

汽車駕駛模擬器運用於交通安全之探討

魏健宏¹ 何志宏¹ 林佐鼎² 蔡瓊宜 洪嘉亨

摘要

近年來我國交通意外事件數居高不下，每年皆有兩三千人死於交通事故，致使交通事故成為國人的十大死因之一。由 89 年的交通部統計要覽中，可以發覺國人最常造成意外事故的主因為未注意車前狀況，其次為超速失控，再者為酒後駕車及疲勞駕駛，此三者大約佔所有交通意外死亡人數的百分之五十，因此欲降低國內之意外交通事故就應從此三方向著手。欲了解意外事故原因對駕駛人之影響最佳的方式就是利用汽車駕駛模擬器(Driving Simulator, DS)，其結合了網路和虛擬實境的電腦技術，描述 3D 空間場景和駕駛操作平台的連結，從簡易的幾何形狀到道路交通場景皆十分逼真。其除了能從傳統的道路交通安全的角度，來協助探討駕駛人與車輛、道路及週遭環境之間的相互關係與問題及其改善方式外，也能夠協助發展智慧型運輸系統。目前國內的汽車駕駛模擬器設備未臻完善，但國外之汽車駕駛模擬器發展已久，呈現相當多著名之系統，因此本研究廣泛收集國內外駕駛模擬器特性及研究成果等資料，綜合整理評析，以掌握研究之主題與要旨，期能加快國內駕駛模擬器發展腳步，了解更多國內駕駛行為特性，來改善國內之交通安全。

壹、前言

在汽車工業發達及經濟繁榮的今日，世界各國機動車輛快速成長，已使得道路交通狀況變得十分擁擠、混亂與複雜，道路建設已完全無法負荷汽機車成長的速度，汽機車充斥街道的情形顯示出交通安全與運輸效率上的各項問題。就我國為例，交通意外事故儼然成為國人十大死因之一，且擁擠問題也成為國內各大都市的主要交通問題。因此世界各國積極發展智慧型運輸系統(ITS)，期以電腦資訊與通訊等科技，提升傳統車輛、道路、交通環境以及運輸營運之功能，以改善現有之運輸安全與效率。汽車駕駛模擬器的運用剛好符合推動智慧型運輸系統所亟需的實驗分析平台，駕駛模擬器除了能夠從傳統的道路交通安全的角度，來協助

¹成功大學交通管理系教授

²成功大學交通管理系副教授

駕駛人與車輛、道路及週遭環境之間的相互關係與問題及其改善方法以外，更能協助智慧型運輸系統，從產品設計、製造到實際的道路使用等一連串過程中所需要進行的實驗與測試等工作，其主要優點包含了可事先預覽、安全性高、可變性及適用性高、資料收集便利、成本低效益高等。近年來國際上有愈來愈多的駕駛模擬系統逐一被建置起來，其目的不僅是為了從事人因工程方面的研究，也有許多交通安全與智慧型運輸系統的相關研究，以美國為例，甚至還設立了國家級的駕駛模擬系統。故本研究廣泛收集國內外駕駛模擬器特性及研究成果等資料，綜合整理評析，以掌握研究之主題與要旨，期能加快國內駕駛模擬器發展腳步，了解更多國內駕駛行為特性，來改善國內之交通安全。

貳、國內交通安全相關課題

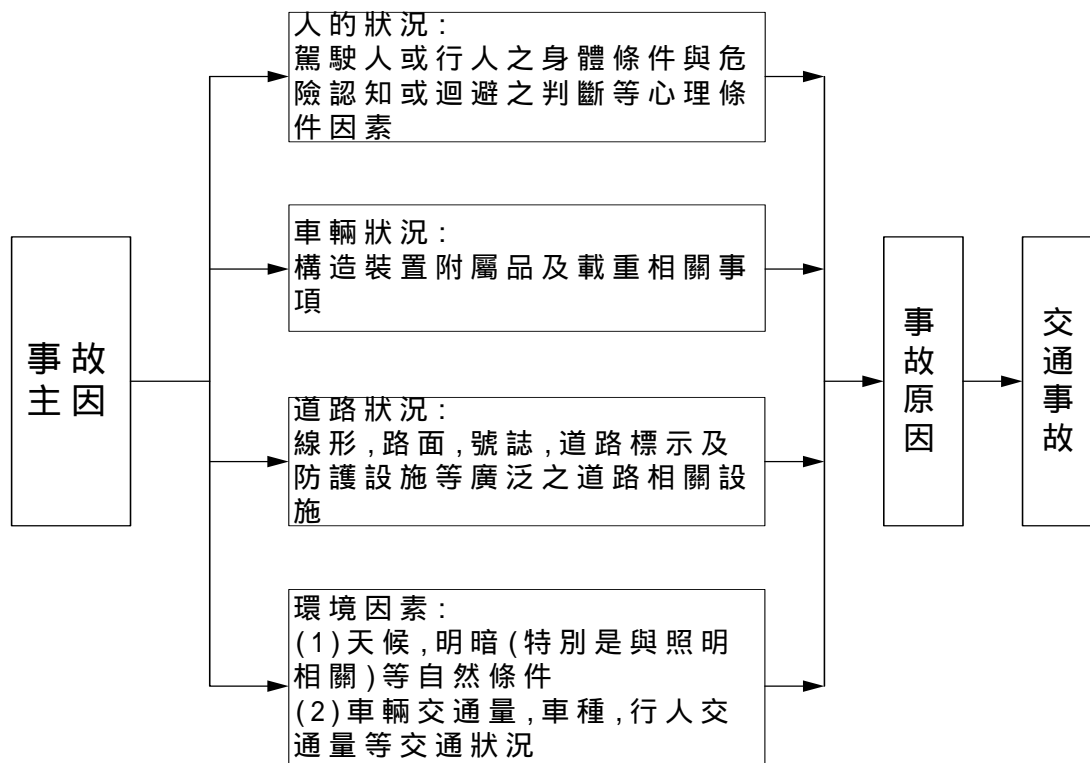
近十年來，我國的意外事故件數居高不下，如下表一，年年皆有兩千五百件到三千五百多件，意味著平均一天就會發生 6 到 10 件的意外事故。再者看到死亡人數及受傷人數的部分，每年皆有兩千五到三千四的國人死於交通事故，致使交通事故成為國人的十大死因之一，故若不及時的運用各種方式補救，將使更多國人遭受到交通意外的威脅。

表一 台閩地區交通事故件數統計表

年度	件數	死亡人數	受傷人數
80	4729	3305	4308
81	3489	2717	2929
82	2696	2349	2115
83	3603	3094	2937
84	3528	3605	2933
85	3619	2990	2939
86	3162	2735	2428
87	2720	2507	2007
88	2487	2392	1636
89	3207	3388	1541

資料來源：89 年交通統計要覽。

若要減少意外事故的發生，首先就必須了解意外事故的產生原因(如下圖一)，由 89 年度的資料來看，如下表二可以發現國人最常造成意外事故的主因為未注意車前狀況，再者為超速失控，緊接著為酒後駕車以及疲勞駕駛，其三者之死亡人數佔總死亡人數約接近百分之五十，而受傷人數也佔了百分之五十以上，因此要降低國內的意外事故發生率就須從此三者下手。



圖一 交通事故之要因

表二 89 年度肇事成因統計表

主要肇因	計數 (件)	計數 %	死亡 人數	死亡 %	受傷 人數	受傷 %
未注意車前狀況	664	20.7	677	19.98	202	13.11
超速失控	521	16.25	582	17.18	339	22.00
酒後駕駛、疲勞失控	361	11.26	398	11.75	274	17.78
其他	347	1.08	385	11.36	106	6.88
未依規定減速	211	6.58	223	6.58	109	7.07
未依規定轉彎、倒車	209	6.52	189	6.29	79	5.11
肇事逃逸	202	6.3	206	6.08	32	2.08
未靠右行駛、讓車	171	5.33	175	5.16	73	4.74
未保持行車安全距離 間隔	146	4.55	153	4.51	67	4.35
違反號誌標誌管制	138	4.3	148	4.37	71	4.61
蛇行、逆向行駛	106	3.3	106	3.13	89	5.78
違規超車、爭(搶)道行駛	62	1.93	71	2.09	61	3.95
行人過失	35	1.09	35	1.04	2	0.13
機件故障	26	0.8	32	0.94	35	2.26
搶越行人穿越道	8	0.25	8	0.24	2	0.13
總計	3207	100	3388	100	1541	100

資料來源：www.motc.gov.tw 及 89 年交通部統計要覽。

對於駕駛模擬器在交通安全方面的應用可以配合先進技術來減少交通意外事

故，諸如在駕駛模擬環境中建置各種可以提供駕駛人警示的先進式標誌，看看何種標誌能給予駕駛者較佳的提醒作用。例如：國人最常發生的肇事原因 - 未注意車前狀況，就可以運用駕駛模擬器來了解駕駛人的行為，看看何時給予駕駛人何種警示是最為恰當的；再者可以利用駕駛模擬器來探討標誌設置情形，包括標誌設置地點、標誌設置路段、標誌設置顏色、位置高度等，以判斷駕駛人對於標誌的使用情形；而超速失控方面可以運用駕駛模擬器來模擬超速失控時駕駛人會有什麼反應，看看是否有其他方式可以減低此種肇事及損害；再者，酒後駕車以及疲勞駕駛可以運用駕駛模擬器來測試駕駛人反應時間、及對道路線形的掌控，或測試車上單元給予駕駛人適時的提醒，以防駕駛者發生意外事故。因此駕駛模擬器可以有效的掌握駕駛人的行為，而且不須到實際真實路段上作實驗，以增加實測者的安全性。另外也可針對道路週邊廣告對於交通安全影響的部分做驗證，利用駕駛模擬器了解週邊廣告物對駕駛人之影響，甚至針對台灣地區特有的檳榔攤文化也可做相關實驗，期能提升我國之運輸安全。綜合以上的幾點，可以發現駕駛模擬器對於交通安全上可提供莫大之貢獻，故欲了解各種因素對交通安全之影響實可充份運用駕駛模擬器。以下先簡介駕駛模擬系統組成單元，再介紹國內外駕駛模擬器應用於交通安全上之研究案例。

參、駕駛模擬系統簡介

駕駛模擬系統的架構包含六個主要子系統，如：系統架構、虛擬影像產生器、運動系統、座艙、車輛動態模式及資料擷取系統等，主要設計架構如圖二所示，以下針對這些子系統加以概略介紹[交通部運輸研究所，民 87 年]。

1.系統架構

駕駛模擬系統的整個系統架構可由電腦作業平台、即時操作模式及資料溝通協定三方面所組成。在電腦處理器方面，又可以同步、非同步及混合式的方式操作區分；傳統的溝通協定包括點對點、記憶體映射、網路（如 TCP/IP）等。

2.虛擬影像產生器

現今模擬系統的影像大多係利用電腦來產生動畫圖像，由於目前軟體技術的進步，可以輕易的將現實的圖像利用電腦科技將之重現於螢幕上，甚至利用 2D 的平面影像來產生 3D 的模型，如此使得現今模擬場景的真實度大大地提升。一般的模擬系統通常擁有很大的螢幕來顯示虛擬的影像，在螢幕的擺置上可以採寬螢幕廣角式或是環場包覆式，配合多部投射機將影像投射至螢幕上。

3.運動系統

通常運動系統可分為兩種，即固定基底型及具運動平台的駕駛模擬系統。一般模擬系統為固定基底型，可應用於和運動平台相關性較低的研究，較高等級的模擬系統則具備了數個自由度的震動，甚至有達到六個自由度者。另外更高級的模擬系統尚有水平移動的功能，可以讓駕駛人感受到速率感。

4.座艙

模擬系統可具有專用的座艙，通常座艙主體的前端及尾端皆移除，目的在減輕重量及縮小體積，但其內部必須調整。方向盤轉動角為最主要的駕駛控制，它影響整個交通工具的動能模型、力位移特性，機構上可以採用阻尼或其他具可調式非線性感覺特性的複雜裝置。其它的裝置如煞車、油門、排檔等處理方式亦同。其餘如聲音若能跟隨著場景或速率的變化而改變，則更能達到模擬的氣氛。

5.車輛動態模式

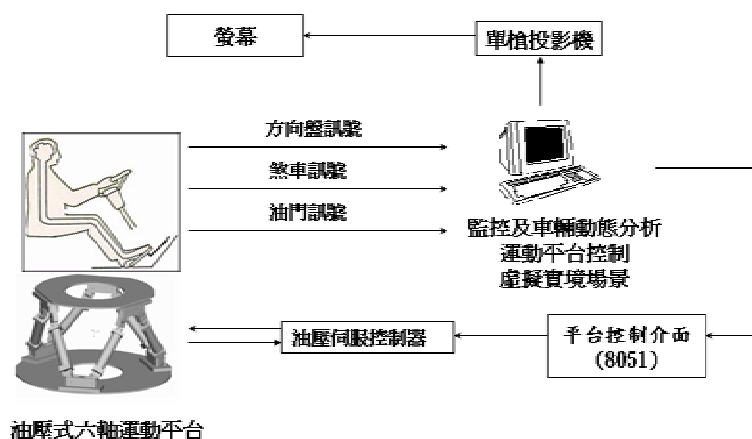
水平方向的動力學與方向盤的輸入、空氣動力學及道路的干擾有關。方向盤所造成的轉動速率響應，可能是簡單的增益及時間延遲（或落後），或者可表示為高階非線性運動方程式。縱向的響應則可簡單的表示為與油門相關的前進速率或更高階的非線性模型。相同的，減速則為與煞車踏板力量相關的方程式，大部分採用高階的水平及縱向耦合動力模型，其中包括了輪胎模型、滑動角的組合狀況及牽引力等。

6.資料擷取系統

資料擷取系統可提供量測及記錄駕駛人的行為；如何記錄駕駛人的行為反應乃為各模擬系統的研究重點，其他如心理上的變數，主觀的評估也是重要的研究方向，應按其任務及研究主題，在實驗過程之中，即時地擷取反應數據，以供後續之分析研究，所以資料之擷取，在整個系統之中亦佔有相當重要的地位。

肆、國外駕駛模擬系統應用於交通安全之介紹

目前世界上最先進的駕駛模擬器座落於美國愛荷華（IOWA）大學的IDS (IOWA Driving Simulator)系統，模擬器的應用之一在於從事交通安全等相關課題之研究。本節將整理國外模擬器之相關研究，依駕駛者特性、道路與天候環境與ITS三方面的應用課題分類；而不同的模擬器其機械的複雜度和可以支援的實驗課題難度亦不同。



圖二 駕駛模擬器架構圖

(一) 駕駛者特性相關課題

駕駛者特性影響交通安全甚大，如不同年齡、性別、駕駛習慣等駕駛者之駕駛行為皆不同。Kirk et al. (2000) 即探討不同年齡駕駛者之駕駛行為，目的在研究不同年齡與肇事率之間的相互關係。其研究結果發現美國的年輕人在任何型態的肇事率皆很高，尤其以 16-17 歲的年齡層。然而在一年後，肇事率有顯著的下降，表示在一年內操控汽車的學習曲線會急速上升，顯示其經驗不足是肇事的最大主因。

長途旅行所造成的疲勞駕駛對行車安全亦為相當重要之課題，Roge et al. (2001) 研究當駕駛者於一單調的駕駛過程中，駕駛者會作某些不需要的行為，如姿勢的調整等。本研究的目的是在於找出這些行為在單調及冗長的活動中是否會增加。而 Verwey et al. (1999) 則以先進之駕駛模擬器來調查駕駛者是否可在有睡意的狀況下維持警覺性。一般而言，過度疲累及睡意所引發的意外通常都會發生在深夜時分或在都市道路上。研究藉由遊戲般 (game-like) 的測試所引發的心智活動 (在單調長時間駕駛下) 是否會減少因疲累或睡意而降低駕駛安全。

隨著通訊科技的進步，行動電話已有相當的普及率。行車中使用行動電話勢必會對駕駛安全有所影響。Tokunaga et al. (2000) 即對此作了一連串的實驗。其研究調查開車時使用手機對話的駕駛反應時間和主觀精神工作負擔 (subjective mental workload, SMWL)。每一位受測者都被要求和前車保持固定的距離，受測者需作四項測試：a. 跟前車、b. 跟前車的同時操作行動電話、c. 作簡單的手機對話測試、d. 複雜的手機對話測試。實驗研究結果發現，當受試者在對話時，其反應時間和主觀精神工作負擔較長，在從事複雜的對話時其反應時間更久，且和年齡無關。

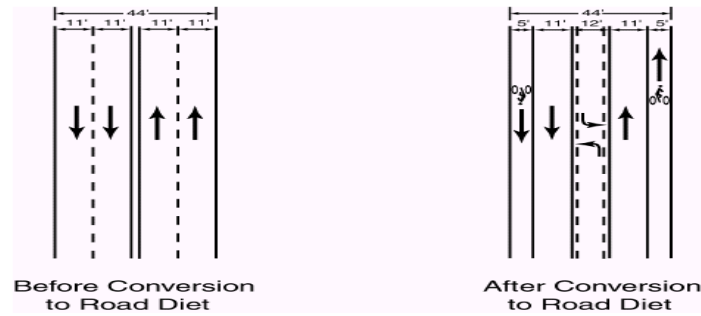
(二) 道路與天候環境相關課題

標誌與標線為設置於道路上，用以警告、禁止、指示駕駛者之設施，其設置的顏色、尺寸、位置及內容等皆會影響駕駛行為與安全。Dissanayake et al. (2001) 即討論不同尺寸的停止標誌 (stop sign) 對於減速距離的影響，實驗時將受試者依年紀分成三組 - 年長組、中年組以及年輕組。實驗結果發現，不同年齡間具有不同的減速距離，年長者通常比其他年齡之受試者需要較長的減速距離；同時不同尺寸的減速標誌對減速距離產生差異，對於兩個不同尺寸的減速標誌會有不同的停止距離，然而對於小標誌，減速距離都一樣；年長者的減速距離隨著標誌的規格增加而增大。

Eccles et al. (2000) 則針對標誌的顏色進行實驗，估算螢光黃色的警示標誌如何影響危險路段的行車安全。本實驗在七個危險路段分別裝設普通黃色和螢光黃色的警示標誌，並觀察駕駛者在這些路段的駕駛行為，包括衝突和事件、不遵守號誌、意識到停止標誌、停止行為和速率，評估其對安全所造成的影響程度。實驗結果顯示：有四個地段因為使用螢光黃的警示標誌，提升駕駛的注意力並提高路段的安全度。

道路的幾何設計如線形、視距、車道寬度等會影響駕駛者對本身駕駛行為之判斷與決定，間接影響駕駛安全。Huang et al. (2000) 針對美國的道路縮減 (road diets) 計劃對行車安全的影響進行研究。道路縮減場景如圖三所示，將四線非分隔的道路變成三線車道 (兩條直進加上一條轉彎車道) 再加上腳踏車車道，人行道

和/或沿街停車，主要目的為調查道路縮減對事故和傷害的效用，其分析散佈在加州和華盛頓市內 23 個道路縮減方案，每個方案並同時與一個相對的地點（具有類似特性的四線非分隔道路）比較。分析結果發現，設置了道路縮減後平均每個月肇事率降低了 2~42%，亦即改善了交通安全並增加了郊區的景觀。然而在設置之前需要審慎的考量道路縮減對交通控制和容量的衝擊和影響。



圖三 道路縮減示意圖

上述的研究都是在探討一般性的道路，Törnros (1998) 則探討隧道內之駕駛行為，20 位參與者分別在真實的隧道與虛擬世界之隧道下測試。挪威 Oslo 的 Ekeberg 隧道，共分左、中、右等三條線，左側路線在直線部份寬 3.25 公尺，轉彎部份寬 3.65 公尺；中間路線直線部份為 3.5 公尺，轉彎部份為 3.65 公尺；右側路線直線部份為 3.25 公尺，轉彎部份為 3.75 公尺。右側及中間路線總長度為 1150 公尺，左側路線為 980 公尺，轉彎處真實與模擬之路況如圖四所示。實驗結果顯示駕駛者在模擬器以較高速駕駛。

Sarvi (2001) 等探討高速公路匯流區的駕駛行為，透過駕駛模擬器研究在擁擠交通環境下的匝道併入情形，其主要目的在發展一套交通模式，評估不同幾何設計及流量情況併入部分的容量，並進一步建立駕駛人的行為模式。其先收集 12 位駕駛人的行為資料，另外，兩位駕駛模擬器的參與者被要求駕駛儀器車輛並且在真實駕駛環境表現併入的行為。模擬器、儀器車輛以及觀察駕駛者的駕駛行為等資料，進一步運用於評比模擬器駕駛者行為與實際上的差距。

特殊天候不僅影響車輛運動特性，如雨天、下雪降低路面摩擦係數，同時亦影響駕駛者之駕駛行為，如雨天、霧天、眩光等影響駕駛者視線。Van de Hulst et al. (1998) 即以駕駛模擬器研究視覺狀況不佳的情況下之駕駛行為，研究顯示，駕駛者在預習有限的情況下，會維持較大的跟車間距，原因在於維持適當的跟車間距與道路交通狀況預測困難有關，而非因視覺狀況不佳所引起的感知退化。在固定時間排程內駕駛的駕駛者，在不良的視覺狀況下，不會增加駕駛者的跟車間距。一般而言，駕駛者於特殊天候下行駛時，會採用適合的策略層級（目標在於控制駕駛過程中的時間壓力），而一般正常天候下，即視覺狀況良好情況下，駕駛者採用預期的駕駛策略。當預測的機率減少時，駕駛者以減速與增加跟車間距來彌補，以便增加足夠的時間對潛在的徵兆做出反應。當該彌補策略無法執行時，駕駛者必須維持高警覺性以針對無法預測的危險事件做出準確的反應。



真實的隧道



模擬的隧道

圖四 真實與模擬隧道之路況

白天的能見度雖比夜晚佳，但光線仍會對駕駛者產生影響，臺灣由於地處亞熱帶，陽光強所引起的眩光問題也就相對的嚴重。而於晚上駕駛時，對向車道車輛之車燈所造成的眩光亦嚴重影響駕駛者的視線。Ranney et al. (1999) 即研究夜間駕駛時的眩光問題對駕駛行為之影響，研究指出，長期曝露在眩光的情境下，會造成肌肉的疲備及姿勢的緊張。

(三) ITS 相關課題

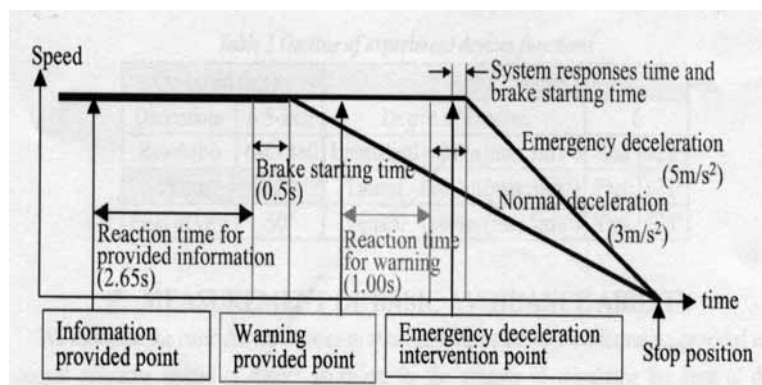
ITS 為近年來由於電腦與通訊技術發達所衍生出來的技術，藉由各種先進道路與車內資訊設備來輔助駕駛者。Comte (2000) 探討智慧型速度調適系統(Intelligent Speed Adaptation, ISA) 對駕駛安全的影響。一般而言，當駕駛者以長時間高速行駛時，他們可能會習慣於高速，而過度高估他們所減低的速度，此時即可透過 ISA 系統輔助駕駛者，使其在危險的道路交通環境下，速度能控制於安全範圍。

ISA 系統係透過下列方式運作：

1. 駕駛者可選擇是否要使用 ISA：每個速度限制改變時，車內顯示 (in-car display) 會隨時更新，且會有聲音提醒，駕駛者可選擇用讓系統或者忽略提醒。
2. 強制系統：永遠限制車子的速度，駕駛者無法解除 ISA 系統且無法超速。
3. 多樣化系統：與強制系統運作模式相同，但在危險的情況時，車速會減低。

國外利用駕駛模擬器從事 ITS 相關研究似以日本最多，部分相關文獻衡量先進高速公路輔助巡航系統 (Advanced Cruise-Assist Highway, AHS) 的績效，而 AHS 包含三大部分，一是資料服務的層面、二是警告層面、三為操作支援的層面。Yokochi et al. (2000) 主要衡量駕駛人的反應時間，並了解一般駕駛人與老年人在危險路段及緊急狀況之駕駛行為，評估 AHS 之績效，如圖五所示。

根據統計，交通事故的發生與行車速度有極大的關係，不同的道路等級亦關係著事故發生率。英國鄉村 A 級的道路 (Rural A) 的事故發生率比其他等級道路還高，且大部份的事故皆發生在彎道處，Comte et al. (2000) 即研究 4 種控制速度的設備，包括道路設施及車內設備，探討其對駕駛行為之影響，4 種設備分別為：



圖五 AHS 績效評估系統

- 1.可變訊息標誌 (Variable Message Sign)：顯示建議的速度。
- 2.車內建議系統 (in-car advice)：一車內的的液晶螢幕，用來顯示轉彎時建議的速度。
- 3.速率限制器 (speed limiter)：可自動將駕駛的速度減至建議的速度水準。
- 4.橫向標線 (transverse bars)：使用繪於車道的橫向標線產生視覺回饋 (visual feedback)。
- 5.此外再加上基礎測驗 (baseline)，故本實驗共有 5 種系統。

伍、國內駕駛模擬系統應用於交通安全之介紹

國內駕駛模擬器的研究較少，運研所所配置的計畫經費每年也多在 200 萬以下，與國外計畫經費相比有一定差異。國內駕駛模擬器的應用研究始自民國八十三年五月由國立成功大學交通管理科學研究所與公路局南部汽車訓練中心合作從事之『國內汽車駕駛模擬系統之雛型研究』，而使成大交通管理科學系進入駕駛模擬之研究領域，其研究方向乃秉持其在交通管理、車流與人因特性之專長、交通安全等，內容著重於汽車駕駛模擬器之驗證、車流模式構建與駕駛行為之分析等方面之應用研究，此項研究亦獲得成大管理學院之重視與肯定，乃於 85 學年度籌設「管理科技實驗中心」將此納入，遂而成立了「運輸行為實驗室」。中央大學機械研究所則自民國八十六年開始投入汽車駕駛模擬系統之建置，其研究方向則在於汽車機械與車輛動態運動之專長，故六軸汽車駕駛模擬系統動態平台之構建與車輛動態模式之構建則為重點。此二團隊研發方式皆利用「虛擬實境」之電腦圖學技術，並以個人電腦作為系統開發平台，建構出近乎真實的虛擬環境來從事相關的研究，而虛擬實境系統則包括了下列五個基本單元：

1. 虛擬世界
2. 虛擬實境軟體
3. 虛擬實境電腦
4. 輸入單元
5. 輸出單元

模擬實驗的運作乃經由以上五個單元之間的配合達成虛擬世界與模擬器操

作者之間的互動關係。

國內駕駛模擬系統應用於交通安全之相關研究較少，本研究將國內相關文獻整於如下：

張劭卿[民 84 年]於 1995 年完成汽車駕駛模擬系統之行車動態影像製作初步研究，其係利用 Superscape VRT 軟體來建構高速公路之汽車駕駛模擬雛形系統，高速公路之模擬道路如下圖六。該研究中已納入跟車理論和變換車道理論，但其跟車和變換車道模式之校估與驗證工作尚非十分健全，算是國內較為初步的概念設計。



圖六 高速公路之模擬道路

林育誠[民 85 年]完成互動式虛擬實境電腦軟體應用於開發駕駛模擬系統之研究，亦利用 Superscape VRT 軟體來建構高速公路之汽車駕駛模擬雛形系統，該研究中納入與張劭卿研究中相同之跟車理論和變換車道理論，但模式之校估與驗證工作尚非十分健全。

胡英如[民 86 年]以虛擬實境科技分析公路安全行車視距公式，研究中不包括跟車與變換車道行為，且只研究日間行車視距公式。

林鄉鎮[民 86 年]利用虛擬實境技術所構建之駕駛模擬系統，來蒐集高速公路小汽車駕駛者跟車資料，並以倒傳遞型態之類神經網路進行資料分析，以建立本土化的高速公路小汽車跟車模式。

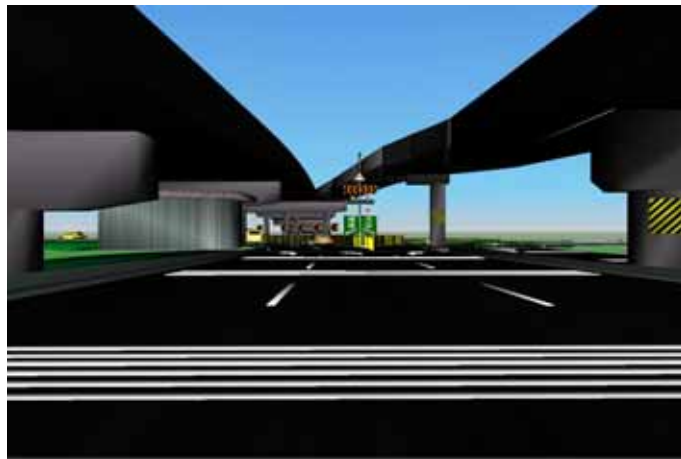
蘇昭彰、郭信義[民 88 年]的兩篇研究，其主要目標乃在於構建並應用國立成功大學交通管理科學研究所之互動式固定基底型小汽車駕駛模擬系統雛型，來探討市區幹道車道變換模擬駕駛實驗結果，與在真實駕車環境下所蒐集而得之實驗結果間的關聯性，以進一步確認本研究所構建完成之小汽車駕駛模擬系統雛型之實用性。其模擬道路圖形如下圖七。



圖七 市區幹道之模擬道路圖形

張劭卿[民 88 年]提出的「固定基底型小汽車駕駛模擬系統開發之驗證研究」，本研究提出一套新的系統驗證觀念--「行為模式驗證法」來進行「固定基底型駕駛模擬器」之開發與驗證，以模擬實驗分析結果和現場實驗的資料比較，驗證模擬系統實用性。

羅俊煌[民 89 年]所作之研究，其研究的主要目標在於應用國立成功大學交通管理科學研究所之互動式固定基底型小汽車駕駛模擬系統，來探討易肇事路段之交通工程改善方案之評估研究。其易肇事路段採用高速公路高雄終端為例，模擬圖形如下圖八。



圖八 高速公路高雄終端之模擬道路

魏健宏等[民 90 年]在交通學報中發表「駕駛者對標誌標線之感知與反應分析 - 汽車駕駛模擬系統之應用」，其內容乃說明交通行為特性分析之研究課題趨於多元化，在資料取得的技術上，汽車駕駛模擬器與虛擬實境技術之發展解決了傳統交通調查之缺點。任何一項交通控制設施之設置，事前均須評估其成本與效用，才能達到改善交通與提高駕駛行車安全之目的。但交通控制設施之內部或外部環境的不同，皆直接或間接的影響駕駛者對該設施之感知，進而影響駕駛者之實際操控行為。本研究主要目的在探討標誌與標線對駕駛人所產生的影響，透過汽車

駕駛模擬實驗，蒐集駕駛者對該標誌與標線之感知與反應特徵，期能藉由統計分析得知標誌與標線對駕駛者之影響程度，評估該標誌與標線之效益與設置準則。

魏健宏等[民 88 年]於運輸計畫季刊中「應用類神經網路與遺傳演算法建構小汽車跟車模式之研究」一文表示刺激-反應方程式之配適，常以取自然對數後再用線性迴歸的方式估計參數，此程序在計算上較簡單，但必然會損失值為零的數據，因而影響其精確度。該研究則嘗試採用倒傳遞類神經網路結合遺傳演算法，建構變數與刺激-反應方程式相同之模式，以避免損失值為零跟車之資料，並改善類神經網路易陷於局部最佳解之困境。該研究係應用虛擬實境駕駛模擬器進行高速公路跟車行為調查，並進行實證，分析結果顯示結合倒傳遞網路架構與遺傳演算法的類神經網路，確實可以獲得較低誤差，其中以一個隱藏層的網路績效較佳；此外，本模式能有效反應不同受測者的跟車行為存在之差異性。

陸、結論

綜合以上，可了解到國外汽車駕駛模擬系統發展已久，於人因工程、交通工程、交通安全等課題，皆有相當豐碩的研究成果，其主要的原因在於汽車駕駛模擬系統本身具有的安全性、可變性、成本效益等優勢，能夠彌補傳統交通調查方法的缺點，且尤其對交通安全部分的研究有極大的優勢。而國內應用駕駛模擬系統於交通安全或其他交通課題上的發展遠比國外來的不足，主要原因為以下幾點：

(一) 公私部門經費配置不足

目前國內駕駛模擬系統之研究經費大致來自於運研所，而研究單位也大多為學術單位，甚少實務單位(如：車廠、汽車公司等)投入研發工作，因此與國外相較之下，國內的經費及資源皆為不足。且由於近幾年台灣面臨不景氣的環境下，公部門預算屢被刪減，又無私部門經費的資源，導致國內駕駛模擬系統科技無法與國外相提並論。

(二) 現有設備及功能仍不齊備

由先前論述中可發現國外駕駛模擬系統已有國家級的設備，我國現有系統設備遠不及國外駕駛模擬系統，不僅僅功能上面的差異，甚而影響到模擬的真實度。因此國內應逐漸加強本身設備，才有可能追上國際間的駕駛模擬系統發展腳步。

(三) 研發重點及時程未妥善規劃

目前國內駕駛模擬系統研究未有完善的時程及重點規劃，包括現有設備可做的研究規劃、運用駕駛模擬系統研究新科技(如：ITS)的影響時程規劃等皆未有妥善安排。未來應請專家學者完善規劃研究重點及時程，才可發展出一套真正屬於國內有完善規劃的駕駛模擬系統。

由上述可得知國內駕駛模擬系統發展未如國外系統，但就其駕駛模擬系統的特性及應用效益而言，發展駕駛模擬系統勢必可為交通運輸安全領域之研究帶來

相當大的效益，且一些本土化的議題可藉由駕駛模擬系統多方面的分析與了解，諸如：國內駕駛者特性、機車問題、混合車流問題等，因此未來可以配合先前敘述的國內交通安全，加強現有設備之功能，發展適當研究本土特性的駕駛模擬系統，以了解更多國內駕駛行為特性，改善國內之交通安全。

參考文獻

1. 交通部運輸研究所，用路人駕駛模擬器軟硬體之規劃研究，民國87年5月。
2. 林育誠，互動式虛擬實境電腦軟體應用於開發駕駛模擬系統之研究，國科會學士專題研究論文，民國85年2月。
3. 林鄉鎮，高速公路小汽車駕駛者跟車行為之研究：以虛擬實境(VR)技術所架構之駕駛模擬系統為工具，成功大學交管系博士論文，民國86年6月。
4. 胡英如，以虛擬實境科技分析公路安全行車視距公式，國科會學士專題研究論文，民國86年5月。
5. 郭信義，利用小汽車駕駛模擬器從事駕車行為研究中有關道路環境之驗證分析，成功大學交管系碩士論文，民國88年6月。
6. 張劭卿，汽車駕駛模擬系統之行車動態影像製作之研究，成功大學交管系碩士論文，民國84年6月。
7. 張劭卿，固定基底型小汽車駕駛模擬系統開發之驗證研究，成功大學交管系博士論文，民國88年10月。
8. 羅俊煌，應用汽車駕駛模擬系統從事易肇事路點之交通工程改善方案評估研究 - 以中山高速公路高雄終端為例，成功大學交管系碩士論文，民國89年7月。
9. 蘇昭彰，利用小汽車駕駛模擬器從事駕車行為實驗中有關受測駕車者行為之驗證，成功大學交管所碩士論文，民國88年6月。
10. 魏健宏、林鄉鎮，「應用類神經網路與遺傳演算法建構小汽車跟車模式之研究」，運輸計劃季刊，28卷3期，88年9月，353-378頁。
11. 魏健宏、何志宏、鍾炳煌、施秉男，「駕駛者對標誌標線之感知與反應分析 - 車駕駛模擬系統之應用」，交通學報，1卷1期，90年12月，107-134頁。
12. Comte, S. L. (2000) "New system: new behaviour?" *Transportation Research Part F*, Vol. 3, No. 2, pp. 95-111.
13. Comte, S.L. et al. (2000) "Traditional and innovative speed-reducing measures for curves: an investigation of driver behaviour using a driving simulator," *Safety Science*, Vol. 36, pp. 137-150.
14. Dissanayake, S. et al. (2001) "Effect of larger stop signs on older drivers," Presented at the Transportation Research Board 80th Annual meeting.
15. Eccles, K. A. et al. (2000) "Safety effects of fluorescent yellow warning signs at hazardous sites in daylight," *Transportation Research Board Paper No.:* 01-2236.
16. Goto, Y. et al. (1999) "A prototype of smartways in ITS simulator," 6th World Congress on ITS.

17. Huang, H. F. et al. (2000) "Evaluation of lane reduction 'road diet' measures on crashes and injuries," Transportation Research Board.
18. Kirk, A. and et al. (2001) "Crash rates and traffic maneuvers of younger drivers," Transportation Research Board, 80 th Annual Meeting.
19. Roge, J. et al. (2001) "Variations of the level of vigilance and of behavioural activities during simulated automobile driving," Accident Analysis & Prevention, Vol. 33, No. 2, pp. 181-186.
20. Sarvi, M. et al. (2001) "A study on freeway ramp merging phenomena in congested traffic simulation by traffic simulation combined with driving simulator," 8th World Congress on ITS.
21. Tokunaga, R. A. et al. (2000) "Cellular telephone conversation while driving—effects on driver reaction time and subjective mental workload," Transportation Research Report 1724, pp. 1-6.
22. Törnros, J. (1998) "Driving behaviour in a real and a simulated road tunnel-A validation study," Accident Analysis and Prevention, Vol. 30, No. 4, pp.497-503.
23. Törnros, J. (1999) "Tranquillisers, hypnotics and car-driving," VTI rapport 425A.
24. Van de Hulst M. et al. (1998) "Strategic adaptations to lack of preview in driving," Transportation Research Part F, Vol. 1, pp. 59-75.
25. Verwey, W. B. et al. (1999) "Preventing drowsiness accidents by an alertness maintenance device," Accident Analysis & Prevention, Vol. 31, pp. 199-211.