

使用擴增實境技術之英文學習系統

An English Learning System using Augmented Reality Techniques

李嘉紘
高雄第一科技大學
副教授
jhlee@nkfust.edu.tw

林柏軒
高雄第一科技大學
學生
u9824806
@nkfust.edu.tw

林鈺卿
高雄第一科技大學
學生
u9624006
@nkfust.edu.tw

王若芸
高雄第一科技大學
學生
u9624013
@nkfust.edu.tw

葉冠伶
高雄第一科技大學
學生
u9624042
@nkfust.edu.tw

摘要

近年來英語教學在國內受到各方重視，不僅教育部計畫於94年將英語教育延伸至小三，同時如何讓兒童有效學習英語等議題，更成為近日的焦點話題。「寓教於樂」將英語融入生活中，讓小朋友自然習慣英語，永遠是最佳的方式。

在兒童的學習過程裡，有許多教材媒體輔助兒童學習活動，增進整個學習的效率與趣味性。隨著數位科技的發展，教學媒體變得多元化，除了豐富了整個學習的內容與呈現方式，更重要的是帶來新的學習互動，兒童可以透過遊戲等更豐富的學習方式去體驗學習的內容，藉由多感官的刺激增進學習效果。

本論文將嘗試結合擴增實境 (Augmented Reality, AR) 技術，架構一個英文學習平台，提供使用者可以下載圖卡，所設計的圖卡中包含一個擴增實境的標記 (AR Marker)，當使用者使用本系統，對準 Marker 進行攝影動作，系統經由連通成份處理以及四點轉換公式，即可將多媒體素材投影在電腦螢幕上，增加學習樂趣，進一步提升學習效果。

關鍵詞：數位學習、連通成份、四點轉換、擴增實境

1. 緒論

近年來，隨著地球村時代來臨以及網際網路科技的發展，具備能夠與全球大眾溝通的共同語文能力已是相當重要。由於科技應用的範疇愈來愈廣，如何利用資訊科技的進步來增加英語學習的效率，並擺脫以往傳統的英文學習方式，已經成為一

種趨勢。

有學者認為結合文字、圖形、聲音、動畫與視訊的多媒體學習系統，具有主題導向、互動，以學習者為中心的學習特點，提供了一個理想的學習環境，學習者在學習過程中，可以依自己的需要來選擇學習內容及進度，且能按照需要重複使用之，有助於學習效率的提升[9]。目前越來越多的研究顯示，使用多媒體輔助語言教學，的確能幫助學習者，促進語言習得。過去傳統的學習方式已經不能滿足現今學習的需要，於是應當尋求新的技術來讓教育更具有吸引力以及效率，使得教學環境開始變得多元化起來。

在市場上有各式各樣的學習教材，而由最先的黑白純文字、到文字輔以彩色插圖，到具體模型和多媒體影片，在這說明了教具的演化趨勢。學者[4]認為人對於某項知識或是某個概念的了解程度，如果要有更充分的了解，在其認知中，不應是只有文字的記憶。而英文學習也是一樣，若將欲學習的英文單字不單單只是做成字卡，而是結合擴增實境的方式，將單字的意義，利用影像及聲音使學習單字能更生動有趣的表達並且方便幫助記憶。另外目前越來越多的研究顯示，使用多媒體輔助語言教學，的確能幫助學習者，促進語言習得。

除了增加學習者學習英語的效率外，如何提高學習者的學習興趣及學習動機，也漸漸的成為了學者探討的趨勢。學者等人[2]提出，生動活潑的多媒體所提供的聲光效果與創意設計，能夠激發學習者的外在型動機；另外一方面，經由高品質教學設計而製成的多媒體，能使學習更為有效，激發了學習者的內在動機。此外，多媒體的互動性、個別化學習等也是激發學習動

機的原因。

本研究是針對初步開始認識語言的兒童，進行圖卡的製作。在關鍵期給兒童提供刺激最容易獲得反應，錯過了這個時機，反應或者不能獲得或者不能達到最好水平。而語言是反映大腦發展狀態和聰明程度的重要標誌，是思維的直接表現。語言發育過程中，最主要的因素是聽覺刺激，而我們將 AR marker 標籤在所有的英文學習圖卡上，讓兒童可以在電腦上進行操作與學習，達到有效學習的目的。

2. 文獻探討

2.1 虛擬實境 (Virtual Reality, VR)

虛擬實境 (Virtual Reality)，簡稱 VR 技術，也稱靈境技術或人工環境，是利用電腦模擬產生一個三度空間的虛擬世界，提供使用者關於視覺、聽覺、觸覺等感官的模擬，讓使用者如同身歷其境一般，可以及時、沒有限制地觀察三度空間內的事物。使用者進行位置移動時，電腦可以立即進行複雜的運算，將精確的 3D 世界影像傳回產生臨場感[8]。該技術集成了計算機圖形 (Computer Graphics, CG) 技術、計算機模擬技術、人工智慧、感測技術、顯示技術、網路進行處理等技術的最新發展成果，是一種由計算機技術輔助生成的高技術模擬系統。

2.2 擴增實境 (Augmented Reality, AR)

擴增實境 (Augmented Reality) 系統主要的動作可以區分為兩部分，辨識部分與追蹤部分，其中視覺追蹤技術是使用圖像處理的方法來計算，藉由透過相機或攝影機擷取目前的影像進行處理。而目前視覺追蹤技術主要以基於特徵點追蹤和基於模型追蹤為主，相關 AR 的介紹可以參考 [13, 14, 16]。在擴增實境追蹤上，主要以特徵點追蹤為主，特徵點追蹤又分為有標記追蹤和無標記追蹤。

2.2.1 有標記之擴增實境 (Marker Based

AR)

有標記符號 (Marker) 的追蹤，被廣泛的運用到擴增實境的應用上，因為擴增實境系統仰賴標誌的偵測性與高速的追蹤以及方向的評估性，而使用者只要在自己感興趣的目標或物體表面上加入一些具有代表性意義的標記符號，即可拿來做為 Augmented Reality 的識別與追蹤之用途。目前有少數幾個學者對標記符號進行比較與研究，也有人把有標記符號追蹤技術應用在遊戲、數位學習及手機應用上。有學者[15]比較了幾種常被用到的 Augmented Reality Marker 來進行比較，其中有 ARToolKit Marker System、HOM marker System、IGD marker system、SCR marker system 四種，如下圖所示。

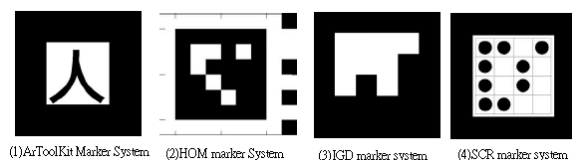


圖 1 各種 AR 標記符號

ARToolkit Marker System 主要被用在 ARToolkit 上面，而 ARToolkit 是一套用來建構擴充實境系統的開放源代碼程式庫。HOM marker System 則被用在工業文件和維護應用上面，HOM marker 被學者等人 [11] 拿來做 3D 影像的重建。IGD marker system 在德國政府支持的研究項目中，用來制定擴增實境相關應用產業上 [5]。SCR marker system 被德國西門子公司拿來做追蹤與定位的研究上面。其中發現這四種 Marker 在可用性、效率、準確性和可信度上各有其優劣性。學者 [7] 把 Augmented Reality 應用在數位學習上面，主要為了提供一個創新的方式讓兒童們可以透過玩的方式進行學習，根據研究報告指出，使用擴增實境於教育上有助於兒童的讀寫以及表達活動能力的提升，但是在設計重點上，必須著重在故事的選擇與互動序列的結合，指在每個故事中，AR Marker 跟故事之間的互動情形。系統架構採 ARToolKit 的方式進行 Marker 的辨識與定位，透過連接在

電腦上的 Camera 辨識到 Marker 與數位學習系統進行互動並顯示於螢幕上，系統展示如下圖所示。



圖 2 Augmented Reality 應用在數位學習上

2.2.2 無標記之擴增實境 (Markerless AR)

具標記的 AR 技術有一個缺點，在影像物件旁必須加貼上一張 marker，在數位學習或是導覽的應用上，有學者認為 marker 的存在有礙整體視覺美觀，因此提出無標記的追蹤方式；所謂的無標記特徵點追蹤，指的是不需要再透過人工標記符號，而是從自然環境中所發生的特徵，如點、線、邊緣或是紋理[12]。但是因為無標記特徵點追蹤並沒有穩定的規律性，使得辨識特徵的難度相當高，而無標記等徵點著重在特徵點的定義跟匹配，因此在運算上面也相當耗時。因此在無標記擴增實境的架構中，首先通常會先進行攝影機的初始化設定，在利用得到的影像取得畫面中物體的特徵點來得到攝影機的初始位置，第二步驟則是追蹤這些特徵點去預估下一個物體或攝影機的位置，如果追蹤失敗了，則將會回到第一步驟重新去取回攝影機的位置[3]。



圖 3 利用百元鈔票為標的物的擴增實境[1]

2.3 數位學習 (E-Learning)

所謂 E-Learning，即為數位學習。是指在由通訊技術、微電腦技術、計算機技術、人工智能、網絡技術和多媒體技術等所構成的電子環境中進行的學習，是基於技術

的學習[6]。企業的 E-Learning 是通過深入到企業內部的網際網絡為企業員工提供個性化、沒有時間與地域限制的持續教育培訓方式，其教學內容是已經規劃的、關係到企業未來的、關係到員工當前工作業績及未來職業發展目標的革新性教程。

E-Learning 概念一般包含三個主要部分：以多種媒體格式表現的內容；學習過程的管理環境；以及由學習者、內容開發者和專家組成的網絡化社區。在當今快節奏的文化氛圍中，各種機構都能夠利用 E-Learning 讓工作團隊把這些變化轉變為競爭優勢。企業通過實施 E-Learning 具有的優勢：靈活、便捷，員工可以在任何時間、任何地點進行；通過消除空間障礙，切實降低成本；提高了學習者之間的協作和交互能力。但是我們也要看到在實施 E-Learning 的過程中存在局限性和應該注意的問題。

2.4 ARToolKit

ARToolKit 是一個 C/C++ 語言編寫的函式庫，透過此函式庫可以讓我們輕鬆的編寫擴增實境應用程式[10]。對於開發一個 AR 程式來說，最困難的部分在於即時 (real-time) 的將虛擬影像覆蓋到使用者的視覺，並且和真實世界中的物件精確對齊。ARToolKit 以電腦圖學計算相機 (Camera) 和標記 (Marker) 之間的相對位置，使開發者能夠將他們的虛擬物件依據標記在真實環境上的相關資訊覆蓋到真實環境中。ARToolKit 提供快速和準確的標記追蹤 (Marker Tracing)，能使開發者快速的開發出許多有趣的程式。

3. 研究架構

3.1 研究步驟

現今市面上已有各式各樣的單字卡與英文字母學習書，但都侷限於紙本上文字與繪圖。因此本專題透過生動活潑的 3D 影像單字卡與教學書來認識英文單字，並朗誦其句子加強使用者的聽力與發音，讓使

用戶容易增加對學習英文的興趣，更能增進學習的效率。此外本專題也提供網路平台，提供使用者下載單字卡、marker、AR 安裝檔。

另外，以自由軟體開發的目的，自行開發擴增實境核心技術，發展抗光線變化的標記技術，Web AR 提高辨識的穩定度與正確率，並經由四點轉換 (Four-Point Mapping) 方式將影音多媒體素材投影致標記座標上，比起其它擴增實境軟體，除了使用者無須 Windows Installer 安裝，往後若想朝商業發展平台，也能避開支付權利金的問題。

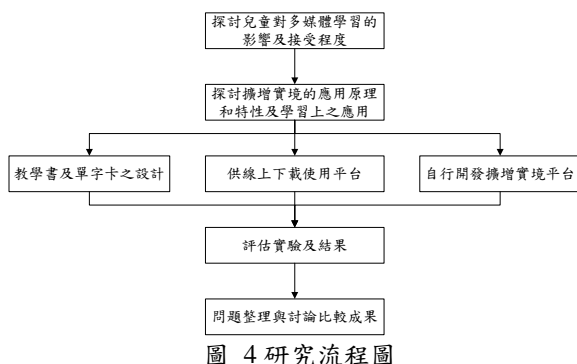


圖 4 研究流程圖

3.2 Installed AR 系統架構與說明

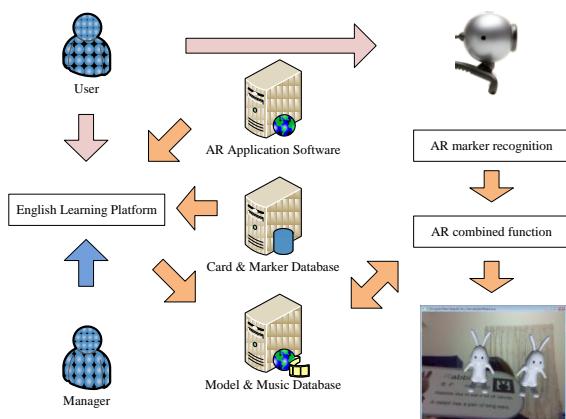


圖 5 Installed AR 系統架構圖

研究提出的系統架構圖中，當使用者 (User) 使用 Webcam 去照 AR marker 時，會透過 AR combine function 去辨識 AR marker，此執行程式將會從 Model & Music Data-Base 去讀取所相對應的檔案，並從螢幕顯示出 3D model 和音效；User 可從英文學習平台中下載安裝檔，並以作業系統為

XP 或 Vista 來區分系統需求、英文學習圖卡和 AR marker，以及管理者 (Manager) 可以上傳或更改 3D model 和音效檔。

在 AR 技術上，由 webcam 取得影像之後，進行影像的前處理，這個程序主要是利用取門檻 (Thresholding)、連通成分 (Connected Component)、角落偵測 (Corner Detection) 等演算法來進行影像中標記的所在位置與所在區塊的影像擷取；然後進行標記的追蹤程序，因為所取得的標記影像，通常因為相機角度的關係，所拍出的標記形狀會變形，因此必須先進行形狀的校正，然後計算轉換矩陣，將變形的標記還原回接近標準的形狀後，再解讀出標記的內容資料；接著根據資料，進入英文學習資料庫，讀出相關的聲音或是動畫，並配合轉換矩陣，聲音或動畫轉換為與相機取像時的相同座標，最後經由視訊混合程序，將相機的影像與聲音或動畫做結合，經過位置校正後，將聲音或動畫疊合到相機目前影像上，完成擴增實境的目的。

3.2.1 單字卡

為了讓使用者 (幼兒) 學習所有英文字母的單字與句子，我們將每個字母做一個卡片。卡片上有單字並將開頭字母以顏色辨別、並有兩句以此單字為例的句子、代表單字的圖案、以及 AR marker。

3.2.2 實體書

為了讓使用者 (幼兒) 更加認識每個英文字母，我們除了卡片上的單字外，還加了許多不同的單字。因此透過實體書可以學習到更多更豐富的英文單字。書上也有兩句以此單字為例的句子、代表單字的圖案、以及 AR marker。

3.2.3 AR marker

本系統針對每個單字卡的單字做一個專屬的 AR marker，使用者可以透過攝影機 (視訊) 去辨識該 marker，就會顯示該單字的 3D model 與音效。

3.2.4 Music

音效就是單字的發音與英文句子的朗誦，會透過攝影機（視訊）變識 marker 後，就會播放音效。此功能可以增加使用者的聽力與發音。

3.2.5 3D Model

學習要是能搭配實體的物品，效果會更好。除了單字卡上平面的圖，我們也尋找並製作跟單字有關的3D的人物與物品，利用擴增實境的技術呈現，生動活潑的學習，也增加了使用者學習英文的興趣。

3.3 Web AR 系統架構與說明

由於 Installed AR 基於 Artoolkit 發展的系統，若要發展成商業軟體，得支付權利金，這對台灣中小型企業是一筆相當可觀的開銷，此外，Artoolkit 標記 (Marker) 受光線變化的影響，導致無法捕捉清晰的畫面，造成辨識率與正確率不佳。因此，本研究以自由軟體開發的架構，針對擴增實境技術以及平台開發之應用，提出相對的解決方法。

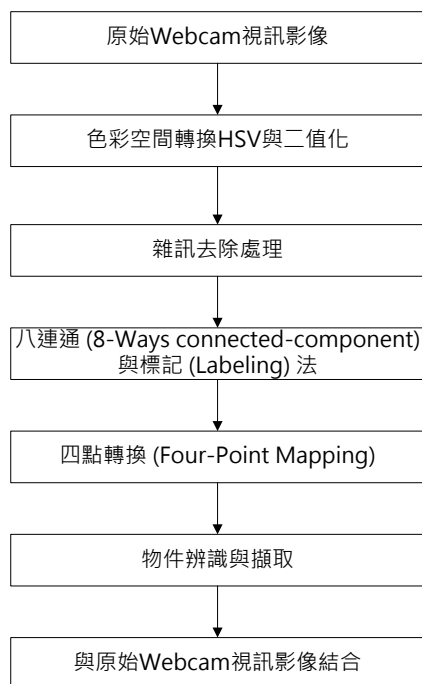


圖 6 Web AR 系統架構圖

3.3.1 色彩空間轉換 HSV

原始影像 RGB 色彩空間對於光的強弱變化 (Brightness Variations) 相當敏感，也因此對於大部分的影像前置處理，會先將原始影像 RGB 轉成其它色彩空間，然後根據顏色的分佈進行選擇性的過濾，將我們所要的顏色區域從影像中分離出來。因此本系統選用 HSV 色彩空間，由於 HSV 中的色調 H (Hue) 較不容易受到光的強弱變化影響，而 RGB 與 HSV 的關係如下：

$$H1 = \cos^{-1} \left\{ \frac{0.5[(R - G) + (R - B)]}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right\}$$
$$H = H1 \text{ if } B \leq G$$
$$H = 360^\circ - H1 \text{ if } B > G$$
$$S = \frac{\text{Max}(R, G, B) - \text{Min}(R, G, B)}{\text{Max}(R, G, B)}$$
$$V = \frac{\text{Max}(R, G, B)}{255}$$

公式 (1)

S 代表顏色的飽和度 (Saturation)，其值介於 0 到 1 之間。而 V 代表顏色的明暗度，也是介於 0 到 1。而在 HSV 系統中， $H=0^\circ$ 時代表紅色， $H=120^\circ$ 代表綠色， $H=240^\circ$ 時代表藍色。由於 Web AR 四個座標辨識採用藍色標記，因此，Web AR 的 HSV 預設門檻值分別為： $H' \pm 10^\circ$ 、 $S' \pm 0.25$ 、 $V' \pm 0.5$ ， H' 、 S' 與 V' 為當前 Webcam 藍色標記的色彩空間，並基於此門檻值作二值化動作。

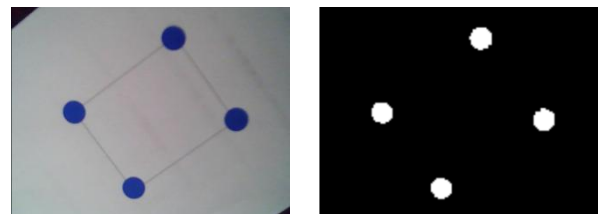


圖 7 原始影像與經由 HSV 門檻值後二值化影像

3.3.2 雜訊去除處理

在實作影像處理中，經由二值化後影響通常會存在著大小不一的雜訊，這些雜訊點將會影響到實驗的結果，因此如何去除雜訊點是影像處理中必須討論到的議題。

本研究利用影像形態學中侵蝕 (Erosion) 與膨脹 (Dilation) 與中值法 (Median Method) 將雜訊移除，以獲得更完整的座標區域。

3.3.3 八連通 (8-ways connected-component) 與標記 (Labeling) 法

將大部份雜訊去除後，接下來將以標記連通成份 (connected component) 取出藍點座標位置，此方法主要是將影像中屬於同一物件之相連像素找出並給予不同編號，是否為同一物件的判斷方式可分為 4-連通 (4-connected) 與 8-連通 (8-connected)，本研究所採用的方式為 8-連通 (8-connected)。

而標記法原理主要考慮的因素如下，P 表掃描過程中之像素值；

1. 先由左而右，再由上而下掃描影像。
2. 如果這二個近鄰中只有一個為 255，則把它的標記給予 P。
3. 如果它們都是 255 且標記相同，則把這個標記給予 P。
4. 如果它們都是 255 但標記不同，則把其中一個標記給予 P，並標明這兩個標記是等價的。
5. 如果它們均為 0 的為話，給 P 一個新的標記值。



圖 8 二值化影像與塗上色彩的標記

3.3.4 四點轉換 (Four-Point Mapping)

仿射轉換 (Affine transformation) 提供兩個三角形之間的任意變形，與之相比，投影轉換 (Projective translation) 是一種線性映射，它讓兩個四邊形做任意的轉換，如下圖所示。

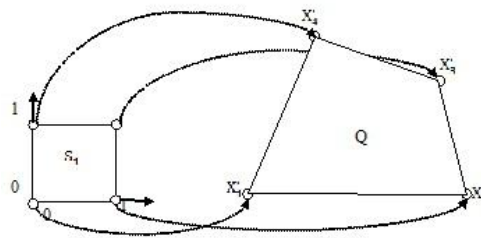


圖 9 四邊形與單元矩陣間的映射

當我們想要將任意序列的 2 維座標點 (x_1, x_2, x_3, x_4) ，對應至另外一組座標點 (x'_1, x'_2, x'_3, x'_4) 時，它們之間的轉換參數至少要有八個，比仿射轉換還多兩個參數。投影轉換可以被表示成相對應座標間的線性映射，與仿射轉換相比，它多了兩個參數 (a_{31}, a_{32}) ：

$$\begin{pmatrix} \bar{x}' \\ \bar{y}' \\ h' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h'x' \\ h'y' \\ h' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{公式 (2)}$$

在直角座標中，映射函式的結果顯然是非線性，轉換方程式如下：

$$\begin{aligned} x' &= \frac{1}{h'} \cdot (a_{11}x + a_{12}y + a_{13}) = \frac{a_{11}x + a_{12}y + a_{13}}{a_{31}x + a_{32}y + 1}, \\ y' &= \frac{1}{h'} \cdot (a_{21}x + a_{22}y + a_{23}) = \frac{a_{21}x + a_{22}y + a_{23}}{a_{31}x + a_{32}y + 1}, \end{aligned} \quad \text{公式 (3)}$$

投影轉換不同於仿射轉換的是，一對平行線經過映射後不一定仍是平行線 (如圖 9)，並且線上兩點之間的距離比也會改變。也因此投影映射 (Projective mapping) 有時又稱為透視 (perspective) 或是虛擬透視圖 (pseudo-perspective)。

四個對應二維座標點， $(x_1, x_2) \dots (x'_1, x'_2)$ ，在原圖的點 $x_i = (x_i, y_i)$ 和目標圖的點 $x'_i = (x'_i, y'_i)$ 是對應的，而八個未知轉換參數 $a_{11} \dots a_{32}$ ，只需使用線性方程式解聯立就可以求解。我們將四邊形的四個點 (x'_i, y'_i) 帶入公式(3)中後，會得到四組對應的線性

方程式，以及八個待求解的轉換參數 $a_{11} \dots a_{32}$ 。

$$\begin{aligned} x'_i &= a_{11}x_i + a_{12}y_i + a_{13} - a_{31}x_i x'_i - a_{32}y_i x'_i, \\ y'_i &= a_{21}x_i + a_{22}y_i + a_{23} - a_{31}x_i y'_i - a_{32}y_i y'_i, \end{aligned}$$

公式 (4)

這 8 個線性方程式以矩陣的方式表達將如下所示：

$$\begin{pmatrix} x'_1 \\ y'_1 \\ x'_2 \\ y'_2 \\ x'_3 \\ y'_3 \\ x'_4 \\ y'_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_1 x'_1 & -y_1 y'_1 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & -x_1 y'_1 & -y_1 y'_1 \\ x_2 & y_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_2 x'_2 & -y_2 y'_2 \\ 0 & 0 & 0 & x_2 & y_2 & 1 & -x_2 y'_2 & -y_2 y'_2 \\ x_3 & y_3 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_3 x'_3 & -y_3 y'_3 \\ 0 & 0 & 0 & x_3 & y_3 & 1 & -x_3 y'_3 & -y_3 y'_3 \\ x_4 & y_4 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x_4 x'_4 & -y_4 y'_4 \\ 0 & 0 & 0 & x_4 & y_4 & 1 & -x_4 y'_4 & -y_4 y'_4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{12} \\ a_{13} \\ a_{21} \\ a_{22} \\ a_{23} \\ a_{31} \\ a_{32} \end{pmatrix}$$

公式 (5)

另一種方法則是對影像透過單元矩形進行兩階段的投影映射，此方法可以避免前面聯立方程式求解上的計算。圖 2 說明了這種方法的概念，一個單元矩形 S_1 的角點可以對應到一個任意四邊形 $Q = x'_1 \dots x'_4$ ， $(0,0) \rightarrow x'_1$ $(1,0) \rightarrow x'_2$ $(1,1) \rightarrow x'_3$
 $(0,1) \rightarrow x'_4$

這些點可以由前面的 (公式 5) 經過簡化而求得，簡化的過程如下所示：

$$\begin{aligned} x'_1 &= a_{13} \\ y'_1 &= a_{23} \\ x'_2 &= a_{11} + a_{13} - a_{31} * x'_2 \\ y'_2 &= a_{21} + a_{23} - a_{31} * y'_2 \\ x'_3 &= a_{11} + a_{12} + a_{13} - a_{31} * x'_3 - a_{32} * x'_3 \\ y'_3 &= a_{21} + a_{22} + a_{23} - a_{31} * y'_3 - a_{32} * y'_3 \\ x'_4 &= a_{12} + a_{13} - a_{32} * x'_4 \\ y'_4 &= a_{22} + a_{23} - a_{32} * y'_4 \end{aligned}$$

公式 (6)

因此透過上述公式，進一步可以求出我們需要的八個轉換參數 $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{32}$ 求得解如下：

$$a_{31} =$$

$$\frac{(x'_1 - x'_2 + x'_3 - x'_4) * (y'_4 - y'_3) - (y'_1 - y'_2 + y'_3 - y'_4) * (x'_4 - x'_3)}{(x'_2 - x'_3) * (y'_4 - y'_3) - (x'_4 - x'_3) * (y'_2 - y'_3)}$$

$$a_{32} = \frac{(y'_1 - y'_2 + y'_3 - y'_4) * (x'_2 - x'_3) - (x'_1 - x'_2 + x'_3 - x'_4) * (y'_2 - y'_3)}{(x'_2 - x'_3) * (y'_4 - y'_3) - (x'_4 - x'_3) * (y'_2 - y'_3)}$$

$$\begin{aligned} a_{11} &= x'_2 - x'_1 + a_{31} * x'_2 \\ a_{12} &= x'_4 - x'_1 + a_{32} * x'_4 \\ a_{13} &= x'_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_{21} &= y'_2 - y'_1 + a_{31} * y'_2 \\ a_{22} &= y'_4 - y'_1 + a_{32} * y'_4 \\ a_{23} &= y'_1 \end{aligned}$$

公式 (7)



圖 10 左圖為原始影像以及右圖為四點轉換後結果

3.3.5 物件辨識擷取

為了辨識單字學習圖卡，本系統選擇歐式距離 (Euclidean distance) 的方法，將經由四點轉換擷取到的學習圖卡特徵與圖卡資料庫計算最相似的影像，歐式距離定義如下：

$$d = \sum_{i=0}^{255} \sqrt{(H_a[i] - H_b[i])^2}$$

公式 (8)

$H_a[i]$ 指擷取到的圖卡物件特徵直方圖，其索引介於 0-255。

$H_b[i]$ 指資料庫的圖卡物件特徵直方圖，其索引介於 0-255。

3.4 系統使用流程

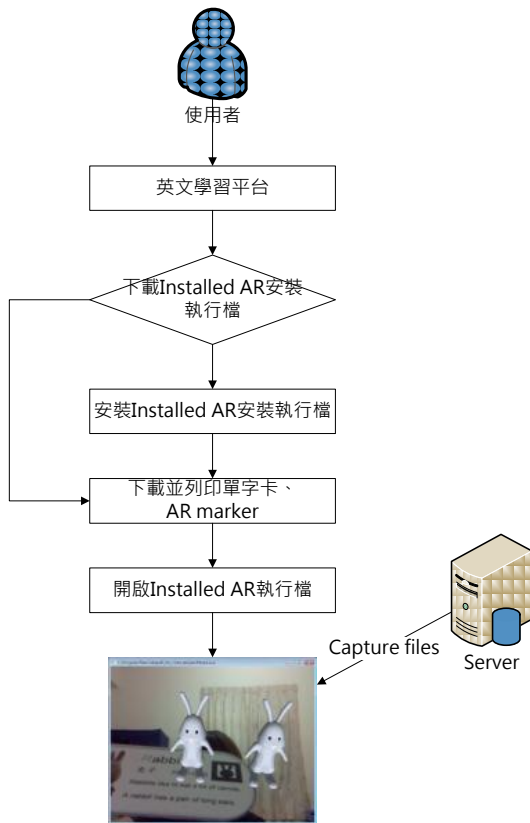


圖 11 使用者流程圖

使用者進入英文學習平台後，使用者可依照自己的電腦作業系統來下載符合系統版本的安裝檔，再將下載的檔案開啟並安裝。安裝成功後，開啟 AR 執行檔即可選擇視窗大小，等待幾秒後即可用 webcam 攝影機（視訊）照攝單字卡上的 AR marker，系統辨識成功後，就會呈現擴增實境的效果。另外網路平台也提供使用者選取所需單字字母下載並列印圖卡或下載列印 AR marker。

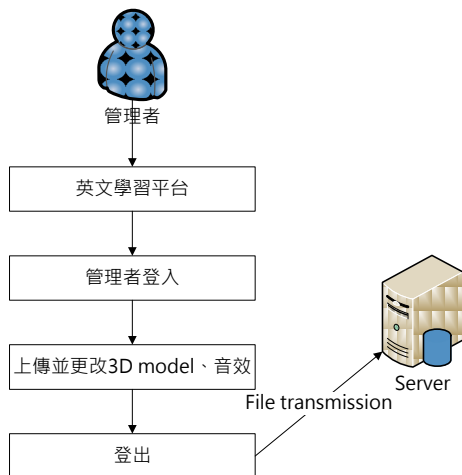


圖 12 管理者流程圖

管理者進入英文學習平台後，選擇至管理者登入畫面，輸入帳號密碼，成功登入後，便進入到管理者的管理畫面。管理者便可在其上上傳欲更新的 3D Model 或音效，上傳成功後，使用者利用攝影機照攝 marker 所呈現的將會是最新的 3D Model 與音效。

4. 實驗結果與討論

本研究將 AR 技術應用在英文學習方面，使用者可透過 webcam 從電腦螢幕看到立體 3D 圖和聽見音效。將建置網路平台，提供使用者下載英文學習圖卡和 AR marker，並可以在網站上直接列印。以下分為 Installed AR 平台、英文學習圖卡、實體書以及 Web AR 平台四個部份來做介紹。

4.1 Installed AR 平台

Installed AR 平台提供使用者下載 AR 安裝檔、英文學習圖卡、AR marker 之服務，以及提供線上測驗，讓使用者可以驗收自己的學習效果。本平台也提供管理者登入後可使用管理者之功能，例如：上傳多媒體素材以及管理 Marker 等功能。

在使用本平台時可自行選擇單機或網頁版的平台。單機版平台是架構於 Artoolkit，事先將多媒體素材以及 Marker 資訊，用 Windows Installer 部署將安裝套件供使用者下載，使用者也得依作業系統需求安裝適合的 AR installer，也提供線上測驗方式，讓使用者可以驗收自己的學習效果。



圖 13 管理者登入與上傳檔案之功能

4.2 英文學習圖卡

我們挑選 A 到 Z 的所有單字之中，適合兒童學習的單字，做成如圖 14 所呈現的樣子，包括中文與英文名稱、單字所代表圖、KK 音標與例句，並且將 AR marker 放置於卡片的右上方，而使用者就可以透過連接在電腦上的 Camera 辨識到 AR marker 並顯示於電腦螢幕上。

當使用者透過 Camera 辨識到 AR marker 並顯示於螢幕上，其不只有單單顯示 model，也會發出聲音，念出英文學習圖卡上的英文句子。

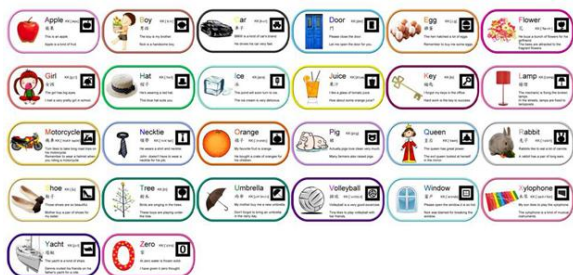


圖 14 AR 英文學習系統—26 張單字卡 (A-Z)



圖 15 AR 英文學習系統—單字卡與系統執行情形

4.3 實體書

我們除了英文學習圖卡上的單字外，還加了許多不同的單字，書上包括英文單字、單字所代表圖、KK 音標與例句，並且將 AR marker 放置於該頁的右上方，以及其它相同字母開頭的單字。使用者就可以透過連接在電腦上的 Camera 辨識到 AR marker 並顯示 3D model 與音效。



圖 16 實體書之內頁示意圖

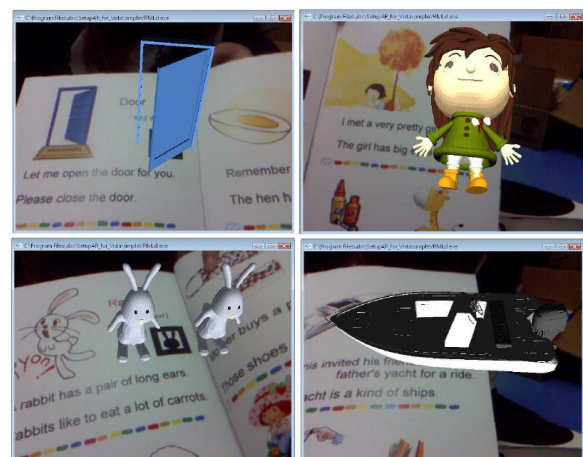


圖 17 AR 英文學習系統—實體書與系統執行情形

4.4 Web AR 平台

Web AR 平台以圖像辨識、利用四點轉換將多媒體素材投影至螢幕的擴增實境平台，相較 Installed AR 平台多了視訊撥放的功能，藉此增加學習趣味性與豐富性，由於 Web AR 以 Silverlight 為基礎，Silverlight 是 Microsoft 所發展的 Web client 應用開發程式方案，Silverlight 本身支援市面上常用的瀏覽器，包括 Mozilla Firefox、Apple Safari 和 Google Chrome，而對於第一次接觸本平台的使用者，由於 Silverlight 安裝步驟簡單且佔用資源較少，日後也無須煩惱系統平台版本的問題。因此，使用者只需透過網際網路連上本平台，即可進行實用且具樂趣的英文學習。

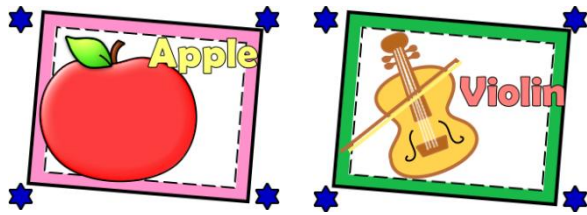


圖 18 Apple 以及 Violin 的單字卡



圖 19 Zebra 單字卡與座標標記



圖 20 原始 Webcam 視訊畫面



圖 21 Web AR 與 Webcam 視訊結合畫面

5. 結論

隨著資訊科技日新月異，隨著電腦普及地進入家庭與學校之後，從原有的傳統教學模式到網路的時代—數位式學習。藉

著此研究，我們了解到英語學習不只是侷限在紙張上的學習，更可以利用 AR 技術，結合真實與虛擬，增加對學習的吸引力與好奇心，使學習變得生動有趣。

但對於此系統發展過程中，還是有不足的地方，在未來我們規劃，希望補強不足之處，像是加強互動性能、行動學習輔具和提升效能與準確度，以下是詳細說明之。

本研究將會在 model 設計方面增加豐富的內容，不只有單一角色模型，將設計動畫模式或者能使用移動之動作，讓學習更加具有吸引力；以及將評量結合 AR 技術來讓使用者達到更好的學習效果，對使用者之學習後加以評鑑，以達到真正的學習，並且讓使用者有效地了解自己學習後的成效。

未來也可望將系統建置行動手機上，讓學習不再受限於電腦螢幕上，使用者可以達到在任何地點的學習，達到無所不在的學習。

6. 致謝

本論文為國科會專題研究計畫部份成果 (NSC99-2220-E327-001)

7. 參考文獻

- [1] 中華擴增實境股份有限公司. (2010). 民國 100 年最夯擴增實境. 擷取自 <http://www.ch-ar.com.tw/minju-1/>
- [2] 吳鐵雄, 林清山, & 盧欽銘. (1986). 統計學電腦輔助教學教材軟體設計與研究. 教育心理學報, 頁 55-66.
- [3] 張兆翔. (2008). An Efficient Augmented Reality Architecture by Binary Tree and Optical Flow. 國立高雄第一科技大學資訊管理所.
- [4] Alpert, S. R., & Grueneberg, K. (2000). Concept mapping with multimedia on the web. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, pp. 313-331.
- [5] ARVIKA. (n.d.). Retrieved from <http://www.arvika.de/www/index.htm>
- [6] Bates, A., & Poole, G. (2003). *Effective*

- Teaching With Technology In Higher Education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- [7] Dünser, A., & Hornecker, E. (2007). Lessons from an AR Book study. *TEI '07 Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction* , pp. 179-182.
- [8] Frederick P. Brooks, J. (1999, 3). What's Real About Virtual Reality? *IEEE Computer Graphics and Applications* , pp. 16-27.
- [9] John, M. (1995, 4). Multimedia-why and why not. *The Computing Teacher* , pp. 16-18.
- [10] Kato, H., & Billinghurst, M. (1999). Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-based Augmented Reality Conferencing System. *In Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality (IWAR 99)* .
- [11] Navab, N., Cubillo, E., Bascle, B., Lockau, J., D.Kamsties, K., & Neuberger, M. (1999, 9). CyliCon: a software platform for the creation and update of virtual factories. *Emerging Technologies and Factory Automation, 1999. Proceedings. ETFA '99. 1999 7th IEEE International Conference on* , pp. 459-463.
- [12] Park, J., You, S., & Neumann, U. (1998). Natural Feature Tracking for Extendible Robust Augmented Realities. *International Workshop on Augmented Reality (IWAR)'98* .
- [13] Pressigout, M., & Marchand, E. (2006). Hybrid tracking algorithms for planar and non-planar structures subject to illumination changes. *ISMAR '06 Proceedings of the 5th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality* , pp. 52-55.
- [14] Rolland, J. P., Baillot, Y., & Goon, A. A. (2001, 1). A survey of tracking technology for virtual environments. *In Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality* , pp. 67-112.
- [15] Zhang, X., Fronz, S., & Navab, N. (2002). Visual Marker Detection and Decoding in AR Systems: A Comparative Study. *ISMAR '02 Proceedings of the 1st International Symposium on Mixed and Augmented Reality* , pp. 97-106.
- [16] Zhou, F., Duh, H. B.-L., & Billinghurst, M. (2008, 9). Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality* , pp. 193-202.