

## 第二章 文獻回顧

在有關駕駛模擬器虛擬實境場景開發的文獻及應用範例上，可分成三個類型：模擬器技術、相關網站、相關論文。在 2.1 節中，對模擬器技術作一詳細說明，表 2-1 為國外駕駛模擬器規格列表。此外，相關網站中有許多關於虛擬場景之設計理念亦有助於場景之開發，我們將在 2.2 節中介紹。而在相關論文方面，由於專論駕駛模擬器虛擬實境場景建置的論文較少，故將有關駕駛模擬器相關論文中，其建構虛擬實景場景部份，摘要在 2.3 節。此外，多頻道視覺系統及具備網路功能的多人虛擬實境技術的相關研究則分別列於 2.4 節及 2.5 節。

### 2.1 駕駛模擬系統

#### 2.1.1 愛荷華 (IOWA) 大學駕駛模擬器[1-3]

1992 年即已開始從事駕駛模擬器的研究，此模擬系統 IDS (Iowa Driving Simulator) 被設置在一個 1600 英呎見方與二層樓高的空間中，實體照片如圖 2-1。其使用之影像產生器由 Evans 及 Sutherland 所製造的 ESIG-2000，原本系統的設計是針對飛行模擬器，故其畫面的產生能達到 60 張/秒的複雜圖像，視覺圖視水平範圍可達 190 度，而垂直方向可達 60 度，視覺影像最高可達 1.8M 個像素，使其具有高品質之畫面效果，另外其產生即時動作的控制電腦為具有 8 顆處理器晶片之 Harris PowerPC。而運動平台為一具有六個自由度的油壓運動系統，具備有 60 英吋的衝程，用以模擬汽車行進間之動作狀態，此模擬器的運動最高頻率可達到 8Hz 以及具有超過 10G 的加速度。

表 2-1 國外駕駛模擬器規格列表

駕駛模擬器名稱或研發單位	電腦系統	投影設備	頻道	前方視角		後方視角		平台種類	備註
				水平	垂直	水平	垂直		
Iowa Driving Simulator	ESIG-2000	投影機	4	190	40	60	40	運動平台	
福特汽車公司駕駛模擬器	ESIG-2000	投影機		150	37			固定平台	
通用汽車第四代駕駛模擬器	SGI ONYX	投影機		160	60				
DRI 駕駛模擬器	SGI 4D/240 VGX	投影機		180	35			運動平台	
瑞典 VTI 駕駛模擬系統		投影機	3	120	30				
Autosim AS	PC & SGI 工作站	投影機	3	180					
英國里茲大學	SGI ONYX RE2	投影機		120		50			

FAROS 駕駛模擬器		電視銀幕	3	120				固定平台	播放影片不是 VR
FAAC 駕駛模擬器		投影機		180					
U. of Groningen	SIG ONYX RE2	投影機		165	45			運動平台	





圖 2-1 愛荷華（IOWA）大學駕駛模擬器實體

IDS 模擬系統主要被運用在四個研究方向：

- 車輛安全與設計
- 駕駛者駕駛行為與評估
- 智慧型車輛道路運輸系統
- 虛擬原形

IOWA 大學在此方面的傑出研究，已被美國選為國家級先進駕駛模擬器的開發單位，為世界最先進的駕駛模擬器之一。其系統發展六個自由度的車輛模擬器可做即時互動駕駛模擬，並已應用於多輪車輛、Saturn 及福特 Taurus。該模擬器之發展並獲得美國國家道路運輸安全局(National Highway and Transportation Safety Administration)[4]支援。

### 2.1.2 福特汽車公司駕駛模擬器[5]

福特汽車公司駕駛模擬器所使用的影像產生器為 Evans 及 Sutherland 所製造的 ESIG 2000。在資料匯整與即時處理上使用的為 Harris HN802 Nighthawk，SGI 的 Crimson 掌控駕駛者介面及音效。主電腦與視覺影像產生器的資料傳輸使用網路。在影像投射上提供了 150 度水平視野及 37 度垂直視野。福特駕駛模擬器由實際車體切割而成，為固定基座的駕駛模擬器。

### 2.1.3 通用汽車第四代駕駛模擬器[6]

1985 年通用公司(GM)開始發展第四代駕駛模擬器，該系統包括駕駛艙、轉向感覺、車輛動力學、視覺、聲音、顯示器、運動平台及操作面板等次系統。在視覺影像上使用 SGI ONYX 為視覺影像產生器，以 VAX4500 為主電腦處理車輛動力學，即時操作採同步模式，資料溝通協定則為點對點。並以 VTI 駕駛模擬器數學模型計算運動方程式及動態反應，在車輛運動模型上包括了縱向 (Longitudinal)、翻滾(Roll)、顛簸(Pitch)及偏航(Yaw)四種運動模式。

在影像投射方面，採用 BARCO 1200 的投影機，在固定平台階

段其視角範圍擬提供 160 度水平視野及 60 度垂直視野，但在具運動平台時其視角範圍為 140 度水平視野及 40 度垂直視野。駕駛模擬器座艙由整個車體做成，其平台有固定及小型六軸平台兩種，六軸平台亦具有縱向 $\pm 180\text{mm}$  位移能力。方向盤搭配使用力矩馬達以產生力量回饋，而在踏板的設計上則是使用修改過後的節流閥及力量減速器組合而成。

#### 2.1.4 賓士汽車駕駛模擬系統[7]

賓士公司 1980 年提出駕駛模擬系統的概念，1981 年開始設計發展和建造駕駛模擬系統，於 1983 年完成，並於 1984 年 10 月開始真正進行測試實驗。整個系統位於高 12 公尺的建築物內，為一重達 18 公噸的圓球形結構，佔地面積為  $15 \times 22$  平方公尺。此駕駛模擬系統所具備之虛擬實境視覺子系統是由六個投影器以及三台 SGI 繪圖工作站所組成，可在同一張虛擬場景影像上同時顯示多達 252 個物件，而其中有 24 個物件並具有同時移動的能力。六個投影器其中的五具是用來產生 180 度的場景投影，第六具投影機則是用來處理駕駛者背後的視野描繪，如圖 2-2。



圖 2-2 賓士汽車駕駛模擬系統

此系統的主要目的在於研究車輛的動態行為，提供即時性的計算功能和影像模擬系統，顯示出可藉著以動作為基礎之能力來達成某些改善，並再生出一些駕駛極限或緊急狀況發生時所產生的不自然的瞬間現象。就目前的發展狀況而言，賓士汽車公司已創造出一極為精密的模擬系統，此系統並搭載了新式的液壓缸，具備有 5.6 米的衝程。賓士汽車公司還計畫要擴增橫向移動的功能，俾能更精確的模擬駕駛實況。

#### 2.1.5 DRI ( Dynamic Research Inc. ) 駕駛模擬器[8]

DRI 駕駛模擬器處理平台包括 SGI 的 4D/240 VGX 為視覺影像產



生器。在影像的投射上，採用 Electroomes ECP 投影機，其提供 180 度水平視野及 35 度垂直視野。DRI 駕駛模擬器基座為六軸運動平台。DRI 駕駛模擬器由實際車體切割而成，其方向盤負載採用 McFadden195a 電子機構，如圖 2-3。

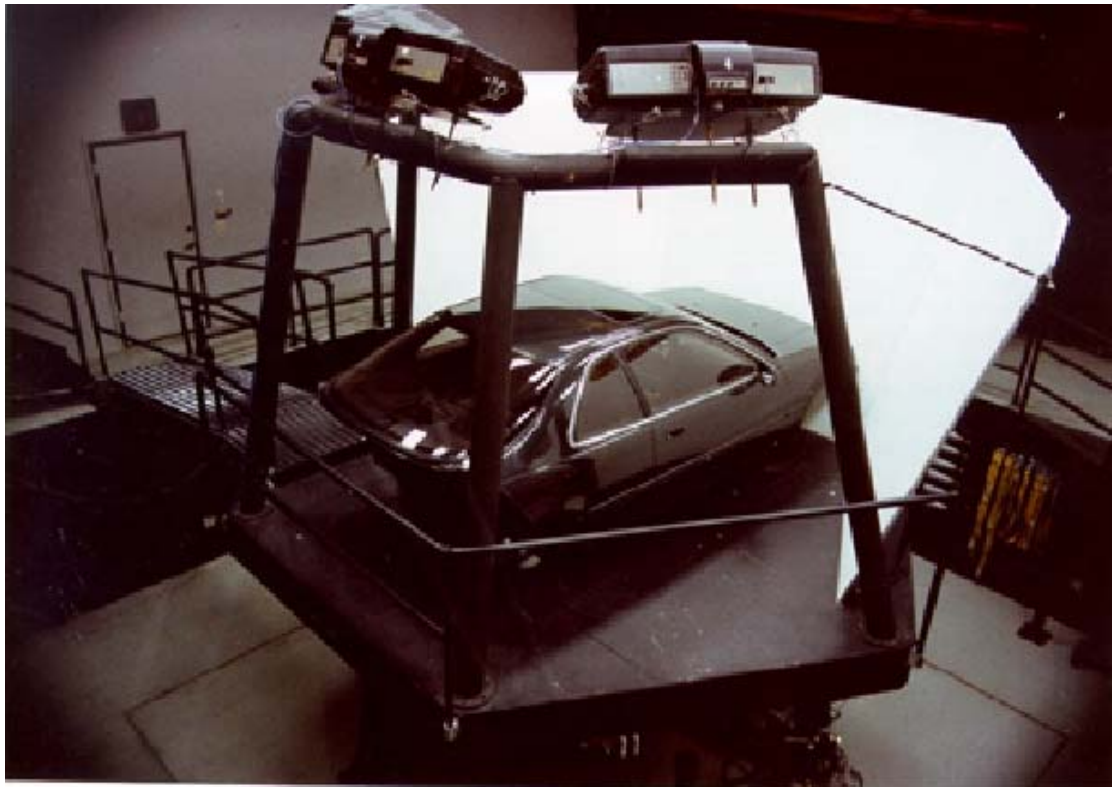


圖 2-3 DRI 駕駛模擬系統

#### 2.1.6 馬自達汽車駕駛模擬系統[9]

該模擬系統全彩的道路影像乃是由電腦圖像系統所產生，並投射到駕駛者前方的螢幕上，駕車時的聲音則是利用語音數位處理的技巧，從選定的一部樣本車去加以錄製產生。

#### 2.1.7 瑞典 VTI 駕駛模擬系統[10]

圖像系統包含數個車道，簡單的道路標誌與障礙物等，再加上路面標線及類似真實路面的粒狀道路鋪面。視覺模擬系統則限制在 120° 的水平範圍內，它是由一組三個頻道的投射器所產生。駕駛室是由一個實體車輛改裝而成。

#### 2.1.8 華航與長榮公司的飛行模擬系統[11]

中華及長榮兩航空公司均斥資購置飛行模擬系統(B-747-400)。該系統具有六個自由度的運動平台，以配合模擬飛機動作，將影像產生系統的虛擬影像，投射至駕駛者的前方以供模擬操作。此飛行模擬系統因模擬器功能固定，故僅能訓練波音 747 系列機種之飛行員。

#### 2.1.9 中山科學研究院之飛行模擬系統[11]

中山科學研究院的雙球型飛行模擬系統，其設計目的則是作為戰機研發的主要發展工具，又可配合其訓練需求，提供空軍飛行員 360° 度視覺環境以模擬飛行訓練及戰術發展與評估之用。此二種飛行模擬系統均僅強調在整個飛行實況的視覺影像部份，而對於動作方面的模擬則尚未有進一步的發展。

#### 2.1.10 桃園中原駕駛訓練班的駕駛模擬系統[11]

中原駕訓班的駕駛模擬系統是以一部裕隆速利車身的駕駛座為主體，將油門、離合器、煞車及排檔數的操作情況顯示於前方之操作

面板上，再配合由道路上實地拍攝的錄影帶放映，由監察員在旁檢視初學者之操作狀況，以評估初學者是否可配合所放映之錄影帶來操控車輛。

#### 2.1.11 公路局北訓中心的駕駛模擬系統[11]

公路局北訓中心的模擬駕駛系統是交通部於民國 73 年 7 月向美國 Doron 公司所採購而撥交之設備。它包括一台控制主機、20 台駕駛模擬座、20 台模擬座共同使用的螢幕播放畫面，配合 13 種由國語發音之道路狀況影片所組成之系統。其製作之影片並非自駕駛者的視覺角度為依據，故較不具真實性。

#### 2.1.12 國立中央大學機械工程研究所之駕駛模擬器

國立中央大學機械工程研究所現有之駕駛模擬器，包含一組六軸氣壓運動平台並採用 PC 架構 Windows 作業系統，場景以 VRML 語言撰寫，但是其視覺系統僅為前方直接投影方式，並未把是否符合人類視角比例、側面影像的分鏡、以及虛擬實境畫面的逼真性等較為深入的課題納入考慮。

## 2.2 相關網站

### 2.2.1 <http://www.drivr.com>[12]

為 Imago Systems 公司所設立之網站，如圖 2-4，主要乃介紹其所開發的 driVR 系統，此系統主要目的為訓練駕駛者之駕駛技巧，系

統使用模擬和虛擬實境技術來產生互動式的駕駛情境，以針對不同使用者所欲訓練之不同的駕駛技巧來做場景的安排，系統主要之特色如下：

1. Data Viewer：資料檢視器，可將使用者駕駛表現的數據以圖表的方式列出。
2. Playback Viewer：重播檢視器，可以使用不同的視角來觀看駕駛者前一次使用之駕駛情形。
3. Route Builder：路線建構器，可讓使用者選擇出自己所需的路線如高速公路路線或城市路線，並可依所選擇之路線，設定特殊的駕駛情境，如過交叉路口或合併車道等。
4. World Environment Selector：世界環境選擇器，可讓使用者選擇虛擬世界的環境，在氣候方面，可分下雨、下雪、起霧。路面方面，可分為乾燥路面、濕滑路面跟結冰路面。時間方面，可分清晨、白天、黃昏及晚上。



圖 2-4 driVR 網站

### 2.2.2 <http://www.autosim.no>[13]

為 AutoSim AS 公司所設立之網站，如圖 2-5，主要乃介紹其公司所發展的汽車及卡車的駕駛模擬器，而卡車駕駛模擬器為該公司最成熟的系統，該系統在虛擬場景方面有一 Visual Database，該資料庫包含了各種交通狀況，並為各種駕駛技巧，如倒車、上坡起步等設計適合的場景，並針對不同地區，如高山或平地地區建置相對應之場景，在不同地區會出現該地區所特有之景觀，如在高山地區會出現冬天之景色並有蜿蜒之山路等，以提供駕駛者不同之駕駛環境。



圖 2-5 AutoSim 網站

### 2.2.3 <http://www.ultracoach.com>[14]

為一發展虛擬運動健身系統之廠商所設立之網站，如圖 2-6，該系統將真實之運動器材連接電腦，電腦從運動器材擷取訊號並處理後，反應在虛擬場景中的虛擬人物，即使用者在使用運動器材的同時，虛擬場景中的人物亦會隨著運動。在場景方面，依運動器材之不同，設計不同之適合該運動器材特性的專屬場景，如划船機之場景為虛擬人物坐在船上划動雙槳在河流中移動。此外除了單機的使用，亦可利用網路做多人的競速比賽，讓使用者在使用健身器材時，不致因枯燥乏味而影響其使用意願。



圖 2-6 UltraCoach 網站

## 2.3 其他有關駕駛模擬系統之應用研究

林松柏[15]於民國 86 年所發表之以「汽車駕駛模擬器研究」為題之碩士論文中，模擬汽車駕駛考照訓練場之情境，使用 WorldUp 虛擬實境編輯軟體，針對不同之考試項目，如上坡起步、倒車入庫、路邊停車、直線加速、S 型彎路等，建立不同的虛擬實境場景，模擬真實的考照情形。

郭信義[16]於民國 88 年所發表之以「利用汽車駕駛模擬系統從事駕車行為研究中有關道路環境之驗證分析」為題之碩士論文中，採用

SuperScape5.0 虛擬實境軟體工具來構建虛擬道路場景，其虛擬道路乃遴選市區幹道中，某一路段來進行道路幾何線型之構建與道路周圍景觀重現，其道路建構方式採用模組化的建構方式，以提昇作業效率與提昇整體執行效率，而在模擬車流方面，使用建立車輛運行座標之資料庫和車輛內建運動方程式兩種方式來達到模擬車流之效果。

張劭卿[17]於民國 88 年所發表之以「固定基底型小汽車駕駛模擬系統開發之驗證研究」為題之博士論文中，探討到最佳的模擬實驗環境參數之設定方式，其研究方法為依照現場實驗行車狀況，製作與現場實驗相同之完整模擬實驗情境，並對「有無路面貼圖」、「模擬車輛數多寡」、「加速率靈敏度」與「完整場景」等四種不同模擬實驗內容進行場景設計，其次藉由測試實驗者反覆進行模擬實驗，分析駕駛者對於駕駛模擬系統之學習適應狀況，以了解進行模擬實驗前之必要訓練期間，同時比較測試實驗者在有無道路鋪面紋路貼圖之場景，以確認其對於模擬實驗之必要性。此外，比較如將場景中虛擬車輛減少與使用較簡陋之場景情況下，對於增加模擬系統顯示績效之可行性。此外，有鑑於電腦螢幕大小無法提供真實之駕駛視覺環境，故使用單槍投影的方式，然而，因物體大小會隨單槍投射器放大倍率、與螢幕距離、虛擬實境構建工具與實際單位之換算當量等因素而改變，故設計一「距離 - 視覺影像大小」之校正程序、藉由調整上述三項因素，以提供駕駛者一個符合實際視覺大小的模擬實驗場景。

羅俊煌[18]於民國 89 年以「應用汽車駕駛模擬系統從事易肇事地點之交通工程改善方案評估研究」為題之碩士論文中，採用 VRML97 配合具有 3D 繪圖功能的專業繪圖軟體 AutoCAD2000 及虛擬實境軟體 VR Creator2.0 及 CosmoWorld2.0 來構建虛擬場景的物件模組，在



碰撞偵測方面，由於考量其虛擬場景之物件使用數量十分龐大，考慮程式執行績效以及碰撞範圍之精確性起見，故只選取交通肇事最頻繁之路段區域，即其場景中，左右彎道路段之地域進行碰撞範圍設定。

吳毓凱[19]於民國 89 年以「線上駕駛訓練班之研究」為題之碩士論文中，承續林松柏之研究，將原本以 WorldUp 建構的教練場模型轉換成 VRML 語法，再利用 CosmoWorlds 調整因轉檔時發生位置錯誤之教練場模型。

人、車輛和道路是交通工程中的三大基本要素，而人是道路的使用者，車輛駕駛人根據道路的外在情境接受刺激，並加以研判並採取行動。對駕駛人而言，視覺是其在接受外界訊息時使用最多的一種感覺，尤其在交通運輸安全上，視覺更是與外界環境關係最密切的感覺，因而在行車過程中，視覺的刺激引發人、車輛和道路彼此間的互動，進而影響車流順暢及安全程度。所以適當的道路工程設施之佈設，能幫助駕駛人做出正確的駕駛反應並避免違規和肇事。

道路的標誌標線主要是用來提供駕駛人有關目的地及路況的資訊，其本身的設計是否良好，對於其所提供資訊的易識性和行車安全均會有相當的影響[20-21]。一般而言，駕駛人對道路標線標誌刺激的視覺能力包括閱讀駕駛艙內儀表板或確認十字路口交通號誌的視覺敏銳度，對警告性標誌較一般性標誌的反應時間快，而對圖形標誌又較對文字性標誌的反應時間快[22-23]，然而不同工作情境對駕駛人標誌辨識的能力更有決定性的影響，當車速加快時，駕駛員蒐集資訊、判斷、及操作的時間會相對縮短，使其視覺負載增加影響行車安全。因此如何去了解道路標誌標線對車速的影響，以及車速對駕駛人的影

響，是一個值得探討的問題。

有關駕駛行為評估的研究方法有實驗室模擬、抽樣追蹤調查，及道路實驗，但由於抽樣追蹤調查牽涉到大規模的樣本，長時間的追蹤紀錄，以及受試樣本的配合意願而不容易執行，道路實驗又具有危險性，所以利用駕駛模擬器，配合不同虛擬實境場景的設計，包括在直線道路與彎道上設置速限標誌或其他標誌，以及不同車道寬度、減速標線、標字、特殊標線等，讓駕駛人測試，以找出各種標誌標線，對行車速度的影響，以及速度對駕駛人標誌標線辨識能力的影響，進而研提改善措施，以為日後易肇事路段實務改善之參考。

## 2.4 虛擬實境視覺系統

由於人單眼的前方水平視角約 90 度，二眼一起看時則可達 180 度；再加上人的眼珠有 45 度的轉動，因此在頭部固定情況下雙眼的水平視角共計有 270 度，因此視覺系統的水平視角愈大，VR 融入效果愈佳。國外有關駕駛模擬器視覺系統之研究，在 2.1 節所述的不同規劃中，較寬廣的水平視角由 120 度-180 度均有，而垂直視角由 35 度-60 度，影像產生與投射的設備均很昂貴，如 SGI ONYX 工作站與 BARCO 投影機等。除了上述一些汽車與飛機公司研發的系統外，近年來還有一些研究在探討視覺系統。茲分述如下：

1. Autosim AS[13]所研製的駕駛模擬器，如圖 2-7，主要用在車輛設計與駕駛行為的研究，電腦平台可用 PC 到 SGI 工作站，駕駛座艙用實車(轎車)且是完整一輛車，視覺系統採用的三頻道銀幕，

前方視角(Front Field of View)可達 180 度，另外亦可製作成 360 度的圓形環場，使駕駛者完全融入 VR 環境中，路況則模擬包括下雪、下雨，asphalt 與 gravel。交通狀況包括加速、減速、轉向、交通號誌與標誌。系統的场景中最多可以有 100 個物件同時出現在一個場景中，仍然保持不錯的效果。此外，本系統可自動評估駕駛者的操作效能，提供學員作評估與改進的依據。為模擬真實世界中的音響，本系統具備 3D 音效，同時有從其他車輛來的聲音。本系統並與雷諾汽車合作，目的在建立一個有效與安全的駕駛訓練環境，此系統並提供挪威國家行為科學實驗室[24]作系列研究。

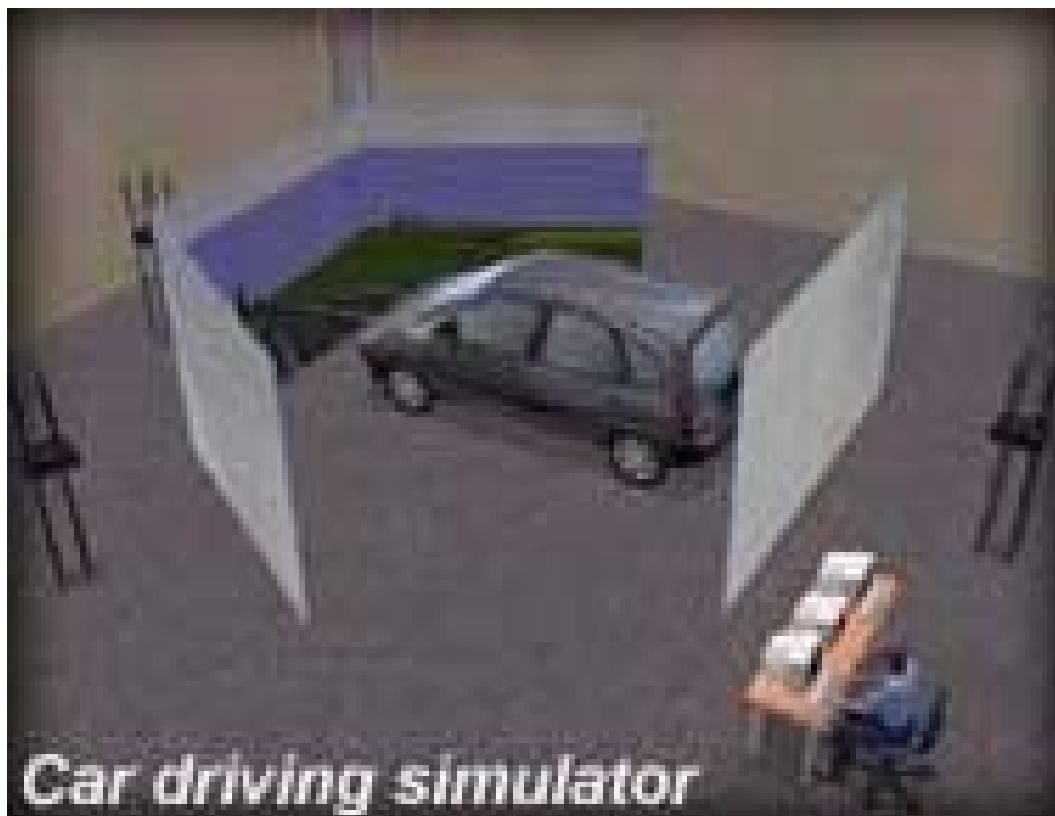


圖 2-7 Autosim AS 駕駛模擬器

2. 英國里茲大學[25]發展了一套固定基座駕駛模擬器，用在交通安全 telematics 與駕駛行為的研究。汽車用一輛 Rover 216Gti 全車，但加裝一些量測設備可得到駕駛操控的一些數據。電腦採用 SGI ONYX RE2，投射設備包括 Barco BD808 與 Sony VPH-1270。前方水平視角可達 120 度，後方亦有顯示系統水平視角則有 50 度。此套系統屬國家研究中心，主要用在駕駛行為的研究，並建構一個半融入型(semi-immersive)的虛擬環境。
3. 法國 forenap 協會發展了一套 FAROS 固定基座的駕駛模擬器 [26]，如圖 2-8，主要用在酒精、藥物、精神不正常及急性疾病的評估，駕駛座艙是模擬 Renault Clio 車型的內部設備，包括儀錶面板、方向盤、油門踏板等。但並未採用全車或半個車身。此系統有三個電視銀幕。前方水平視角可達 120 度，但影像方面是只用固定播放影片方式而非 VR 技術，因為其目的在產生一些較刺激的情境讓操作者作反應的測驗。



圖 2-8 FAROS 駕駛模擬器

4. Grownnd Light Technology 公司與合作伙伴 FAAC 發展了一系列的固定基座，如圖 2-9，及運動平台模擬器[27]，如圖 2-10。方向盤，踏板及排擋桿用真實的車輛零組件，也有遊戲用的駕駛套件，本系統除可單獨使用外，亦有網路連線功能，可同時看到其他駕駛者，前方視角可達 180 度，電腦銀幕則由 20 英吋到 60 英吋均有。VR 場景的資料庫亦頗豐富，包括高速公路、城市、鄉村街道及交通號誌緊急變換與救護車的聲音等，均頗逼真。

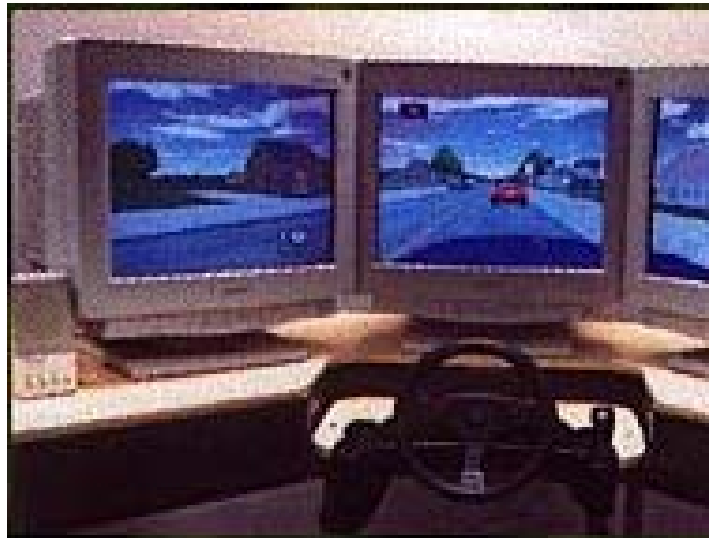


圖 2-9 FAAC 固定基座駕駛模擬器



圖 2-10 FAAC 運動平台式駕駛模擬器

5. U.of Groningen[28]的環境與交通心理中心發展出運動平台式的駕駛模擬器。駕駛者可自由地在網路上的道路駕駛，場景是用 Script 語言建置。電腦則採用 SGI ONYX RE2，投射銀幕則是一個有弧度的曲面，水平與重直視角分別有 165 度與 45 度。駕駛座艙則採用 BMW518 真實車體，如圖 2-11。此系統自 1992 年開

發出來後即應用在廣泛的領域：包括車內電子設備的評估路面設計，駕駛訓練與駕駛行為的評估等。



圖 2-11 COV 駕駛模擬器

## 2.5 網路虛擬實境技術

多人的 VR 環境是未來的趨勢，因此關於結合網路連線技術的研究更是不在少數。Hagsand 與 Carlsson[29]1993 年提出的 DIVE(Distributed Interactive Virtual Environment)系統，就是針對多使用者而設計的虛擬環境，它是在工作站(Sun, SGI)的 UNIX 平台上，以 C 語言開發的系統。而 Jesung Ahn, Minjeong Lee 與 H. Lee[30]在

1997 年發表了 DOOVIE(Distributed Object-Oriented Virtual Environment)階層式的架構原理，並且更以此原理分別在 Windows 95/NT 及 UNIX 上，實作出 Client 端與 Server 端的 Webber 系統。

Wray 和 Hawkes[31]則在 1998 提出一開放性架構的系統，以 VRML, Java, EAI 完成 DVE(Distributed Virtual Environment)，並以 KNS(Keryx Norification System)的架構來傳遞 Client 與 Server 間的訊息。Gerhard Reitmayr 與 Shane Carroll 等人[32]於 1999 年提出 DeepMatrix 系統，其參考 Wary 的研究，同樣以 VRML, Java 和 EAI 的架構，並採用 TCP 來實作 Client-Server 運作模式，更具備了可攜性，擴充性與開放性架構的特色。同時 DeepMatrix 也已走向商業化，應用在娛樂方面，例如 Web 上的 blaxxun[33]就是採用 DeepMatrix 相同的架構。使用者在進入 blaxxun 系統前須先註冊並安裝他們自行開發的 VRML plug-in。其大致可分成場景、功能選單與聊天室三部份，如圖 2-12 所示。另外 Active World[34]，則屬於自行開發的應用程式。進入前須先到網站上下載 Client 端程式，安裝並執行後程式會自動連線至 Active World 的 Server 端。其畫面如圖 2-13 所示，主要功能與 blaxxun 一樣，使用者可以第一或第三人稱的視角瀏覽場景，並做出如抬頭、低頭、跳躍等動作並可與其他使用者對談，或對場景中的物件作簡單的編修等。

至於國內，結合網路連線的研究主要是關於「設計」方面的應用。2000 年徐嘉鴻[35]建構出一自行車設計資訊系統（圖 2-14），以電腦 3D 模擬的方式，並運用虛擬實境與網際網路的特性，完成以「虛擬原型」為基礎的設計資訊系統。藉車體模型與人體模擬的設計資訊，輔助設計師於自行車裝配與騎乘上的關係，將既有之相關研究成果作



一整合與應用,作為設計與決策的參考。同年曹建宏[36]也利用 VRML, Java, EAI 結合現有的 WWW 為基礎,完成一個多人互動的虛擬即時設計系統(圖 2-15)。使用者只要安裝 VRML Plug-in 瀏覽器,透過 HTTP 的方式使用者 Client 端便可連上 Server 端,並可完成所有的設計工作。該系統也特別強調可攜性與擴充性非常的高。

另外,結合網路後的虛擬環境,最重要的一個功能就是具有遠端教學與遠端操控的能力,故也有很多藉由 VRML 的網路特性應用在教學的相關研究。1997 王宜明、蘇俊仁等人[37]就發展出一車輛技術工程虛擬實境電腦之輔助教材,其以各種汽車相關零件為例所做的虛擬教育環境,雖是使用 VRT 所建構的應用程式,並不具備網路連線能力,卻也實際的實作出 VR 在工程教育上應用的概念。同年盧文貴[38]更以機構運動學為例,建立以 Windows NT 3.51 網路作業系統下的 WWW 伺服器,結合教材與網路技術的應用,並同樣以虛擬實境軟體 Superscape VRT 4.0 建立此教材,架構出以工程科目機構運動學為例的虛擬實境遠距教學系統,並分析此系統在教學上的可行性。2000 年郭泰呈[39],製作汽車保養部分模型與 VRML 場景,透過自行架設的 Linux-Server 伺服器主機,放置系統網頁,讓使用者利用瀏覽器學習汽車保養資訊。利用此設計方法與流程,實際發展一個汽車保養學習環境,並以汽車保養流程為教學內容,探討虛擬實境與多媒體在教育應用上的實用性。

由前面的相關文獻得知,虛擬實境的網路功能,通常是藉由 VRML ( Virtual Reality Modeling Language )開放性的標準語言,配合 Java 與 EAI(External Authoring Interface)結合瀏覽器與 ASP(Active Server Page)以便使虛擬環境具備網路的功能。此架構算是以 Web 為

基礎的標準 VRML 網路虛擬實境系統，具有開發簡單、具互動性且可攜性高等特色。但此架構仍有一些缺點需要克服：

## 1. 模擬性

一方面受限於 Java 與 VRML 本身的特性較難有效的進行一些複雜的模擬運算，例如碰撞偵測、物理性質等的模擬。另一方面受限於瀏覽器本身硬體的支援，使得此架構下的程式大多僅能使用滑鼠、鍵盤等基本的電腦輸入設備，因此虛擬環境的模擬能力更大大受到阻礙。

## 2. 即時性

Web 為基礎的 VRML 虛擬實境系統雖能藉 ASP 簡單的獲得 Server 與 Client 端的互動功能，但其網路架構較難提供所有使用者一個即時且同步的虛擬環境，也就是說各個 Client 端雖然連上了相同的 Server，卻仍只是各自作各自的動作，各自有各自的資料，難以有同步合作或同步教導的即時互動模式。

因此，本研究也盼望以其它非 Web 基礎的網路架構，來實作多人連線的虛擬環境，以便使我們的虛擬實境在具備網路技術的同時，也能連接各式硬體與碰撞偵測的能力。





圖 2-13 Active World 的操作畫面

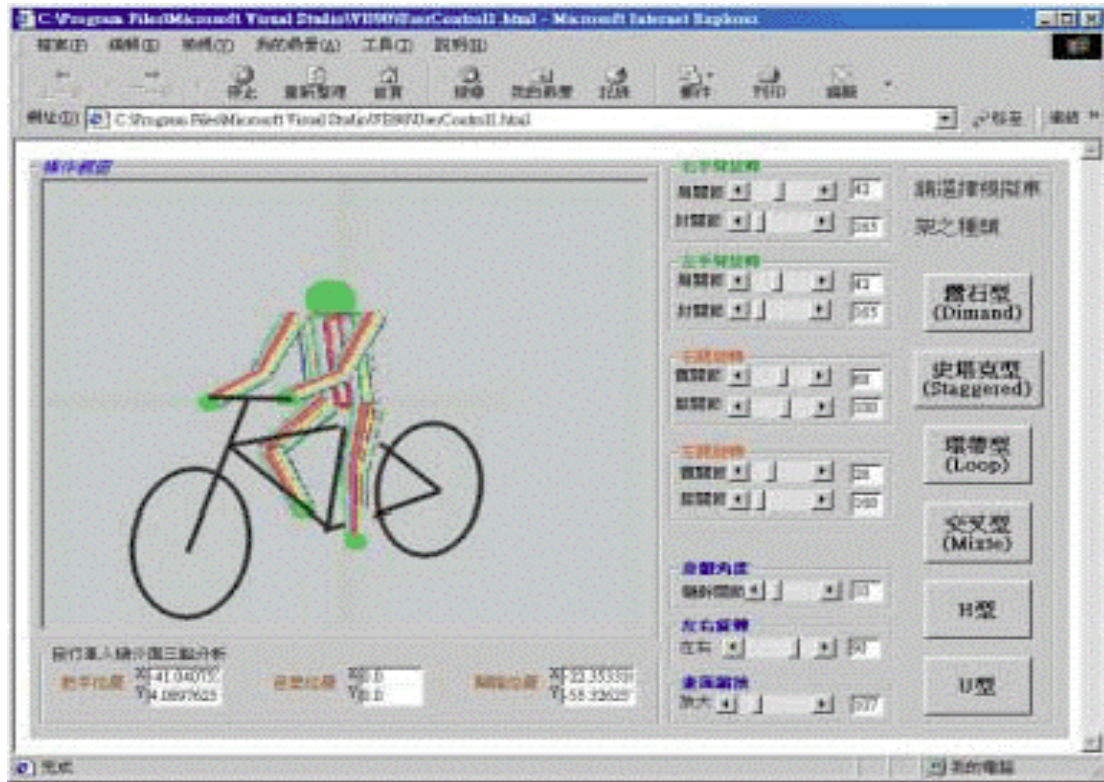


圖 2-14 徐嘉鴻建構的自行車設計資訊系統

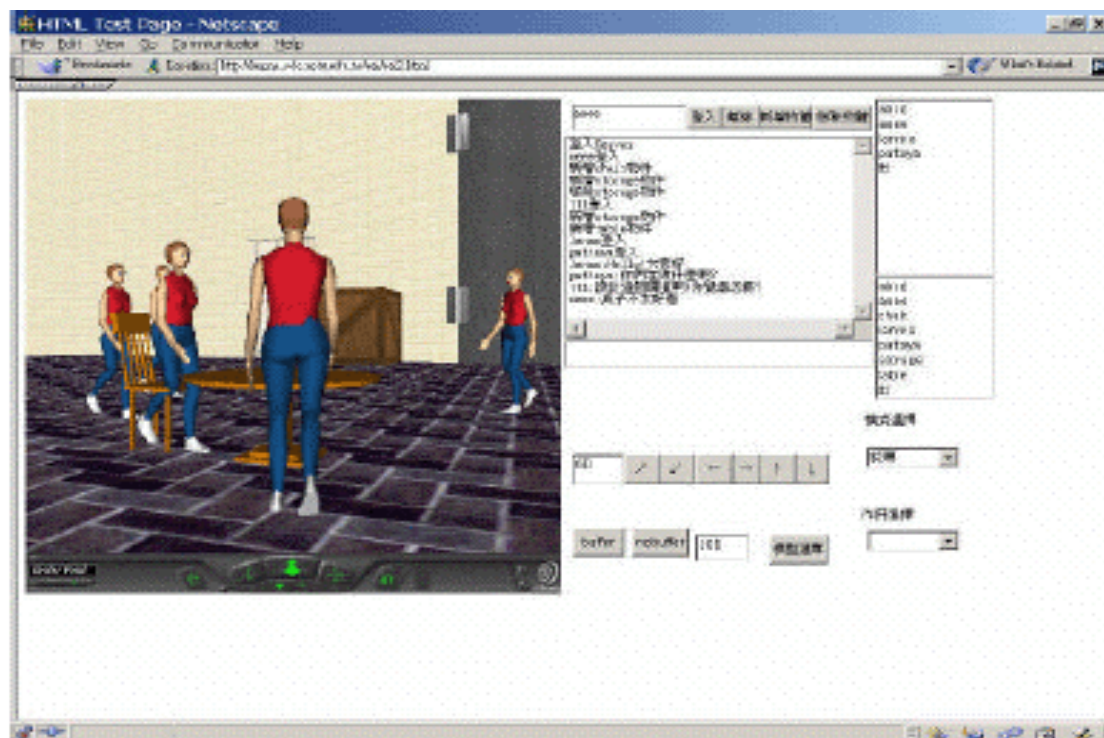


圖 2-15 曹建宏完成之多人互動的虛擬即時虛擬即時設計系統

