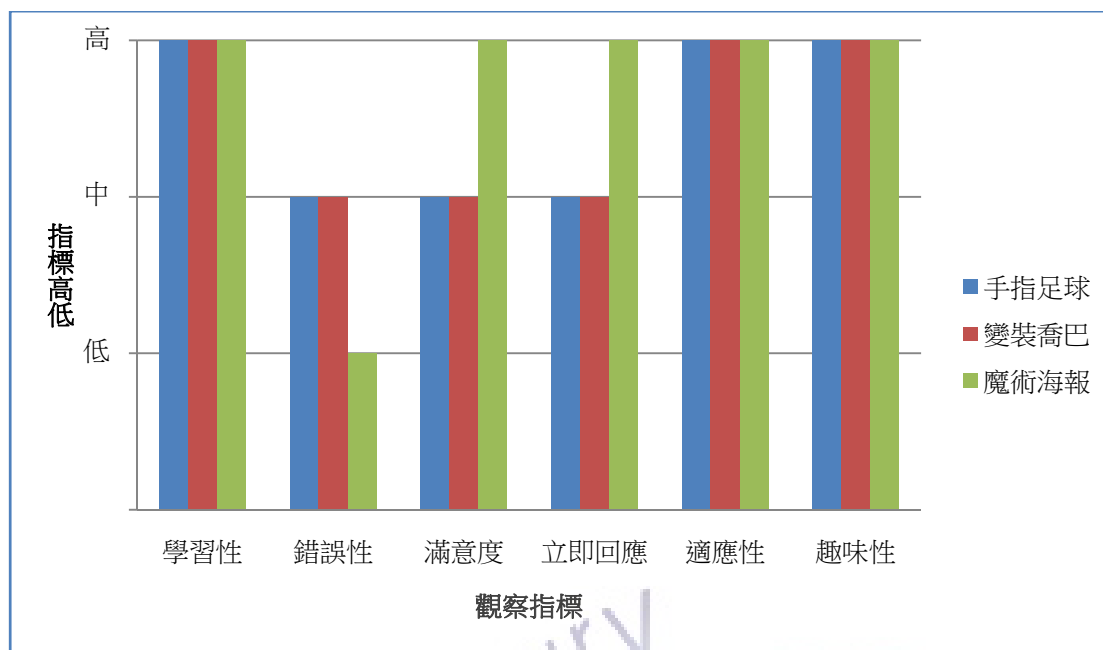


圖 5-13 應用案例觀察指標分析圖

二、使用者訪談結果分析

在 2012/5/2 至 2012/5/13 期間，透過讓使用者操作行動載具的擴增實境應用程式的應用案例之後，進行使用者訪談，訪談人數 31 人，訪談重點在應用程式應用案例的互動性、滿意度、學習性等，以下為受訪者料統計及使用者訪談項目表綜整。

(一) 受訪者資料統計

針對受訪者的性別、教育程度、年齡、職業、是否有智慧型手機、是否有看過擴增實境技術相關的應用案例及是否有在智慧型載具使用過擴增實境技術相關的應用程式等資料進行統計，統計資料如下表 5-4。受訪者的男女比例約各佔一半，年齡從 12 歲到 45 歲都有，受訪者的職業以學生及軍公教為主，共佔了 71%，擁有智慧型手機及看過擴增實境技術相關應用的受訪者約各佔一半，而在行動載具上使用過擴增實境應用程式的只佔 26%。受訪者之各項統計資料如下所示。

1.性別：受訪男性有 17 人，佔 55%，而受訪女性有 14 人，佔 45%。

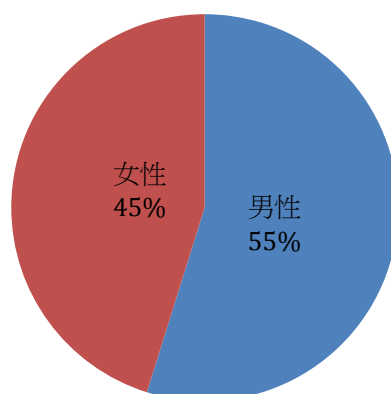


圖 5-14 受訪者性別資料統計

2.教育程度：受訪者中，有 6 人是研究所以上的學歷，佔 19%；大學學歷的有 20 人，佔 65%，是最多的；而高中學歷的有 2 人，佔 6%，國中學歷的有 3 人，佔 10%。

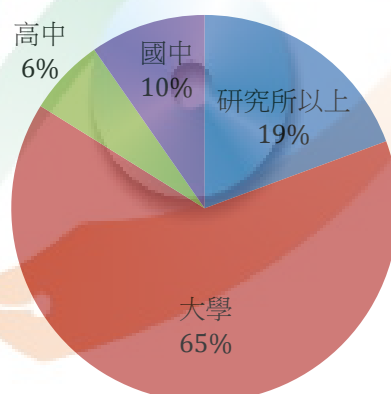


圖 5-15 受訪者教育程度資料統計

3.年齡：18 歲以下的受訪者有 4 人，佔 13%；18 至 25 歲的有 7 人，佔 23%；26 至 30 歲的有 6 人，佔 19%；31 至 35 歲的有 3 人，佔 10%；36 歲以上的有 11 人，佔 35%。

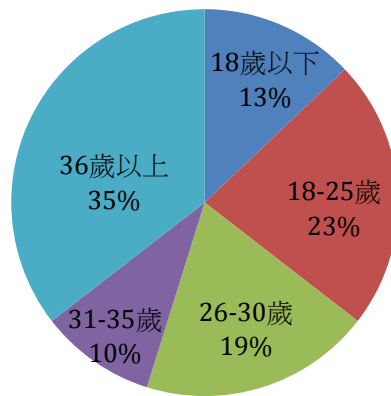


圖 5-16 受訪者年齡資料統計

4. 職業：受訪者中，有 12 人是學生，佔 39%；3 人從事資訊業，10%；11 人士軍公教人員，佔 35%，2 人從事服務業，佔 6%；其他分類的有 3 人，佔 10%。

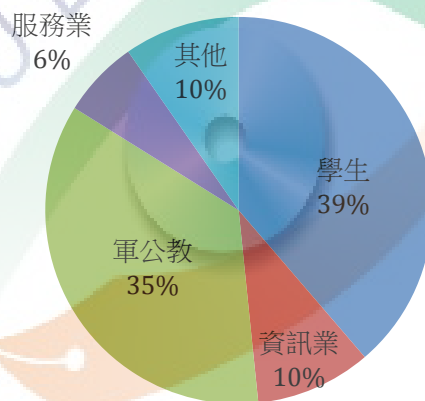


圖 5-17 受訪者職業資料統計

5. 是否有智慧型手機：受訪者中，有 15 人有智慧型手機，佔 48%；16 人沒有智慧型手機，佔 52%。

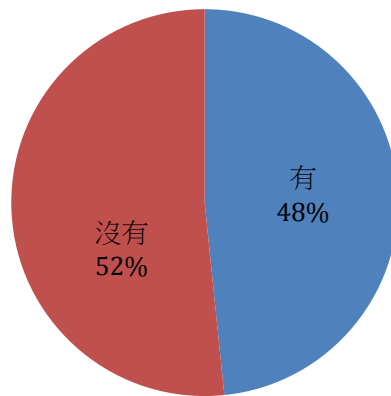


圖 5-18 受訪者是否有智慧型手機之資料統計

6. 否有看過擴增實境技術相關的應用程式：受訪者中，有 17 人有看過擴增實境技術相關的應用程式，佔 55%；另外有 14 人沒有看過擴增實境技術相關的應用程式，佔 45%。

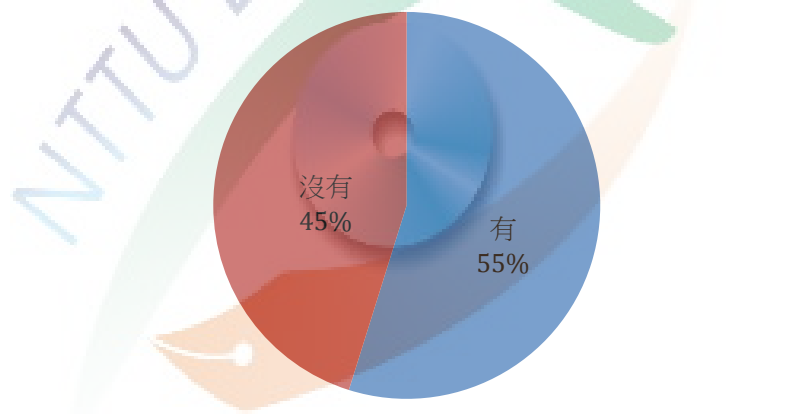


圖 5-19 受訪者否有看過擴增實境技術相關的應用程式之資料統計

7. 否有在行動載具使用過擴增實境技術相關的應用程式：受訪者中，有 8 人有在行動載具使用過擴增實境技術相關的應用程式，佔 26%；另外有 23 人沒有在行動載具使用過擴增實境技術相關的應用程式，佔 74%。

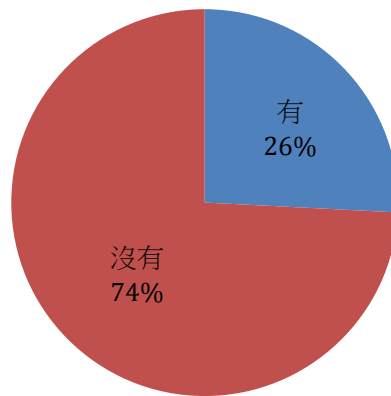


圖 5-20 受訪者否有在行動載具使用過擴增實境技術相關的應用程式之資料統計

(二) 訪談項目結果分析

對 31 位使用過本研究應用程式的使用者進行訪談，訪談問項針對應用程式的介面設計、互動模式與互動性、滿意度及趣味性等部分進行研究。訪談問項共有 11 題，所得的分析結果如下所示。

問項 1:請問使用者在操作應用案例時，是否會覺得應用程式的介面很複雜？

受訪者全部都認為應用程式的介面不會很複雜。在介面設計上，幾乎都只是攝影畫面的呈現，除了控制影片播放的按鍵之外，所以使用者在操作時不會有太多的因素干擾。

問項 2:請問使用者在操作應用案例時，是否會覺得應用程式很難操作？

受訪者中，有 4 人覺得有一點難操作，佔總人數的 13%。覺得難操作的原因在於使用者認為應用程式的觸碰感應不夠靈敏，在操作時沒辦法隨心所欲的操控。

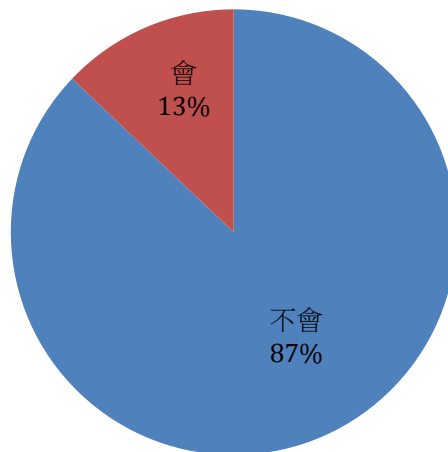


圖 5-21 受訪者對「應用程式操作難易度」的看法

問項 3:請問使用者在操作應用案例時，使用的 3 張圖卡中，哪一個最難操作？

在三件應用案例中，55%受訪者認為「手指足球」最難操作，45%受訪者認為「變裝喬巴」最難操作。大部分的使用者在操作時，都認為感應度不佳，造成足球不易推動、人物喬巴的帽子不好變色等問題，所以會覺得比較難操作。

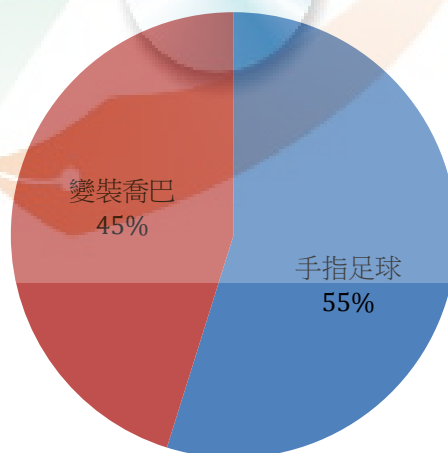


圖 5-22 受訪者對「應用程式中三件應用案例操作難易度」的看法

問項 4:請問使用者在操作應用案例時，對整體的應用程式滿意嗎？

受訪者全部均對應用程式感到非常滿意，第一次看過擴增實境技術的使用者認為本研究的應用程式很新奇、酷炫。

問項 5:請問使用者在操作應用案例時，使用的 3 張圖卡中，哪一個你最滿意？

受訪者最滿意的應用案例依序是魔術海報、變裝喬巴、手指足球。魔術海報佔了 71%，使用者認為能在紙上看到影片是很新鮮、很神奇的，而且這種印刷品與多媒體的搭配，能應用的層面很廣泛，很具有前瞻性。滿意變裝喬巴的使用者覺得人物喬巴很可愛，滿意手指足球的使用者則是覺得互動性很好。

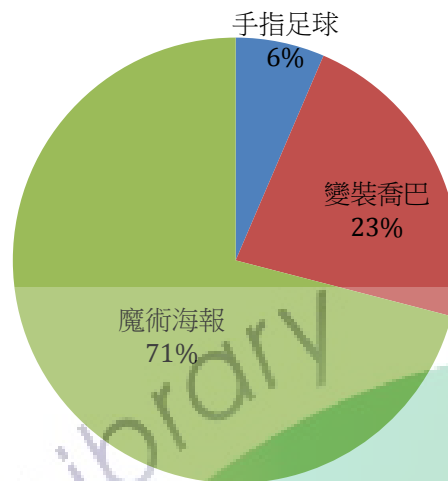


圖 5-23 受訪者對「應用程式中三件應用案例滿意度」的看法

問項 6:請問使用者在操作應用案例時，對應用程式的互動方式覺得如何？

受訪者對應用程式中三件應用案例的互動方式都覺得很不錯，特別是第一次操作擴增實境應用案例的使用者，覺得互動方式很新奇。

問項 7:請問使用者在操作應用案例時，使用的 3 張圖卡中，哪一個互動方式你最喜歡？

受訪者最喜歡的應用案例的互動方式依序是手指足球、魔術海報、變裝喬巴。手指足球佔了最多的 48%，使用者覺得用手指推球很有樂趣，很像在玩遊戲一樣，可以很多人一起玩，娛樂性十足；喜歡魔術海報互動方式的佔了 29%，使用者覺得操作很簡單、效果又很好；喜歡裝喬巴互動方式的佔了 23%，使用者覺得可以變換顏色很有趣，比單純的推更有互動的感覺。

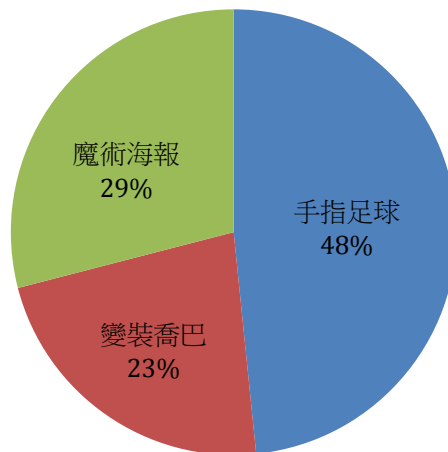


圖 5-24 受訪者對「應用程式中三件應用案例互動方式」的看法

問項 8:請問使用者在操作應用案例時，是否會覺得應用程式很有趣？

受訪者對本研究應用程式的三件應用案例都覺得非常的有趣，使用者甚至用「有趣極了」來表達心中的感覺。

問項 9:請問使用者在操作應用案例時，使用的 3 張圖卡中，哪一個最有趣？

受訪者最喜歡的應用案例的互動方式依序是手指足球、變裝喬巴、魔術海報。覺得手指足球最有趣的佔了最多的 55%，使用者覺得好像在玩遊戲的感覺，娛樂性比其他兩件應用案例強；覺得變裝喬巴最有趣的佔了 26%，使用者覺得可以看到人物的各種角度，又可以按按鍵讓人物變色，非常的特別；覺得魔術海報最有趣的佔了 26%，大都覺得在紙上看到影片很神奇，很像電影哈利波特裡面的報紙。

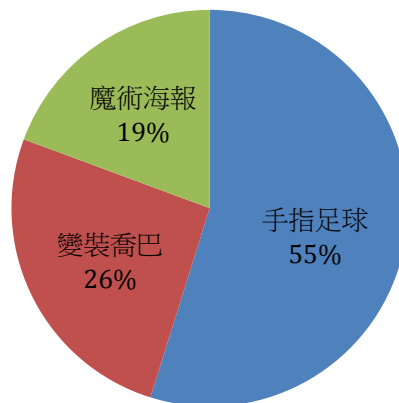


圖 5-25 受訪者對「應用程式中三件應用案例趣味性」的看法

問項 10:請問使用者覺得使用行動載具，是否可以加強擴增實境應用案例的互動性？

30 位受訪者認為使用行動載具可以加強擴增實境應用案例的互動性，因為行動載具輕巧、方便好攜帶的特性，操作擴增實境應用案例時的自由度很高；而有 1 位受訪者則認為使用電腦操作擴增實境應用案例的互動性比較好，因為電腦的效能比行動載具好，使用起來較順暢。

問項 11:請問使用者對這次應用案例的互動方式與介面設計有什麼建議？

本研究透過受訪者的建議與感想，作為未來應用程式開發的改進參考，將受訪者所說出的感想及建議加以整理，所得的結果敘述如下：

1. 使用 iPad 操作時會感覺有點重，拿久了手會痠。
2. 手指足球可以再多 1、2 顆球，讓更多人玩，互動性更好。
3. 很可惜魔術海報沒有聲音，有聲音的操作感受會更好。
4. 加強手指足球及變裝喬巴的靈敏度會更好。
5. 可以增加螢幕觸控的操作方式。
6. 圖卡能使用隨手可得的印刷品，操作時會比較方便。
7. 魔術海報的影片畫面有點小，可以在大一點。

第三節 研究結果與討論

經過了使用者操作觀察與訪談後，使用者給予了應用程式「AiR」中的三件應用案例一些意見與建議，本研究歸納出重點，針對「互動介面設計」、「互動模式與互動性」、「使用者操作感受」等三個部分整理出以下結果與檢討：

一、互動介面設計

經過操作展示後，使用者一致認為三件應用案例的互動介面設計不會很複雜，因為應用程式的螢幕畫面沒有什麼複雜的選項，操作起來相當的直覺、易用，因此提升了使用者操作的學習性及操作意願；但是在圖卡的介面設計上，使用者則覺得「手指足球」及「變裝喬巴」在操作上比較困難，以下綜整了使用者對本研究三件應用案例的互動介面意見。

使用者覺得「手指足球」的介面是很簡單易用的，而且很有娛樂性，用一隻手指就能操作螢幕上的足球，也可以多人一起玩，但使用者也發現，在操作時，碰觸足球的靈敏度不是很好，需要反覆的測試，如果能改善感應不佳的問題，操作的感覺會更好。

「變裝喬巴」與「手指足球」的操作方式類似，在操作時很容易上手，使用者認為讓人物變裝是個不錯的想法，但只有變裝不能滿足愛好海賊王的使用者，希望能有更多人物可讓使用者挑選會更好。不過本件應用案例與「手指

足球」有共同的問題，就是感應度不佳，使用者必須稍微把行動載具和圖卡的距離拿遠一點，可是這樣使用者在操作時就會有些限制。

「魔術海報」的互動介面是三件應用案例中最簡單的，不需要特別的操作方式，也是使用者認為應用層面最廣的應用案例，使用者會希望圖卡的影片播放區可以再大一些，這樣看影片會更清楚。

二、互動模式與互動性

擴增實境基本的互動模式是放置、移動及旋轉等三種互動模式，「手指足球」應用案例除了基本的互動模式外，使用者還可以用手指與虛擬的足球模型互動，讓人有在玩遊戲的感覺，不過使用者可能太專注玩了，比較少使用者會使用基本的互動模式操作。

「變裝喬巴」雖然也是用手指互動，但圖卡上的四個虛擬按鍵跟「手指足球」不同，讓使用者有比較多的選項可以選擇，而且因為很多使用者很喜歡人物喬巴，所以使用者會花比較多時間在這件應用案例上，為了看清楚喬巴，都會使用移動、旋轉等基本互動模式操作，比起「手指足球」較單一的互動模式有很明顯的不同。

「魔術海報」應用案例的影片控制有兩種方式，一個是移開圖卡重新感應，一個則是使用螢幕上的播放、停止鍵，使用者都會使用這些互動功能，也會移動行動載具，拉近與圖卡的距離，讓影片播放的畫面比較大。

由於使用輕便的行動載具操作擴增實境的應用程式，使用者比較少使用基本的互動模式操作圖卡，反而都是移動行動載具進行移動或旋轉，讓基本的互動模式不在只是侷限於圖卡的操作。

三、使用者操作感受

使用者在操作三件應用案例時，最先感受的就是應用程式操作的靈敏度，當使用者覺得操作有點困難時，錯誤性就會提高，而滿意度也會相對的下降，因此「手指足球」與「變裝喬巴」的滿意度比「魔術海報」低很多。雖然使用者覺得「手指足球」與「變裝喬巴」比較難操作，但這兩件應用案例有比較多樣的互動性，所以使用者覺得「手指足球」與「變裝喬巴」的互動性與趣味性是比「魔術海報」好的。

第六章 結論與建議

本研究預期的結果是能在行動載具上開發擴增實境的應用程式，讓使用者能透過手上的行動載具體驗擴增實境技術充滿驚奇的視覺感受，虛擬與現實之間，只要一支行動載具就能聯結在一起。除了擴增實境的應用程式開發之外，加強擴增實境的互動性也是本研究的重點，機器是冰冷的，唯有良好的互動方式才是與人溝通的橋梁，所以加入了互動模式、互動介面等元素，讓擴增實境應用案例變得更加有趣、有意思。本章將根據第五章的研究發現進行說明本研究的結論，並提出相關建議事項，作為運用擴增實境技術開發行動載具的應用程式的應用模式，及後續研究方向的參考。

第一節 研究結論

本研究彙整第四章的研究發現，提出主要的研究結論如下：

一、擴增實境技術應用於行動載具開發應用程式是可行性

本研究文獻所探討的擴增實境技術及相關應用都是以行動載具為基礎發展的擴增實境技術，且目前擴增實境技術已經被廣泛的利用在各種行動載具上。不論是有標記式或無標記式的辨識，運用擴增實境技術的開發套件，藉由行動載具的高像素攝影機能辨識圖卡，並透過螢幕即時的攝取真實影像與虛擬物件，讓使用者能立即操作互動，隨著行動載具硬體發展的完備，運算效能越來越強大，功能也越來越多元，擴增實境技術能運用在行動載具的應用漸漸的貼近我們的生活，就如文獻探討所述，在各方面都有相關應用。

二、能運用擴增實境技術，開發 IOS 系統載具的應用程式

本研究透過 Unity3D 的擴增實境套件 Vuforia，整合 3Ds Max 2012、Photoshop CS5 及 Xcode 4.3.2 等軟體，設計出開發 IOS 系統載具應用程式的流程，最後開發出「AiR」應用程式，包含了手指足球、變裝喬巴及魔術海報等三個應用案例，藉由本研究匯整出 IOS 系統載具應用程式的系統整合與開發流程，可以提供開發者日後做為參考，發展出更多元的應用程式。

三、擴增實境技術應用於行動載具應用程式的互動模式具有多元的可行性

本研究文獻探討的應用程式案例中，有許多不同以往的互動模式，像是透過聲音輸入的互動、螢幕觸控的互動、與商品結合的互動、用 GPS 定位的環境互動等，都是運用行動載具的特性開發出的獨特應用，而且以往擴增實境應用案例的互動模式主要是針對圖卡進行放置、移動或旋轉，但行動載具具有輕便、體積小等特性，使得使用者在操作時，不會被圖卡侷限，而能更彈性的用

行動載具操作，因此，隨著擴增實境技術再行動載具的發展，能運用在行動載具的互動模式會越來越多元。

第二節 研究建議

以現今科技的快速發展，擴增實境技術在行動載具的應用越來越成熟，本研究期許開發相關的應用會越來越容易，互動效果越來越好。經過本研究實作後，發現尚未解決或需要改善的問題，提供一些開發要點給設計者參考，於下列提出相關建議。

一、應用程式可加入操作說明功能

行動載具的應用程式都是以網路下載的方式進行使用，如沒有操作說明能讓使用者參考時，會讓使用者不知如何操作，或是操作錯誤，間接會降低使用者的操作意願。

二、多種的互動模式開發

除了本研究的互動模式之外，可以再增加其他不同的互動方式，例如聲音的輸入互動、螢幕的觸控互動、位置定位、臉部辨識與合成等，進而讓使用者運用更多的方式與應用案例互動。

三、豐富的應用內容

開發者在設計虛擬 3D 物件或多媒體時，可以再增加更多內容的變化，像是模型再多一點、貼圖在更精緻一點，或是透過網路下載虛擬物件替換，會更能滿足使用者的需求。

四、使用易取得的圖卡

圖卡是擴增實境技術很重要的介質，如果圖卡能讓使用者很好取得，不必大費周章的列印在紙上，配合攜帶性很高的行動載具會有更好的應用方式。

第三節 未來展發

就本研究探討項目而言，亦有許多可供往後研究延續或是深入探討的方向，讓未來開發者行動載具的擴增實境應用程式有更多不同面向的發展，針對後續研究之相關建議列點如下：

一、擴大應用在其他行動載具系統平台

行動載具的系統平台有很多種，如能再開發 Android、Windows Phone 等系統平台的擴增實境應用程式，或是一次能同時開發跨平台系統的應用程式，這樣可以造福更多的使用者體驗擴增實境的技術。

二、應用到更多生活上的層面

擴增實境技術能應用的層面很廣泛，如能結合生活上的物品或商品，在商業上運用，相信會有很大的商機效益。



參考文獻

一、中文部分

宋曜廷、張國恩、于文正（民 96）。行動載具在博物館學習的應用：促進「人-機-境」互動的設計。《博物館學季刊》，20，17-34。

薛凱文（民 98）。擴增實境應用探討－使用無標記技術（未出版之碩士論文）。私立嶺東科技大學，台中。

張孝嘉（民 100）。擴增實境技術應用於資訊安全之研究-以網路遊戲為例（碩士論文）。私立康寧大學，台北。

林淑芬（民 82）。系統開發-分析設計與製作。台北市：碁峰。

黃清雲(民 83)。互動式科技與體育教學。《國民體育季刊》，23（3），65-74。

二、英文部分

Azuma,R.(1997).A Survey of Augmented Reality. *Presence:Teleoperators and Virtual Environments*,6(4),355-385.

Milgram, P. Takemura, H. Utsumi, A. Kishino, F.(1994).Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. *Proceedings of Telemanipulator and TelepresenceTechnologies*,2351,282-292.

Feiner, S., Blair, M. and Doree, S.(1993).,Knowledge-Based Augmented Reality, *Communications of the ACM*, 36(7),52-62.

Cawood S. & Fiala M.(2008).*Augmented Reality: A Practical Guide*.

Nielsen, J. (1993).*Usability Engineering*. Academic Press, London.

Graham, L. (1999). *The principles of interactive design*. NY.

Schimmel, B. J. (1988). Providing meaningful feedback in courseware,*Instructional designs for microcomputer courseware*. Hillsdale.

Borsook,T. K. & Higginbotham-Wheat.(1911). *Interactivity: What is it and what can it do forcomputer-based instruction? Educational Technology*,October,11-17.