

第九章

虛擬檔案館之研究

The Study of Virtual Archives

張文熙

Wen -Hsi Chang

檔案管理局檔案資訊組 高級分析師

Senior Analyst,

Archives Information Division,
National Archives Administration

邱菊梅

Jyu-Mei Chiu

檔案管理局檔案資訊組 科長

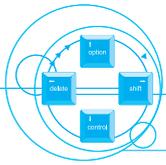
Section Chief,

Archives Information Division,
National Archives Administration

壹、前言

虛擬檔案館之內涵包括，館舍的虛擬化、館藏品的虛擬化、服務的虛擬化、使用者的虛擬化、管理者的虛擬化及應用環境的虛擬化。本文僅就虛擬實境技術對虛擬檔案館應用範圍進行探討。

虛擬實境(Virtual Reality)一詞，源於蘭尼爾(Jaron Lanier)在 1989 年所創[註 1 Beier]，克魯吉(Myron Krueger) (William Gibson)於 1970 年代提出人工實境(Artificial Reality)，吉布森(William Gibson)1984 年提出虛擬空間(Cyberspace)，1990 年代則出現虛擬世界(Virtual Worlds)及虛擬環境(Virtual Environment)等名詞。馬尼塔及布雷特(C. Manetta and R.Blade)定義“虛擬實境是一個運用開創人造世界的電腦系統，於該系統中使用者有置身於該人造世界的感覺，並且有瀏覽及操控該空間內所有物件(Objects)的能力” [註 2 Louka][註 3 Manetta & Blade]。薛曼及諸金斯定義“虛擬實境允許使用者發掘由電腦產生的世界，而該空間是根據真實存在的



事物而產生” [註 4 Louka][註 5 Sherman & Judkins]。虛擬實境並非只是立體 3D 圖檔、動畫或是多媒體資料，無論二維空間(2D、)三度空間(3D)、圖檔、動畫 (Animation)、影音多媒體、資料庫、視訊資料，都可能是模擬實境的來源資料。

貳、虛擬實境的種類

依虛擬實境顯示(Display)技術可劃分為下列各類：[註 6 Louka]

一、冒險遊戲類(Adventure Games, MUD/MOO)

以文字描述虛擬世界，使用者透過建立於文字基礎而呈現於內心裡的形象(Mental images)，進而了解虛擬的世界，宛如閱讀小說一般。

二、螢幕呈現(Desktop)

直接在電腦螢幕呈現三度空間的虛擬圖形環境。

三、投射型(Projected)

將三度空間環境投射在螢幕(Screen)上，對特定人群展示某種概念(Concepts)。如 CAVE[註 7 Beier]，可以使用數個螢幕以多重影像環繞使用者。

四、半融入式(Semi-immersive)

有一個實體的駕駛艙或艦橋操作模型，視野是由電腦所產生的畫面，大多數車、船、飛行等駕駛模擬使用之。

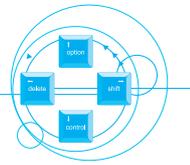
五、融入式(Immersive)

透過頭戴式顯示器(Head Mounted Display)看到完整三度空間環境。完全融入式系統，使用者感覺上是環境的一部分，但同時使用者並無法和真實世界(Physical Worlds)有任何視覺接觸。

如將虛擬實境場景呈現的方式依畫面品質可區分為三種類型。

一、幾何模型(Geometric Model)：

所謂幾何式模型是在完全沒有實際物件或場景存在，完成環境資料描述及模



擬採樣。如以 3D Studio, Max, TS4, Auto CAD 等 3D 實體模型(Solid Model)軟體建置場景物件、貼圖影像、視訊音效及互動行為均是虛構而成。由空間資料建構成的場景物件，物件可以任意旋轉沒有角度限制，也可以在虛擬空間中任意遊走、並與其他虛擬物件進行互動；所有虛擬的人或物都可以展現分解、組裝的動作。基本上，以幾何模型建構虛擬環境，其所呈現的效果、模擬逼真度以及操作互動性，均與製作時間及成本成正比。同時，檔案大小隨模擬環境及物件的複雜度成正比。如必須考慮網際網路使用的便利性，檔案的大小，可能成為必須妥協的因素。

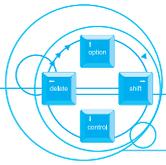
二、影像式模型(Image Model)：

影像式模型適用於物件與場景均為現存的實物，並非以重新建構立體 3D 物件模型，而是直接採用掃描現存物件影像來取代，以減少建置模型時間。此類建構是以特殊的 3D 掃描系統取得實體物件影像，用軟體處理環繞影像(Surrounding Image)，再行混入視訊及音效。此類完全以影像建構虛擬環境，僅能以 360 度的定點環繞旋轉來呈現場景，功能比較簡單，但製作快速，適合檔案館用來作館舍介紹等靜態服務。

三、混合式模型(Hybrid Model)：

混合式模型是在模型建構時同時使用 3D 以及影像物件，兼顧建構時間及互動功能，僅選取部分必須展示內部細節方能使人了解的物件建構立體物件模型，從而再建立實境與虛擬環境間的互動關係。例如虛擬實境房間是依據真實房間，即時透過攝影機模擬而成，虛擬房間允許實體房間內的成員一同出現[註 8 Ressler]，這種作法比較複雜。

美國國家標準及科技研究所資訊科技實驗室(National Institute of Standards and Technology Information Technology Laboratory)透過網際網路傳遞的立體模型，是以全球資訊網的主從式架構(Web Client/Server arrangement)為基準。終端使用者透過瀏覽器，配上附加的 3D(VRML)嵌入程式或 Java Applets 觀看。這種即時影像(Live Video)作業，是將執行影像串流(Stream)RealMedia 伺服器架設在和攝影機同

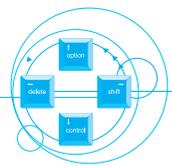


一台電腦，稱為攝影伺服器(Camera Server)，把所攝入的實體房間實況，即時切割成影像訊框(Frames)，以串流方式向網際網路送出。利用 VRML 攝影機作為回饋機制，啟用螢幕上的虛擬攝影機方式，搖控真實攝影機旋轉及拍攝的動作。這種滲雜真實環境作為虛擬環境的物件，虛擬環境也可以控制真實物件的複合環境，稱為 Blended Reality，簡稱 BR，可建置一個可以多人分享的虛擬世界(Shared Virtual World)。

參、虛擬實境相關互動(Interaction)技術

虛擬實境的構成要素是人物與場景，統稱為虛擬物件(Virtual Objects)。虛擬人物及觸發事件的反應方式，即虛擬物件之互動關係，藉以構成虛擬實境呈現結果。實境中所使用的虛擬人物，一是用完全虛建者，一是用真實世界中存在的人物影像，轉化立體的形像來表現。紅極一時虛擬主播就是典型的虛擬人物，虛擬檔案館中應可兩者並用，如專業館員的角色或館長，可以選真人影像處理，讓視覺效果更好。在檔案管理局目前所建置的虛擬檔案館系統，就同時並用這兩類的人物處理方式，在虛擬檔案館中有許多人物角色來襯托檔案館舍的功能，館長就採真人拍攝直接插入虛擬背景；兒童版則以動畫繪製人物主角模擬真人動作，來扮演參觀檔案館的顧客及檔案管理人員等。

將使用者作為實物觀察者作同步動畫 (Synchronized animation)，模擬呈現是另一種作業模式。如用影像攝影機控制視野及觀景窗，使用者可針對有興趣的地方進一步呈現，如能同步配音，則可讓訊息更生動地呈現。瑞士聯邦科技研究所所建置的虛擬鋼琴師，就允許畫面與聲音的模擬同步。動畫電影基本上也是運用這種模式，只是動畫電影並不提供使用者互動，使用者是欣賞者，而不是場景中主角。實際上，虛擬實境中劇情規劃，有許多是學自於電影，不論場景設計、場景間發生的事件，場中人物反應方式等均極為類似。由於，虛擬環境事實上並不存在，模擬作業結果甚至可以優於真實環境，進而簡化使用者對回應訊息的理解。



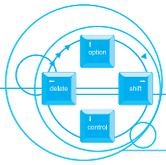
如模擬天體運行，真實世界無法於瞬間看到四季變化，卻可在數分鐘內以模擬方式完成；許多這類的自然科學題材都可以應用。檔案館中的對檔案的薰蒸消毒實際作業無法在數十秒中完成，我們在虛擬環境中就是運用這種方式來呈現處理過程。

動態網頁設計經常應用 **Flash** 作為動畫工具，使用者可以操控展示元件，但卻沒有親身處地的感覺，應用於檢索服務時，其人機互動模式著重於文句及流程、查詢語句、結果回應，兩相比較其親和性較低。而虛擬實境最大的相異處，其是從與實體互動著手規劃，如以虛擬實境作為檔案館虛擬服務的思考點，則應該要從現有檔案館實體環境功能模擬切入為佳。有關虛擬人物的模擬，則包含兩種情形：

- 一、由使用者扮演表演者在虛擬環境中進行操作。
- 二、由使用者操控表演者在虛擬環境中進行操作。
- 三、模擬某些動作的結果，如操作某些工具或樂器，並不直接介入操作者的感覺，也就是使用者並非虛擬環境中的操作者，而只是欣賞者或是旁觀者。本局的虛擬檔案館則是以檔案修補工具進行模擬操控的物件，來強化教學效果。

虛擬人物(Virtual human figures)和虛擬物件(Virtual Objects)並存於同一個三度空間的模擬環境(3D scenes)，建立互動模式(Interaction in virtual worlds)。由於人類看東西，第一眼只能看到概觀，經過長期觀察才能深入了解變化，這類情形要如何在虛擬環境中呈現，其所能表現真實環境的程度，是否足夠的可信(Believability)[註 9 Esmerado]，是很大的難題，基本上像不像有兩大點因素：

- 一、主要事件場景描繪結果，視覺可否精準地顯現。
- 二、虛擬環境中的事件，以及虛擬人物及環境所採取的回應動作是否夠自然(Naturalness)及準確(Accuracy)。

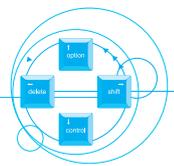


肆、虛擬實境系統建置目標

一般人經常將虛擬實境和三度空間立體動畫(3D Graphics)混淆，因兩者均提供立體視覺效果，但虛擬實境內含互動(Interactive)介面，並能讓使用者融入(Immersive)環境，透過模擬完成真實世界不易達到的學習目標，而三度空間立體動畫(3D Graphics)則完全沒有這些功能。故欲建置虛擬實境系統前應確認預期建置目的、可能成果及效益，明定虛擬實境作業功能、以規劃內容及作用範圍，有可能三度空間立體動畫就能滿足作業上的需要。

檔案館如能利用虛擬實境技術來推動科普常識教育，如認識太空漫步、太空船等，很適合運行模擬，有助於讀者釐清思慮，將使服務品質大為提昇。實務應用上，醫學解剖操作訓練也經常使用虛擬實境的方式。

內容來源及使用者是否分散，會影響目標設計及訊息接受的對象，若以擴大使用者範圍、豐富資料來源為優先考量，系統就應採分散式設計為佳。分散式虛擬實境(Distributed Virtual Reality)是指虛擬環境並不是單一電腦上執行及產生的結果，透過網際網路串連，使用者可以和別人分享虛擬世界[1 Bernie Roehl]。為了讓多人使用(Multi-users)必須增加系統相容性(Compatibility)、頻寬限制(Limited Bandwidth)及傳輸延遲(Latency)等問題之考量，且應對多人使用的空間定義出功能項目、作業區域(Zone)，針對不同作業區域設計系統協助，以對應(Map)適當的使用者群，讓虛擬環境運作順暢。利用網路廣播(Broadcast)方式群聚使用者，是一種最簡單的方式，著名的電腦遊戲毀滅戰士(DOOM)就是相當著名的範例。在分散式虛擬實境場景中，可以讓在台北、倫敦及東京的不同使用者，一同喝咖啡、聊天，進行任何型式的互動。模擬方式是建置目的一部分。可區分為平面影像變化模擬、動作模擬、人物模擬及立體實物模擬等多種方式，由模擬館舍衍生出服務功能，可以視內容性質及主題選取不同表現方式。相對於資料來源分散之分散式系統，傳統集中式來源的虛擬服務，對於資料呈現來源的更新控管比較單純，同時容易統一使用者的介面，當資料或程式可以集中管理，就管理上比較有效率，對客戶端程式更新相對方便，以檔案管理局建置虛擬檔案館，就是以集中資料來源的方

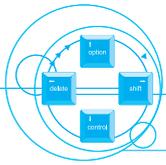


式進行虛擬檔案館的服務規劃，相對而言技術程度也比較單純。

最簡易的虛擬實境模擬是平面固定影像變化，若選取素材適當，也不失為物美價廉的方式，如月球盈虧模擬就是一個相當好的例子。史密斯(R. Schmidt)所製作的月球表面虛擬實境[註 10 Schmidt]，是由地球表面透過特殊的射線追蹤(Ray-traced)拍攝月球影像實況，模擬太陽運行產生月亮盈虧的影像。模擬追月低速跟拍的方式，取得平面影像變化，再行組成動畫，可以讓使用者在短時間內輕易了解。這種內容適合在電腦螢幕上展示，或是半融入式的實境模擬（仿天文望遠鏡看台），均相當適宜。檔案館可用來介紹檔案文件紙質脆化、黃化、劣化、蟲蛀等經過時間的變化過程，或是介紹動植物成長變化等都相當合宜。

如何讓虛擬人物更像真實人類，並且超越人類動作的極限，或是修正人類動作反應中的瑕疵，最好的方法就是追蹤記錄真人動作。虛擬巨星的角色，最好的模擬方式就是記錄某一個巨星所有動作細節，以了解其為何行為動作看起來像一個巨星，而動作基本上是物體位置在三度空間移動的描繪作業。在電腦遊戲中，模仿真實世界明星的動作，塑造虛擬明星的方式時有所聞，其中一個相當有名的例子，就是模擬前英國曼徹斯聯隊貝克漢的踢球動作，配合足球電玩的上市，在貝克漢身上每一個部分記錄肌肉及感覺的反應模式，追蹤(Tracking)每一種不同動作的細節。因為一般人都可以作出類似踢球動作，但是球速及力道等，卻有很大的差異，所以並非每一個都有能力成為職業足球明星。動作模擬(Motion Simulation)常用在娛樂應用方面，如模擬機車騎乘時肢體動作的捕捉，利用類似形狀的肢體感測裝置來擷取肢體動作定位的方式。未來檔案館中也有許多推廣活動可以動作模擬的方式來傳達，如教小朋友如何使用特殊等檔案修補工具或設備等可以採用類似的方法來模擬。

塞曼認為模擬人類社會行為的動作是一項複雜科技整合問題。模擬是為了嘗試展現某些人類社會行為的面向，建置出虛擬人物活動的空間，而虛擬人物有互動(Interact)、彼此合作(Co-operate)、及具有體認該虛擬空間及社會的能力[註 11. Thalmann]。模擬層面包含運作控制(Motion Control)、對虛擬世界及真實世界的體察力，加上高階行為(High Level Behavior)等。當使用者在虛擬實境作了某些違反常規的選擇，虛擬人物應該正確的表達。如模擬駕駛遭到虛擬警察攔檢時，超速



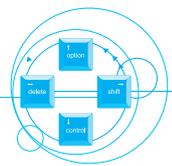
與未超速時，虛擬警察應有不同的表情。虛擬警察面對闖紅燈與超速的虛擬人物表情也有不同。由於人與環境互動情形是複雜而多變的，很難程式化(Programmed)，人類行為表現是很多不同個體分享共同環境(Common Environment)的互動結果，那麼當這個共享環境是虛擬時，在虛擬環境中應該有多工代理人(Multi-agent)系統，以處理不同人物的反應模式，正確顯示真實世界中們與環境互動的結果。虛擬人物角色具有四種組成要件：[註 12 Thalmann]

- 一、 有關智慧、動機、一般社交能力、決策制定等高階行為。
- 二、 認知能力(Perception)：在虛擬世界有虛擬的感測器(Sensors)，對真實世界也有感測器(Sensors)。
- 三、 動畫功能(Animation)：具備靈活的動作控制能力(Flexible Motion Control)。
- 四、 圖像處理(Graphics):真實表現真實世界的各個層面(Aspects)。

伍、建置虛擬實境之困難

由於真實環境複雜而多變，環境模擬往往為簡化系統建置，減少環境影響變因。在不影響主題表達的前題下，減少色度、色種、影像畫質，以縮減資料貯存空間是可以接受的。由於畫質要求越高時，頻寬需求則越大，若受限於頻寬削弱資料或背景品質，可能降低使用率。由於現今網際網路所使用 TCP/IP 協定，無法支援多媒體資料確保傳送的優先順序，必須透過應用層軟體解決，會提高軟體複雜度。檔案館虛擬實境服務應用以教育為目的，因此使用簡易且能清楚表達意涵為主要考量，潘安立迪(Veronica S. Pantelidis)[註 13 Pantelidis]認為要彰顯虛擬實境的教育性必須注意下列部分：

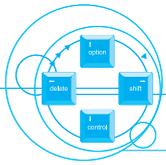
- 一、 語意(Verbal-Linguistic)：複雜思維有賴清晰的語意方能精確地表達。文字雖非虛擬實境的重點，但在真實環境之中，文字仍是深度意念主要表達工具，所以虛擬實境無法避免文字的表達，語意表達會影響系統效益，



但如何讓開發人員對未深入了解的領域，正確表達語意卻相當困難。

- 二、**數理邏輯(Logical-Mathematical)**：虛擬場景、事件及預設命題之合理性與數學思維處理 (**Mathematical Thinking Process**)，即所謂模式比對 (**Patterning**)。技術人員而言，模式定義和語言表達一樣困難。
- 三、**空間(Spatial)**性：虛擬實境內容及人物均為三度空間的思維模式，故所有訊息的呈現均需考量空間與活動的關係。
- 四、**肢體語言(Bodily-Kinesthetic)**：各類預設物件程序的進行須設計用合理動作來操控，才符合真實。
- 五、**音樂性(Musical)**：良好配樂可以增加內容活潑性，但音樂的水準不易定義。
- 六、**人際互動(Interpersonal)**：適當表達虛擬人物與使用者間操控動作之妥適性。
- 七、**人類內在協調(Intrapersonal)**：真實世界中每個人對相同事件的認識程度可能有不同的反應，換言之，並非所有事件都可定出通用反應標準，會造成某些人覺得像，某些人覺得不像。
- 八、**自然程度(Naturalist)**：依自然環境來表現虛擬環境，才能讓使用者覺得模擬結果夠像，但模擬結果看起來很自然，並非單純由技術可以掌握。

虛擬實境完整與否和觸發事件(**Trigger Events**)、場景 (**Scenes**)串接及情節 (**Scenarios**)設計周密程度有關。模擬背景及感官知覺，可套用坊間感知(**Sensor**)設備完成，但定義場景中驅動事件或物件功能，如缺乏實物運作經驗時，則難以精準預測正確的時間及位置變化，造成情節和真實行為差異很大，會使得系統親和性變低。如以滑鼠或觸控螢幕驅動(**Driven**) 事件，物件、背景呈現的大小若與實物不同，感知偵測的反應點也會不同；以融入式模擬方式，用手掌或步行位置操控左右前進等方向，與點選差異極大。虛擬環境中允許的觸發事件，可能不見容於真實世界；如電腦遊戲中允許殺人的，但真實世界不允許。當虛擬環境中吸引人處是完成真實世界做不到的事情時，反應設計需要依賴更多的想像力，那麼事件及場景的設計可能更為困難。在檔案管理局的虛擬檔案館中以九二一地震為例，石岡大壩的崩裂無



法在實地重現，用虛擬實境技術繪製大壩外型，並簡化色相等外觀，重點於描述地震震幅及崩裂過程，結合崩裂事實照片加以對比，配上音效及旁白來強化使用者對內容的理解。但是對大壩崩裂當時，周遭人物與對環境的互動模式就很難在簡化的模擬模中完整地呈現。比如人對環境劇變帶來的驚恐，水流對水中生物的擠壓程度以及各個事物反應實況等，在簡化系統中很難同時對多重角色模擬多項的驅動事件，因此可能降低模擬的真實程度。

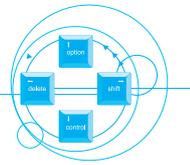
此外，感知設備必須將感知結果透過串列式傳輸埠(Serial Port)，如 RS232 傳回電腦，感知偵測器(Sensors)與主機距離受到傳輸線路媒體金屬特性的限制，必須克服干擾及雜訊(Noise)問題。由於，實體傳輸媒介距離限制，必須讓感知設備和電腦不能距離太遠，這樣的限制會直接影響空間規劃。另外，如座艙式駕駛座，或是運動空間軌跡模擬器，體積都很大，如果必須經常使用或多人共用時，設備陳列空間及電源都必須考量。如果放棄融入式虛擬實境作法，僅以桌上型電腦進行瀏覽模擬，則擬真程度受限於螢幕大小，無法感受被模擬物之外在形體，及體驗實體操控的真實感，雖然成本較低，但可能也會削弱使用意願。

陸、結論

建置虛擬服務環境目的並非取代真實環境，而是完成部分真實環境所不允許的功能，並可以重複利用。如模擬飛行時可以容許失敗，但真實世界中則不允許失敗及傷亡，加上可反覆練習，成本又比較低，自然受到業主重視。同理，建立虛擬檔案館服務選用原因不外乎：

- 一、模擬成本比建立真實環境館舍造價為低
- 二、可以提供真實環境所不能提供的服務。
- 三、真實環境服務因故不能提供時，虛擬環境得以取代其主要功能。

由於虛擬實境仿真程度與需求有密切關係，需求是否切合實際則是評估的重點。虛擬實境系統必須提供互動式、即時性(Real-Time)之操作與顯示，和動畫顯

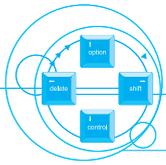


示或影片播放，本質上有很大的不同，桌上電腦型(Non-Immersive)虛擬實境、半融入型(Semi-Immersive)及融入型(Immersive)，對操作者視覺、聽覺及觸覺的感受模擬深度有很大差異，因為涉及成本，比較務實的作法是排定發展優先順序，漸進地改善模擬環境融入程度。虛擬環境建置方法、設計內涵、相關技術、週邊設備，足以概括評估建置檔案館虛擬服務所需軟硬體及預期效益。

另外，系統設置後之管理問題也會影響營運效果，也要詳加規劃。如立體眼鏡種類眾多，效果好者成本高，對於檔案館而言使用者眾多，且程度年齡不一，遺失或損壞時可能造成經費困擾，使用低價的偏光眼鏡雖然效果較差，但可以容多人在大型環境中共同欣賞，比較合於成本效益。頭戴式顯示器，則除經費問題外，長時間佩戴對人體健康及視力有影響，當取下顯示器時，人體眼睛無法立即恢復正常視力，無法開車，或吃東西時無法將食物送到口中等。另外，如電子手套有流汗等衛生問題，不適合多人使用，相關管理模式都應在建置前加以考慮。若使用者觀賞時如需外加太多設備時，不夠方便也可能成為普及阻礙。

檔案館虛擬服務若提供線上閱覽室，讓讀者在虛擬三度空間瀏覽，使得閱讀應用不受實體館舍開放時間及交通等限制；透過感官偵測設備模擬視覺、觸覺及聽覺，除了可以避免珍貴文書檔案原件不會遭致惡意或意外之破壞，也讓使用者維持真實擁有的滿足感。又，檔案館經常結合公共展示之功能，虛擬展示場更換展示資料比較容易，不需重新佈置場地，沒有檔期問題，如能結合數位內容管理功能，可以即時更改展覽內容，節省許多行政協調人力，甚至可藉由線上展示成效，反向預估如果進行實體展示之成效，藉此增加活動宣傳的成效。

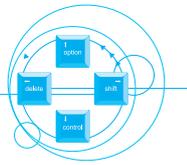
由於虛擬實境模擬強調感官直接感受，可藉以改善傳統檔案管理人員教育訓練方式，目前似乎很少有人思考檔案館公共服務相關活動與虛擬實境應用結合的可能性，筆者以為應有值得發展的空間。由於建立虛擬實境必須整合多重資源，複雜度很高，內容製作不易，如能朝向虛擬實境作業平台的機制發展，由檔案館管理人員設計不同事件呈現方式，嚴謹分析相關資料後再行重組因果流程，成功機率才會提高。未來檔案館員應加強事件流程分析能力訓練，方可能發展出功能完整且說服人心的虛擬實境系統。虛擬實境並非嶄新的技術，但應用於檔案館服



務功能則仍在學步階段，如能以此技術補足現實世界的不足，即使是虛擬的也可以充滿真實的生命力，讓數位內容更吸引人，那麼就相當值得我輩努力去發展。

註釋：

- 註 1. K.P. Beier, Virtual Reality: A Short Introduction, University of Michigan, Virtual Reality Laboratory at the College of Engineering,p I
<http://www-vrl.umich.edu/intro>
- 註 2. Michael Louka, “What is Virtual Reality?”, Nov 1996.
<http://www.ia.hiof.no/~michaell/home/vr/vrhi98/whatisvr/What1.html>
- 註 3. C. Manna and R.Blade in “Glossary of Virtual Reality Terminology” in the International Journal of Virtual Reality, Vol.1 Nr.2 1995
- 註 4. 同註 2
- 註 5. B. Sherman and P. Judkins (1992) "Glimpses of Heaven, Visions of Hell: Virtual Reality and its implications" (Hodder and Stoughton: London).
- 註 6. Michael Louka, “What is Virtual Reality?”, Oct 1997
<http://www.ia.hiof.no/~michaell/home/vr/vrhi98/whatisvr/What8.html>
- 註 7. K.P. Beier, “Virtual Reality: A Short Introduction”.
<http://www-vrl.umich.edu/intro>, p1, Jan 2003美國伊利諾大學所發 CAVE(Cave Automatic Virtual Environment)是利用投射立體影像(Stereo Images)在立方體的房間的牆面及地板，允許戴數位立體眼鏡(Stereo Glasses)的使用者自由進出該房間(The CAVE)，於天花板上懸吊的追蹤系統，可以依據主要的觀賞者調整立體影像投射位置。國內工研院光電所虛擬實境應用課也有類似的作業環境稱為 IMVS(Immersive Multiuser Visualization System)。
- 註 8. Sandy Ressler, Brian Antonishek, Qiming Wang, Afzal Godil, Keith Stouffer,
[When Worlds Collide - Interactions between the Virtual and the Real](#)



Proceedings on 15th Twente Workshop on Language Technology; Interactions in Virtual Worlds, Enschede, The Netherlands, May 19-21,1999.<http://ovrt.nist.gov/twlt15/collidea4.htm>

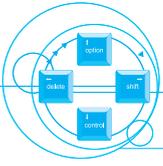
註 9. J.Esmerado, F.Vexo, D.Thalmann, Interaction in Virtual Worlds: Application to MusicPerformers,http://ligwww.epfl.ch/Publications/pdf/Esmerado_Vexo_CGI02.pdf

註 10. R. Schmidt , <http://tycho.usno.navy.mil/vphase.htmml>

註 11. William R. Sherman ,”Virtual environments: Tools to remotely develop virtual environments”, 1994
http://www.ncsa.uiuc.edu/VR/VR_old/vr_dis_papers.html#virtual_devices_abs

註 12. Daniel Thalmann, “Simulating a Human Society: The Challenges
http://ligwww.epfl.ch/Publications/pdf/Thalmann_CGI_02.pdf, p1-2

註 13. Veronica S. Pantelidis, Ph. D., “Virtual Reality in Education and Howard Gardner’s Theroy of Multiple Intelligences, p1-2
<http://www.coe.ecu.edu/vr/gardner.htm>.



檔案資訊資源管理
