

簡介虛擬實境在科學教育上的應用

唐文華

國立新竹師範學院數理教育學系

摘要：虛擬實境是一種可創造出與使用者互動式環境來模擬我們真實世界的技術，在這個環境裡，我們可以透過特殊電腦週邊設備（如頭戴顯示器和三度空間滑鼠）看到、聽到、甚至接觸到彷彿與真實世界裡一模一樣的景物，也可以與虛擬環境中的物件進行互動式的活動。虛擬實境在許多方面的應用受到大家的重視，其主要原因是一個虛擬而逼真的環境可以達到近乎真實的效果，却又可以免除身處真實環境的危險性和成本上的消耗。本文主要目的，在於介紹虛擬實境系統的建立方法，以及這項技術應用在科學教育上的範圍。

關鍵詞：虛擬實境、頭戴顯示器、三度空間滑鼠、立體像對。

壹、前言

近幾年來，虛擬實境（Virtual Reality）在科學、工程、國防、教育及娛樂等各方面的應用受到大家的重視，其主要原因是一個虛擬而逼真的環境可以達到近乎真實的效果，却又可以免除身處真實環境的危險性和成本的消耗。目前歐、美國家對於虛擬實境的發展與應用已經相當普遍，其範圍從飛行員的訓練、室內裝潢模擬到以虛擬實境為主題的電玩遊戲和科幻電影等，而一些大型的科學博物館也都設有虛擬實境展覽館以供民衆參觀。由於我國在這方面起步較晚，又因虛擬實境本身結合了多項現代化電腦技術與設備，故價錢甚為昂貴，國人除了在特定的展示會場，就很少有機會接觸到這方面的系統，因此較難體會到真正進入虛擬世界的那種感受。

其實並非所有虛擬實境都必須透過電腦動畫才能實現，早期的立體電影可說是現代化虛擬實境的前身，若是再配合上立體音效與油壓式機械系統的座位（如迪斯耐樂園中的星際之旅），往往能使觀賞者產生身歷其境的效果。由於預錄的立體電影受限於當初攝影機拍攝的路線和角度，因此無法隨觀賞者本身的意識和動作產生互動的效果。隨著電腦繪圖技術（Computer Graphics）的進步和一些特殊週邊設備如頭戴顯示器（Head-Mounted Display）與三度空間滑鼠（3-D Mouse）的問世（如圖一），使用者可以在電腦的虛擬環境中看到、聽到、甚至接觸到彷彿與真實世界裡一模一樣的影像，也可以與虛擬的物件進行互動式的活動。而電腦所創造的虛擬實境可以隨著使用者的移動、轉動或是按鈕而產生立即的相對變化。虛擬實境本身由於具有許多優良特性，

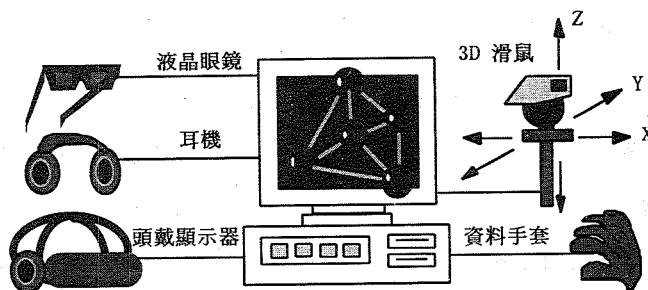
如高互動性、具真實感、可模擬各種狀況、可反覆練習、不具危險性和低成本消耗，因此非常適合應用在教育訓練上。

貳、虛擬實境系統介紹

一般虛擬實境系統的建立包括硬體、軟體和資料庫三個部份。硬體方面（如圖二）除了電腦的基本配備之外，還需要能夠提供立體視覺與音效的設備，如頭戴顯示器、液晶（Liquid Crystal, LC）眼鏡、立體耳機，以及提供輸入訊息的設備，如三度空間滑鼠或資料手套（Data Gloves）；其他比較特殊的設備，如虛擬實境套裝上面裝置了振動器，可以模擬身體觸覺和所受到的作用力。



圖一、進入虛擬實境的世界



圖二、虛擬實境的硬體設備

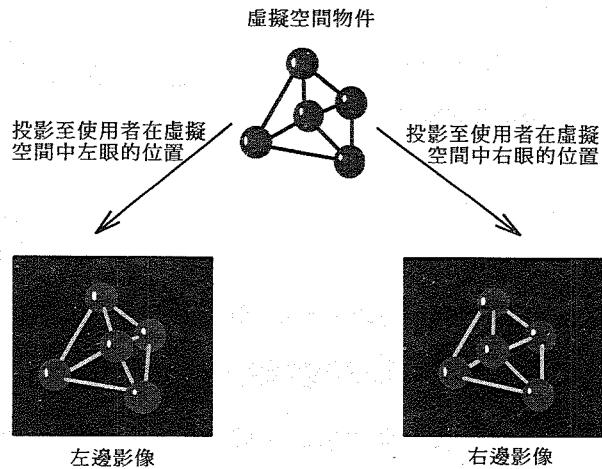
液晶眼鏡或頭戴顯示器可提供立體像對給使用者的雙眼以模擬人類的立體視覺效果。液晶眼鏡的原理是藉著鏡片上液晶閘門（LC Shuttles）來控制左、右鏡片一開一閉的動作，並且配合電腦螢幕交互顯示左、右立體像對以產生立體視覺效果；因此液晶閘門的開、閉動作必須與電腦螢幕的顯示畫面同步（Chu, Tarng, Lin & Cheng, 1991），而電腦本身也必須提供同步信號給液晶眼鏡，並以低於人類視覺暫留的時間來交互顯示立體像對，而使用者只要戴上液晶眼鏡面對電腦螢幕就可看到立體的視覺效果。雖然液晶眼鏡比起早期的紅綠眼鏡或偏光眼鏡適合用來觀看電腦立體影像，但是它的主要缺點在於視覺頻寬減半（同一時間只能用一隻眼睛觀看）和互動性較差（使用者移動或旋轉的範圍有限）。隨著頭戴顯示器的問世，原本液晶眼鏡的頻寬和互動性問題都可獲得解決。頭戴顯示器本身具有兩個小型液晶顯示畫面可同時顯示左、右立體像對，而頭戴顯示器上的感應器，隨時將使用者的位置和方向變化量提供給系統，以便重新計算在虛擬

空間中與其他物件的相對距離和互動關係，另外頭戴顯示器上的耳機也可根據使用者在虛擬空間中與音源的相對距離來播放立體音效。其他設備如三度空間滑鼠或資料手套除了具有位置感應器，也提供使用者按鍵或抓取物件的功能。

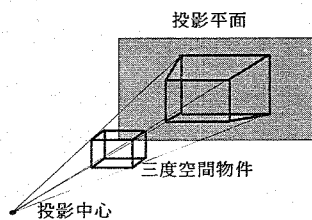
在軟體方面，主要的部分是透過位置與方向感應器的輸入訊息來計算使用者在虛擬空間的位置，以及根據使用者在虛擬空間的位置利用三度空間電腦繪圖技巧來描繪出模擬使用者左、右眼所看到的景象（如圖三）。通常虛擬空間中的物件是由數個多邊形組成而成，而多邊形的數目

隨著物件幾何結構的複雜程度而增加。產生立體像對 (Stereo Image Pair) 的步驟，包括三度空間到二度空間的透視投影 (Perspective Projection, 如圖四) (Rogers & Adams, 1990)、隱藏面去除法 (Hidden Surface Removal) 和物件表面的著色 (Rendering) (Rogers, 1985)。一般常用的著色技巧有光影描繪 (Shading, 如圖五)、光跡追蹤 (Ray Tracing, 如圖六) 和紋路張貼 (Texture, 如圖七) 等。由於虛擬實境軟體必須隨著使用者的瞬間動作完成上述的計算工作，電腦的速度必須夠快才能達到即時反應的效果。

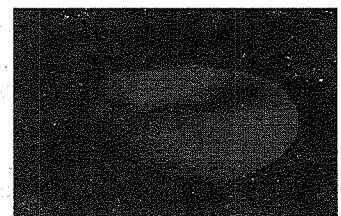
虛擬物件資料建立的方式，隨著應用範圍的不同而略有差異，但是基本上都必



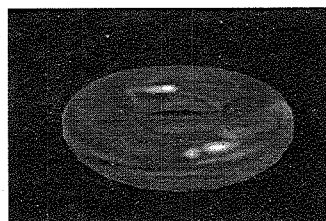
圖三、立體像對的產生



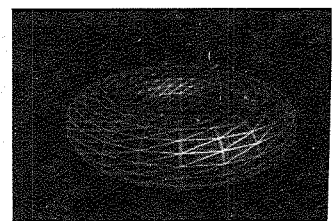
圖四、透視投影法



圖五、光影描繪法



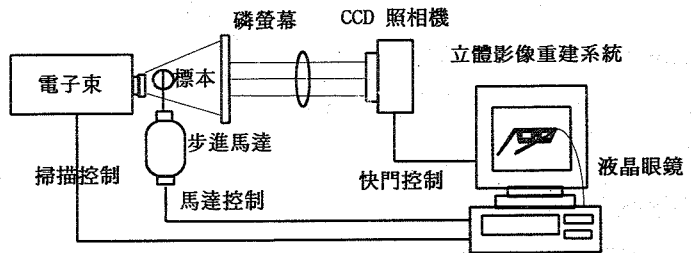
圖六、光跡追蹤法



圖七、紋路張貼法

須建立三度空間的物件資料庫以及物件與資料庫之間的鏈結。模擬的物件在虛擬空間的位置、幾何形狀和屬性（如亮度、紋路等），可因設計者指定或使用者動作而改變，而某些物件參數（如環境溫度）的改變也可能會影響其他物件的特性或行爲（如分子碰撞速度）。真實物件的立體結構和屬性，一般可透過三度空間影像系統如共軛焦點顯

微鏡（Confocal Microscopes）、X-ray 斷層掃描（X-ray CT Scanning）、雷射或超音波掃描取得（如圖



圖八、X-ray 立體影像系統

八)。通常由真實物件所取得的資料，還要經過特殊影像處理如過濾（Filtering）、資料重建（Data Reconstruction）和加深邊緣（Edge Enhancing）等步驟（Jain, 1989；Wang, Lin, Cheng & Shinozaki, 1991）以方便使用者觀察。

參、虛擬實境在科學教育上的應用

由於虛擬實境本身具有許多優良特性，因此非常適合應用在教育訓練上，像美國空軍就利用虛擬實境系統來實施飛行員的初期訓練，如此不但可以避免因技術不純熟或不適應飛行所造成的危險，而且虛擬實境系統可以模擬各種不同的天候和狀況來加強飛行員的應變能力。以生物科教學為例，我們可以進入虛擬世界隨著血液循環親身體驗一下人體之旅，或透過虛擬實境來教導學生有關動、植物細胞的構造，甚至戴上資料手套來解剖青蛙。我們相信透過虛擬實境的學習要比教科書上的文字、圖片或老師的敘述來的生動而有趣。虛擬實境在科學教育上的應用範圍很廣，例如：

1. 生物 - 生物細胞的結構與功能、DNA 的複製過程、細胞分裂過程、細菌的繁殖與控制、人類的器官與系統介紹、植物光合作用、解剖實驗模擬。
2. 物理 - 氣體分子擴散情形、物體碰撞反應、電場或磁場的分佈與改變情形、波動現象的觀察、光的反射與折射現象、電子在半導體中的運動情形、風洞實驗模擬、地心引力視覺模擬、核能發電廠應變模擬。
3. 化學 - 原子、分子或晶體的結構介紹、化學反應時顏色、酸鹼度與鍵結的變化、溫度與催化劑對化學反應的效應、氣化還原反應與冷熱效應、分子動態模擬。
4. 地球科學 - 太陽系行星介紹、地球自轉與公轉、星象觀測模擬、銀河之旅、大氣層溫度變化、地球岩石與礦物結構、自然環境與季節變化、日蝕與月蝕現象解說。

肆、結 論

虛擬實境是一項結合現代化電腦軟、硬體與多媒體的高科技產物，而其適用範圍也深入各年齡與應用階層，目前世界先進國家對於虛擬實境的發展與應用已經相當普遍，而研究結果顯示虛擬實境本身具有許多優良特性，因此非常適合應用在教育訓練上。筆者希望藉著本文的介紹來增加我國從事科學教育人員對於虛擬實境的認識與興趣，進而將這項技術應用在教學上以提昇我國科學教育的水準。

參考文獻

1. Chu, H.M., Tarng, W., Lin, T.H. and Cheng, P.C. (1991). Optimal 3D Viewing of Confocal Images. *Proceeding of SPIE 1991*, I, 37-39.
2. Jain, A.K. (1989). *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice Hall Publishing Company, Chap. 10, 439-444.
3. Rogers, D. and Adams, J. (1990). *Mathematical Elements for Computer Graphics*, Mc Graw Hill Publishing Company, Chap. 3, 187-195.
4. Rogers, D. (1985). *Procedural Elements for Computer Graphics*, Mc Graw Hill Publishing Company, Chap. 5, 309-408.
5. Wang, G., Lin, T.H., Cheng, P.C., Shinozaki, D.M. (1991). Scanning Cone-Beam Reconstruction Algorithms for X-ray microtomography. *Proceeding of SPIE 1991*.

An Introduction of Virtual Reality for the Application in Science Education

Wernhuar Tarng

Department of Mathematics and Science Education
National Hsin-Chu Teachers College
Hsin-Chu, Taiwan, R.O.C.

Abstract

Virtual reality is a new computer technology which can create interactive environments to simulate our real world. In these created environments, we can see, hear, and even react to the environmental changes through special computer I/O interfaces such as head-mounted display (HMD) and 3-D mouse to produce stereo visualization and sound effects. Virtual reality has received increasing attention in many applications because a virtual yet realistic environment can produce close-to-real effects but reduce the cost and avoid the risk of being in the real environments. The objective of this paper is to study how to build up a virtual reality system and to apply this technology in science education.

Key words: virtual reality, head-mounted display, 3-D mouse, stereo image pair.

★