

運用擴充實境於兒童中英語學習系統

席家年

南台科技大學

資訊工程學系/所

副教授

shyi@mail.stut.edu.tw

張恩誌

南台科技大學

資訊工程學系/所

研究生

m95g0221@webmail.stut.edu.tw

摘要

擴充實境(augmented reality, AR)是從虛擬實境(virtual reality, VR)領域延伸的一項技術,又稱為擴增實境或延伸實境[1],其應用非常廣泛。只要透過輸入影像裝置,就能將虛擬物件與景象,同時重疊在真實的世界中,以產生身歷其境的感覺。本研究針對擴充實境(AR)在實際環境的應用進行研究,希望能把單調的英語學習,利用此技術將其以立體圖像呈現於現實世界景象裡,讓兒童更有興趣的去學習英文,再利用卡片上的文字,讓使用者去選取正確的卡片,來達成中英文的學習,並讓使用者能由圖像聯想到文字,讓學習更加有趣。

關鍵詞:擴充實境、虛擬實境、詞彙學習

Abstract

Augmented reality (AR) technology extends from virtual reality and has widely applications. It overlaps virtual objects on the real scene to produce the feeling of reality. This study aimed at the applications of augmented reality to present the English words' meaning by 3D virtual objects and make monotonous English learning more interesting. Chinese words are included in the vocabulary cards that enable children to learn Chinese simultaneously. Learning that associate the picture and text makes the vocabulary learning more interesting.

Keywords: augmented reality, virtual reality, vocabulary learning

1.前言

隨著科技的進步,電腦繪圖快速發展,加上電腦處理資料的速度大幅提升,我們已經能運用市面上現有的六角大王、3Ds Max、Maya等三維(3D)物件建構軟體來繪製建構逼真的3D電腦圖學模型。這種3D電腦模型的虛擬物體已經廣泛應用於遊戲、動畫、教學...等不同的

領域,且都有不錯的效果。

雖然虛擬實境(virtual reality, VR)技術可以讓使用者完全融入虛擬的系統環境裡,不過一般虛擬實境系統昂貴、複雜,如果可以簡化並融入實際環境,並有低成本、易設置等優點,就能更快地應用到我們生活中。擴充實境技術是將虛擬物體結合融入於真實環境中顯示,顯示幕上會同時呈現真實環境與我們設定的3D虛擬物體,因而使得使用者更有身歷其境的臨場感。

擴充實境(Augmented reality, AR),又稱擴增實境或延伸實境,是從虛擬實境(Virtual reality, VR)的領域中延伸出來的技術,擴充實境也採用某些和虛擬實境一樣的硬體技術,如頭戴式顯示器(Head Mounted Display, HMD)。虛擬實境與擴充實境二者間有所差異,虛擬實境目的是在取代真實的世界,而擴充實境卻只是在真實世界上添加資訊,所以在使用HMD的虛擬實境時,使用者的眼睛是無法看到前方真實世界的物體,他只能看到虛擬的影像;而擴充實境則是讓使用者看到前方真實世界與虛擬物體的結合[2]。

擴充實境的重點,在於提供以三度空間方式來結合虛擬物件於真實環境裡,可以增強使用者對於真實世界的知覺與互動。虛擬物件可以展示使用者無法以本身感官所知覺的訊息,以協助使用者更容易地執行真實世界中的工作。

英文,它是全世界所共同的語言,越來越受到重視,要如何從小加強英文的實力也就更為大家所注意,因應而生的補習風氣也相當盛行了,不只是補習,就連一些書籍、DVD、家庭教師...等也增加了許多。但在這些兒童英文學習方式裡,許多都是讓兒童感到無趣乏味的,也因這樣,學習時總是一開始充滿衝勁,過了一陣之後熱情就不見了,我們為了要改善這方面的問題,想運用更有趣以及類似互動式遊戲的方式,來讓兒童更有興趣學習英文,或許這系統無法深入學習英文,不過可以吸引學

習英文詞彙的兒童的興趣。

本論文因此應用華盛頓大學人因介面技術實驗室 (Human Interface Technology Laboratory, University of Washington) 研發的擴充實境工具 ARToolKit[9] 建立擴充現實環境以實現互動的兒童中英文學習系統。

2. 相關工作

本節將就相關研究工作，諸如：虛擬實境、擴充實境、ARToolKit 軟體工具分別進行介紹。

2.1 虛擬實境(Virtual Reality)

虛擬實境可以產生一個擁有即時模擬以及互動的介面，使用者可以依個人意志自由的在這個空間中遊走，這介面能夠讓使用者經由多種感知器來達到視覺，聽覺，觸覺，味覺，嗅覺等的感知[4]。如此使用者將可不自覺的沈浸(immersive)於電腦所建構的虛擬環境中，給予使用者有身歷其境的感覺。

虛擬實境這個名詞的創始者是 Jaron Lanier，意思是一個無中生有的環境，但是卻可以讓人覺得好像真實環境。在當時有許多人對這個名稱有各種不同的意見，因而也有不同的稱呼產生：人為現實 (artificial reality)、人為世界 (artificial worlds)、虛擬現場 (virtual presence)、虛擬世界 (virtual world)、虛擬環境 (virtual environment) 等。

Burdea[8] 提出了虛擬實境具備的三種特性，並以三個 "I" 作為代表，這三個 "I" 分別是：

1. 融入性(Immersion)：在虛擬實境的三項內涵中，融入性是虛擬實境最終要達到的目的，藉由虛擬情境，可以讓使用者感受到猶如置身於電腦所創造出的虛擬環境中。
2. 互動性(Interaction)：在虛擬技術中，互動關係是由硬體裝置、通訊軟體的設定及互動行為來構成。藉由輸入裝置如資訊手套來操作虛擬物體，而虛擬實境提供使用者回饋，例如觸覺或景象的變化。
3. 想像性(Imagination)：指人的感覺器官在接受機器的刺激之後，由神經傳輸至腦中，再藉由過去的經驗而產生幻覺。

2.2 擴充實境(Augmented Reality)

Azuma[6] 將擴充實境定義是一種由虛擬實

境的改變而成的另一種現實，虛擬實境讓使用者完全的融入我們所創造出的虛擬環境中，也因此使用者是無法看到週遭的真實世界；而擴充實境就不同，它能夠讓使用者看到現實環境和我們所設定的虛擬物體的整合，也就是把虛擬物體與真實世界重疊在一起。因此擴充實境是擴充了現實，並非取代現實。

在 Azuma 1997 年的研究中，提出擴充實境有三項的屬性：一是結合真實與虛擬、二是即時性的互動、三是必須在三度空間內。

Milgram et al. 將現實環境與虛擬環境的連續關係以圖 1 表示[7]。在圖的左邊為現實環境，圖右邊則是虛擬的環境，在兩端以外的區域稱為混和實境(mixed reality, MR)。因此由圖 1 中可以看出，擴充實境是被定義在現實與虛擬之間，屬於混合真實下的一個分支。

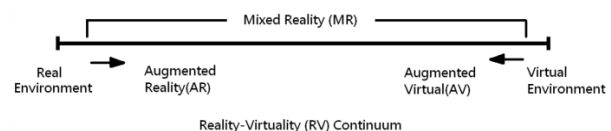


圖 1：擴充實境、虛擬實境與真實世界的關係

2.3. ARToolKit 軟體工具

ARToolKit 軟體工具是由華盛頓大學人機介面實驗室所開發出的一套軟體函式庫，該函式庫是以 C/C++ 語言所撰寫而成，該函式庫所提供的函式可以讓使用者設計建立擴充實境的應用程式。

ARToolKit 工具的最大特點在於可以將電腦所繪製出來的 3D 虛擬圖像直接重疊在現實中設定的標記物上，使用者利用頭戴式顯示器或是一般螢幕就可以看到整合於真實環境的虛擬圖像。

擴充現實的關鍵技術在於系統從所拍攝的視訊影像中偵測出預設的標記物，計算出標記物與攝影機的相關距離及方位，以便將標記物對應的 3D 電腦圖像呈現於現實環境的標記物位置，最後再把此 3D 電腦圖像以攝影機的視角、距離計算其在標記物位置的成像，並將此成像繪製融入於視訊影像中顯示。

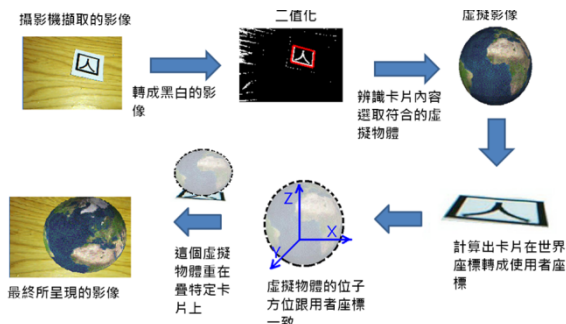


圖 2：ARToolKit 執行流程

2.4 英語學習

隨著地球村的來臨，英文的重要性日益增加，而英文儼然成為世界上最主要的語言，算是我們的第二語言。

不只是美國、英國、澳大利亞、紐西蘭等十幾個國家均把英文做為國家的第一語言，還有把英文做為當地的主要語言如：加拿大、巴西、新加坡等十個國家，也有把英文當作為當地的官方語言，但不是本地語言如：香港、印度、菲律賓等二十幾個國家。

國際上重要的學術報告近百分之八十使用英語；全世界的報刊幾乎有一半是用英語印刷的；全世界使用英語的廣播電視占五分之三；全世界的來往郵件有四分之三用的是英語。

對於目前英語教學法較著名的有4個主要的教學法：直接教學法、文法譯讀法、聽說教學法、溝通式教學法。其中溝通式教學法（Communicative Language Teaching, CLT）強調的地方在於溝通技巧的訓練，以達到真正溝通為目的。聽說教學法（audiolingual method, audiolingualism）是一種外國或第二語言教學法。以外語直接教學，聽、說教學先於讀、寫教學。認為語言行為主要是以模仿與重複練習培養起來的習慣，亦即將外語學習視為一種習慣形成的過程，故模仿（mimicry）和記憶（memorization）及句型的重複練習成為此教學法很重要的一環。聽說教學法是以會話和口語訓練為基礎，運用口語與句型訓練為其特點。

而我這篇研究是結合溝通式教學法與聽說教學法。我們在設計的同時為了吸引兒童的目光、產生興趣，所以使用鮮豔生動的圖案來達到這個目的，讓他們在不知不覺中學習英語。

3.學習系統

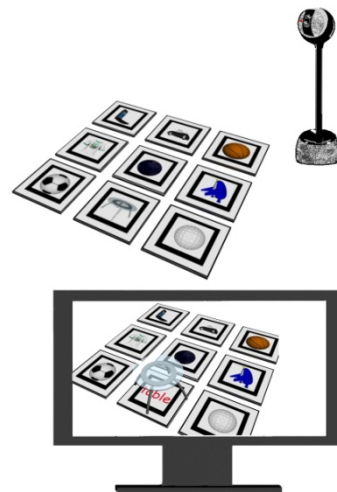


圖 3：透過視訊運用此系統在螢幕上就可看到虛擬物體

本研究運用ARToolkit軟體工具，它能將目標物體的虛擬影像重疊到現實的空間中，讓虛擬物體在現實空間更為真實，而研究中利用網路攝影機（WebCam）來完成捕捉圖卡上的資訊，再讓虛擬物件重疊在顯示器上。利用電腦圖學的顯像技術[6]，其中包括以下各項流程：

- (1) 建構出適當的圖卡：包含外部黑色方框、內部標誌，並建構出相對應的3D模組。
- (2) 使用時開啟軟體，並將視訊打開照射建構出的圖卡，由視訊抓取圖卡的定位點、座標、方向，並將值傳回給電腦運算、比對。
- (3) 比對無誤後，找到相對應的3D模組。
- (4) 將黑色方框、內部標誌以視訊抓取並紀錄其定位點、座標並記憶。
- (5) 將記憶後的座標、方向與真實世界的座標方向做運算，並將3D模組與運算後的資料做連結。
- (6) 擴充實境的顯像：將視訊攝影機擷取到的影像，對應到已建立完成的適當模組，應用3DsMAX繪圖顯像技術顯示其3D立體模型，在以ARToolkit軟體完成實現實體化。

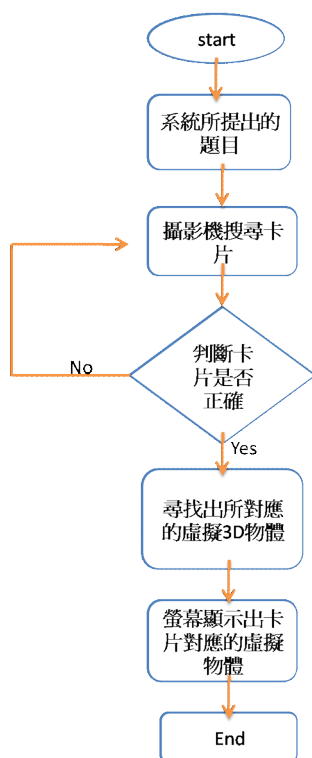


圖 4：使用流程

本論文所提出的運用擴充時境於兒童中英文學習系統，應用 ARToolKit 軟體工具、正方形卡片的標記物設計與對應 3D 模型的建立，建置出與英文發音結合的英語學習系統。讓使用者去選取正確的卡片，來達成中英文的學習，並讓使用者能由圖像聯想到文字，讓學習更加有趣也讓記憶更加的深刻，達到學習的效果。

以下將就標記物卡片設計、視訊影像中標記物偵測、標記物與攝影機的相關距離方位的計算、虛擬服裝試穿顯示、網路購物與本虛擬服裝試穿系統介面整合，進行分析介紹。

3.1 標記物卡片

在因此，程式需要一個特定的現實物體在現實世界中作為個標記物，通常製作為一張正方形卡片，卡片上面會有圖案讓程式可以辨視出每張不同的卡片。

卡片(如圖 5)，為 ARToolKit 的虛擬物體的矩形標記物，外圍為黑色的邊框，中間為白底圖案區域，不同的圖案代表不同的虛擬物體繪製，如圖 5 所示。卡片的大小會影響辨識的距離，越大的卡片能辨視的距離就越遠；卡片越小，能夠識別圖案的距離就越小。此外會影

響卡片辨識性的原因還有：圖案複雜度、環境打光、鏡頭與卡片面之間的角度、卡片的材質、黑色邊的寬度、相機與卡片之間的角度。

製作卡片的材質也須是不反光材質，以免影響程式的辨識。卡片的大小並沒有硬性的規定，但卡片的大小會直接影響到網路攝影機的有效觀看距離。卡片黑邊框的寬度也會影響矩形輪廓的取得[5]。



圖 5:卡片

使用卡片當作標記物的原因是因為矩形的形狀簡單，在輸入影像中較容易辨視出矩形的輪廓。而且根據矩形影像的變化，可以計算出使用者觀看卡片的俯視角度。根據影像中卡片的大小與我們預先輸入實際卡片尺寸的大小就能夠進行比較，因而算出卡片距離攝影機的遠近。在卡片與相機之間的角度，最好是呈現在 $30^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 之間是在判斷卡片較好辨識的角度[3]。程式能夠將卡片的角度及距離遠近，然後把繪製電腦圖像在卡片實際的位置上，這時使用者從螢幕看出去，彷彿有一個電腦圖像正好落在該卡片上，達到如同真實物體的效果。

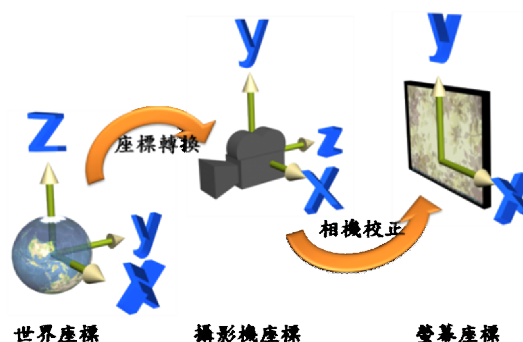


圖 6：座標轉換

3.2 3D 虛擬物體的顯示

3.2.1 攝影機校正(camera calibration)

利用攝影機取得影像後我們必須經過分析，再重建出三維世界裡的資訊。但是攝影機的鏡頭並非是相當完美的球面，而且如果儀器本身的準確度不足跟外面環境的干擾，就無法

呈現理想的光學投影現象，這時就會產生失真的情況，然而，當取得的影像貼近實際狀況，亦即失真度越低，我們才能確保所得資訊的可信度所以，攝影機校正便成了改善誤差的重要方法，可以說，相機校正是所有機器視覺工作的必備前期處理動作。

3.2.2 座標轉換

在座標上因為我們座標系統各定義並不相同，因此我們必須先決定要將座標轉成那個座標系統，也以這座標系統為主，將輸入的影像全部轉換成此系統。

如果座標轉換不正確時，卡片座標上的每個點，轉換到螢幕座標後，會有相當大的出入，也就影響到融入性的問題。

$$\begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_C \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & T_1 \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & T_2 \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & T_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} R_{3 \times 3} & T_{3 \times 1} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix} = T_{CM} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix}$$

$X_C Y_C Z_C$ ：相機座標

$X_M Y_M Z_M$ ：世界座標(卡片座標)

$R_{3 \times 3}$ ：旋轉

$T_{3 \times 1}$ ：平移

T_{CM} ：轉置矩陣

$R_{3 \times 3}$ 是在世界座標針對 x y z 分別與攝影機座標的 x y z 進行比對，需旋轉的度數進行計算，經過旋轉座標系就會變成攝影機座標系， $T_{3 \times 1}$ 則是將世界座標的原點與攝影機座標系的原點，移動成在同一個地方。

本論文，目的座標系，設為相機座標，所以需將世界座標進行轉換，以圖 6 所示可以看出，整個座標系必須經過旋轉上平移的轉置矩陣才能夠轉後到攝影機座標系，而這時還是為 3 維座標系，我們必須轉換成 2 維平面的座標系，才是我們最終的座標系，相機座標系。

$$\begin{bmatrix} hX_I \\ hY_I \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} sf_x & 0 & x_c & 0 \\ 0 & sf_y & y_c & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_C \\ 1 \end{bmatrix} = C \begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_C \\ 1 \end{bmatrix}$$

C : Camera Parameter

h: 卡片上與相機平面上之間的倍率

利用校正可以得到攝影機的內外部參數，再將得到的參數經過處理，可以更接近世界座標的位置。

3.2.3 服裝數位模型

每個標記物卡片對應 3D 虛擬物體，所以必須將此各個不同的英文單字建立 3D 數位模型(圖 7)。

本研究，為了讓兒童在學習時更為有趣，所以我們使用 3D 的物體，並非平面，讓兒童對此系統更加的感到新奇，而運用的 3D 虛擬物體，則是以六角大王跟 3Ds Max 繪圖軟體來繪製成而的。



圖 7：3D 模組

4. 介面

本論文設計，2 種學習的方式一種為看英文單字來選擇正確的卡片(如圖 9(8))，只要按下左上方的圖片，就會開始有英文單字出現，可由這單字來選擇卡片來學習此單字跟圖片是否相同，而另一種則是利用聲音來學習(如圖 8(b))，只要按下左上方耳朵的圖片，這時就會發出英文發音，讓使用者經過聆聽來訓練，聽力在選擇正確的圖片來學習。

此介面，還設計了提示的按鈕，讓使用者真的遇到學習上的困難時，可以透過這機制來給使用者小提示，看英文單字(如圖 8(a))，提

示為英文發音，而聲音來學習(如圖 8(b))，其提示則是英文拼音。

增加了得分的機制，讓使用者可以挑戰更高的分數，按一次提示會扣分一次或翻錯卡片也會進行扣分，如果翻對卡片就會得到分數。



圖 8：學習介面

系統的英文出題的單字都不同，所以我們設計只有翻到正確卡片的時候才會出現那個單字的 3D 虛擬物體，若翻到錯的卡片所出現的則是一個問號。(如圖 9)

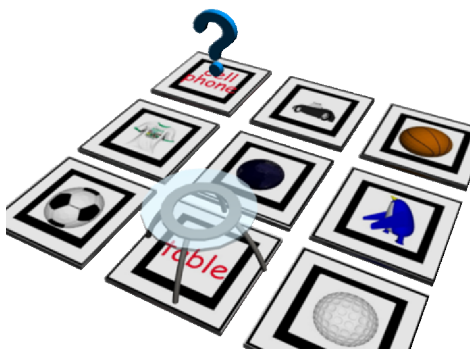


圖 9：執行

目前此學習系統，一開始就會讓使用者去選擇(如圖 10)，想要學習的方式(看或聽)，皆下來就根據不同的學習方式去學習，目前這 2 種學習方式所設計的題目都是一樣的，只設計了 9 個英文單字。

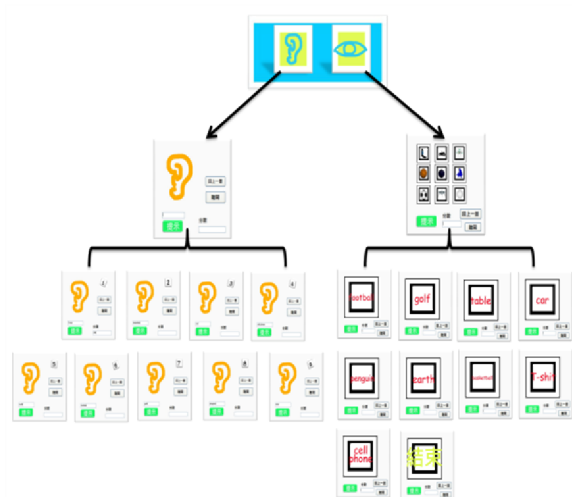


圖 10：2 種不同學習架構

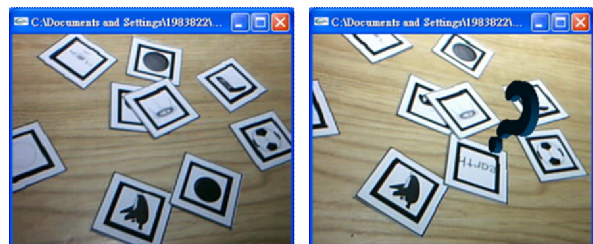
5.執行畫面

因為這是立體化的物體，因此我們能夠觀看各個角度(如圖 11)，讓兒童感到新奇有趣，就能持續的使用這系統，在不知不覺中的學習到英文。



圖 11：視訊跟圖卡之間不同的相對角度，3D 虛擬物體也就以不同的方位呈現

一開始由系統出題目，再由使用者經從多個卡片中(如圖 12(a)左)翻面的動作，就能知道妳所翻的卡片是否正確，如果與題目不符合則會出現問號(如圖 12(a)右)，若正確的話就會出現题目的圖案(如圖 12(b))。



(a)



圖 12：執行畫面

6. 結論

本論文在兒童詞彙學習教育中，使用擴充實境的技術，將虛擬物件與景象，同時重疊在真實的世界中，以產生身歷其境的感覺。能夠將原本單調枯燥的英語學習，經由此技術以立體圖像呈現於現實世界景象裡，因而產生學習英文興趣。

本論文設計的學習系統，利用卡片上的文字，讓使用者去選取正確的卡片，來達成中英文的學習，並讓使用者能由圖像聯想到文字，讓學習更加有趣，當然為了要更能吸引兒童的目光跟產生興趣，因此使用鮮豔生動的圖案來達到這個目的。我們提供了2種學習的方式：看、聽。以這2種方式來學習英文，並且提供了提示讓兒童在學習的過程中，能夠給他一個提示的機會，這系統加入了分數的機制，當選出正確的圖卡時會增加分數，但若點選提示時則會扣分，以遊戲的方式，讓兒童引起更大興趣去挑戰更高的分數。以互動娛樂效果，在潛意識直接地聯想到這物體的中英文是什麼而樂於學習，讓兒童可以在遊戲中獲得學習的效果。

7. 參考文獻

- [1] 余國華，”虛擬物品置入真實場景影像序列的擴充實境技術”，*國立交通大學資訊工程研究所碩士論文*，1999。
- [2] 何霖譯 原著(Mark Pesce)，*VRML應用與架構*，博碩顧問有限公司，1996。
- [3] Abawi, D.F, Bienwald, J. Dörner, R., “Accuracy in Optical Tracking with Fiducial Markers: An Accuracy Function for ARToolKit,” *Third IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality Arlington*, 2004.
- [4] Azuma, R. T. , “A Survey of Augmented Reality,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6, 4, pp. 355-385, 1997.
- [5] Baba, M. , Asada, N. , Oda, A. and Migita, T. , ”A thin lens based camera model for depth estimation from blur and translation by zooming,” *In Proc. Vision Interface*, pp. 274–281, 2002.
- [6] Burdea G., and Coiffect P., “Virtual reality technology,” *John Wiley & Sons*, 1994.
- [7] Burdea, G., “Virtual Reality Systems and Applications,” *Electro’93 International Conference*, Short Course, Edison, NJ, pp.164, April 28, 1993.
- [8] Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F., “Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum,” *SPIE Vol. 2351, Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 1994.
- [9] <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>