

交通部運輸研究所合作研究計畫
駕駛模擬器視覺系統之整體規劃研究
期末報告

執行單位：國立中央大學機械工程學系
主 持 人：鄭銘章教授
協同主持人：何志宏教授
協同主持人：陳德懷教授
協同主持人：董基良教授
協同主持人：馮君平副教授
協同主持人：魏健宏副教授

1

研究背景I

- 隨著經濟的快速成長，機動車輛急遽增加，道路交通狀況變得十分擁擠、混亂與複雜。
- 目前交通部積極推動發展智慧型運輸系統（Intelligent Transport Systems），以改善現有之運輸安全及效率。

2

研究背景II

- 運用駕駛模擬器不但可以降低成本、增加實驗項目、保證實驗的重現性，更可利用虛擬實境的電腦技術來模擬各種危險情境以補實車試驗之不足。
- 協助發展智慧型運輸系統，從產品之設計、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。

3

研究目的 I

- 交通部運輸研究所在八十八及八十九年度的「駕駛模擬器建置與應用之規劃研究」中已經開發出一個六軸動態平台之駕駛模擬器離型。
- 駕駛模擬器離型之視覺系統僅為前方直接投影方式，並未考慮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。

4

研究目的 II

- 加強駕駛模擬器離型的視覺系統之功能，增加臨場感。
- 駕駛座艙內的面板及重要零組件可採用真實車子的零組件增加其逼真性。
- 擴充VR模型及場景、加強操作者與場景的互動反應、使操作者能真正融入虛擬實境技術所創造的環境中。

5

研究對象與範圍I

- 擬採用3組投影設備及3組PC並整合網路連線技術以建構前方180度視野的銀幕。
- 針對駕駛者在公路上可能面臨之真實駕駛環境概分成：公路、時間、天候、周圍景物、車流、以及駕駛者本身車輛等六大部份製作場景資料庫，讓使用者很方便可選用。

6

研究對象與範圍II

- 駕駛模擬器操控艙的硬體製作，以及測試操控艙、運動平台及虛擬實境場景三者之間的溝通整合介面，提升模擬系統對操作者操控動作的互動反應速率。
- 本階段之研究將著重在系統性能的提升上。

7

研究內容

- 回顧駕駛模擬器視覺系統及座艙之軟體架構以及標線對於車速影響之相關研究
- 視覺系統之設計
- 駕駛座艙之設計及製作
- 六軸動態平台式駕駛模擬器系統性能的提升
- 全系統的整合與測試

8

視覺系統之設計與製作

- 視覺系統的水平視角愈大，則VR融入效果愈佳。
- 目前國外現有之駕駛模擬器視覺系統其水平視角範圍在120度與180度之間，而垂直視角範圍則在35度至60度之間。
- 本系統駕駛者之最大水平視角設定為180度，垂直視角為50度。

9

視覺系統之硬體架構 I

- 利用三組PC、單槍投影機以及 150英吋之電動珠光銀幕，並整合網路同步連線技術將虛擬駕駛場景分別投影在珠光銀幕上。
- HITACHI CP-X960WA單槍投影機規格
 - 解析度：1024*768
 - 2,359,296萬畫素
 - 亮度輸出：2200 ANSI 流明
 - 對比比例：350：1
 - 投射尺寸：20英吋~300英吋

10

視覺系統之硬體架構 II

- PC規格
 - AMD Athlon (ThunderBird) 1.4G中央處理器、
 - Nvidia GeForce2 GTS/PRO 3D圖形加速卡
 - 256MB記憶體
 - 100MB乙太網路卡
 - 視窗作業系統 (Windows 2000 Professional)

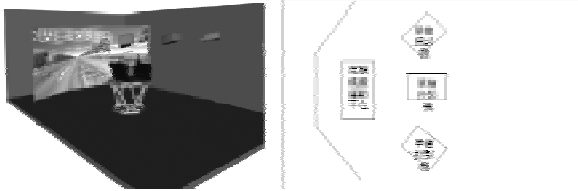
11

視覺系統之硬體架構 III

- 三組電動珠光銀幕相互之夾角為120度，運動平台上駕駛者位置到三組電動珠光銀幕的水平距離均為 2.64公尺，珠光銀幕下緣離地0.9公尺。
- 單槍投影機的位置位在駕駛模擬平台後方2.96公尺至 4.81公尺之間、高度須在 3.4公尺以上，此外還必須落在電動珠光銀幕之中心點的法線上。

12

視覺系統硬體配置



13

影像姿態補償 I

- 由於單槍投影機安裝於運動平台之後上方，而投影珠光銀幕則置於平台前方，因此必須考慮視覺影像與運動平台動作同步化的問題，否則將導致使用人員產生嚴重暈眩的情形。
- 本研究將虛擬場景中汽車之駕駛員的視角位置高度比照實際狀況設為 1 公尺並相對參考場景中的駕駛者位置座標，再將場景與運動平台二者的基準面重合，當場景中的汽車與運動平台同步動作時，視覺影像也會與運動平台一起同步動作。

14

影像姿態補償 II

- 由於六軸平台在不同的頻率響應下，對於不同的平台運動模式會有不同之速度與加速度值，因此在運動的過程中會有行程延遲現象。
- 因此先根據場景的路面資料，將駕駛座艙的感測器訊號先傳送至運動平台，同時再依據油壓六軸平台系統的延遲時間(0.3秒)計算場景視角之旋轉角速度後再將此一訊號傳送至場景，讓場景的播放能夠配合六軸平台的運動。

15

高速公路虛擬實境場景之開發

- 在真實之駕駛環境下，駕駛人有可能在不同的環境下駕駛車輛，本研究將針對駕駛者在高速公路上可能面臨之真實駕駛環境概分成六大部份來模擬真實的駕駛環境：
 - 公路
 - 時間
 - 天候
 - 周圍景物
 - 車流
 - 駕駛者本身車輛部份

16

高速公路虛擬實境場景之開發

- 公路：直線、緩和曲線、圓曲線三種線型公路製作
- 時間：清晨、白天、黃昏、夜晚
- 天候：晴天、雨天、陰天、起霧
- 周圍景物：路燈有無、路樹種類、路樹多寡、路面種類、更換路邊標誌、門架式標誌、門架式號誌，此外並可作分段設定
- 車流：前後相鄰之兩台車，並可設定車速、車距、車數、車種
- 駕駛者本身車輛：有無後視鏡

17

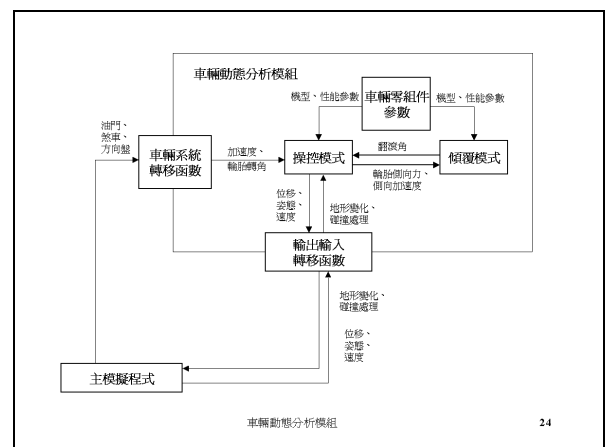
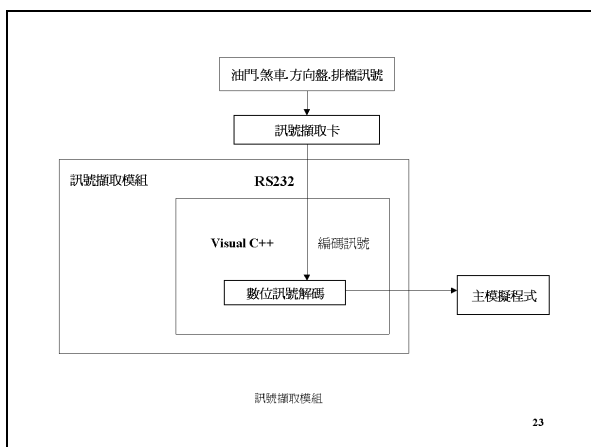
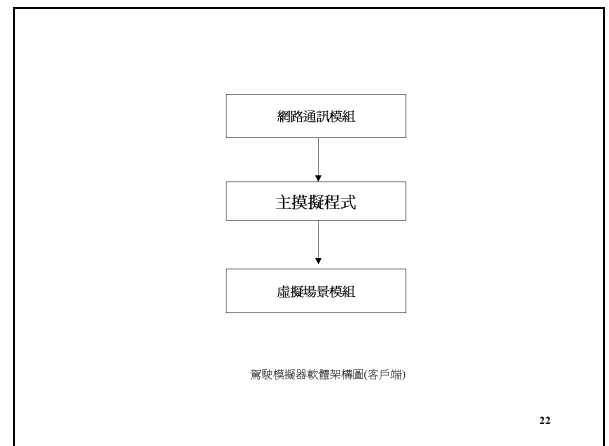
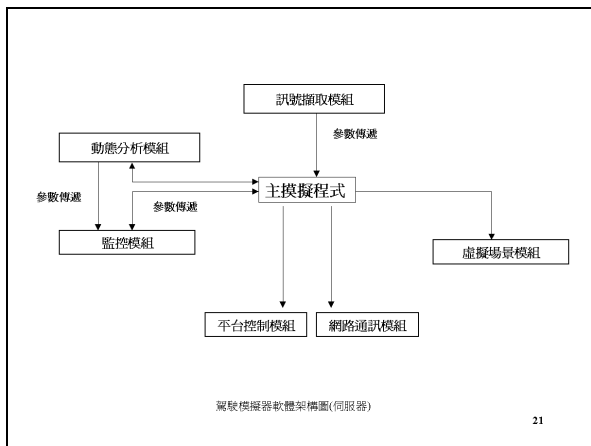
碰撞偵測

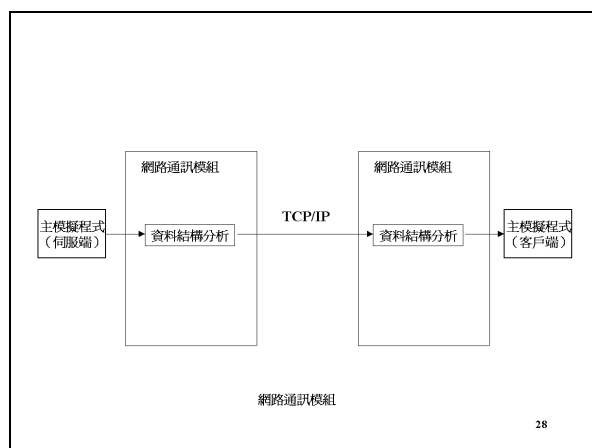
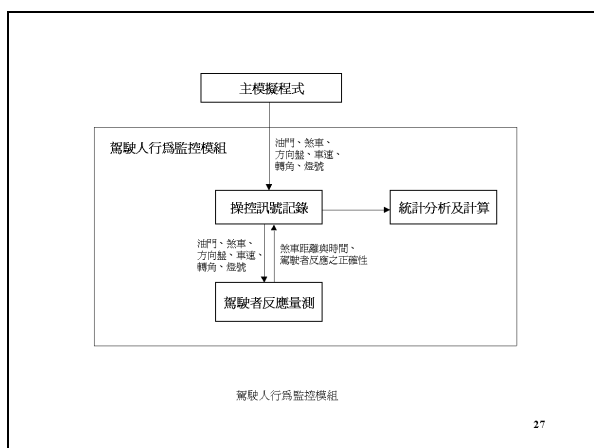
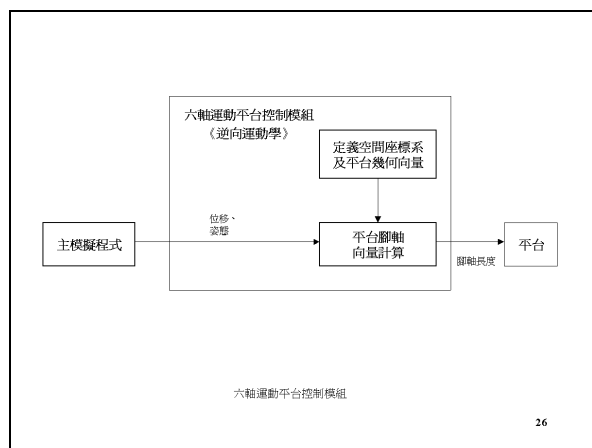
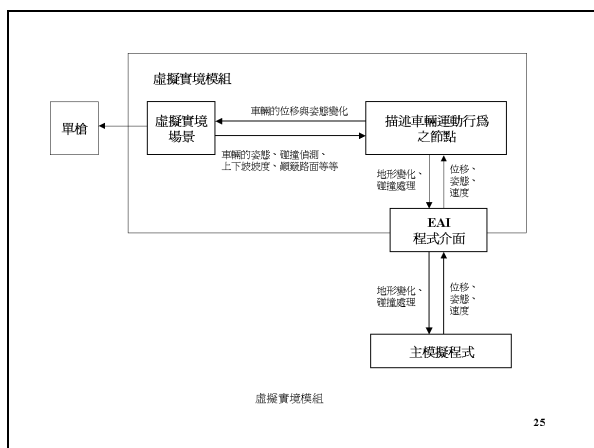
- 本研究有包含車流之開發，如有車流即必須討論駕駛者車輛與車流發生碰撞情形的產生。
- 本研究所使用之碰撞偵測包含有：
 - 車輛對車流的碰撞偵測
 - 車輛對場景中不可侵入區域的偵測

18

- 硬體介紹
- 控制系統
- 訊號擷取系統
- 視覺系統
- 系統整合

Figure 1 illustrates the system architecture of the 3D motion capture system. The central component is the PC (主機), which is connected to multiple cameras (攝影機) via VGA interfaces. The cameras capture data from a subject (人) and a platform (平台). The PC also connects to a server (伺服器) via TCP/IP. The platform is connected to a motion capture controller (運動捕捉控制器) which sends data to the PC via RS232. The PC also outputs data to a monitor (顯示器) via RS232.





視覺反應實驗

- 駕駛模擬器可以分為三類：
 - 低階：桌上型模擬器
 - 中階：單一畫面之運動平台
 - 高階：180度視角之運動平台
- 在不同類型的模擬器平台上，駕駛人的視覺反應情況會有所不同。

29

實驗規劃

- 實驗用場景沿用本期報告所設計的場景並做小幅度的修改。
- 針對三種不同類型的模擬器平台進行進行相同的實驗項目。
- 本次實驗選擇10人進行評估，所有參與測試人員皆擁有小客車駕駛執照，年紀約在25歲之年青人，駕駛經驗皆在兩年以上。

30

實驗項目

- 車流數目
 - 分為2、4、6、8、10輛等五種不同車流數目，出現位置在駕駛人前方。車流速度設定在60公里/小時，車流間距為50公尺。
- 車流間距
 - 分為20、40、60、80、100公尺等五種不同車流間距，車流數目設定為4輛，車流速度設定在60公里/小時。

31

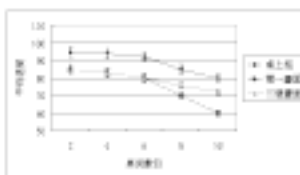
實驗項目

- 標誌辨識距離
 - 五種尺度的標誌，分別為原尺寸的1倍、2倍、3倍、4倍、5倍，設置於平坦道路上。
- 標誌反應時間
 - 五種尺度的標誌，分別為原尺寸的1倍、2倍、3倍、4倍、5倍，設置於平坦道路上，其駕駛速度維持在60公里/小時。

32

實驗評估方法與結果

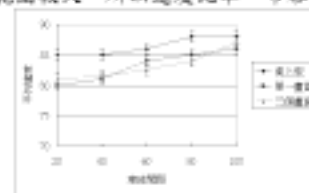
- 車流問題：在一固定的直線路段上駕駛的二公里距離並紀錄其駕駛速度，以了解車流間距對駕駛速度的影響。車流數目愈多時，平均速度會下降；速度：桌上型>三布幕平台>單一布幕平台。



33

實驗評估方法與結果

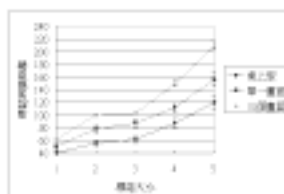
- 車流數目：實驗方法與車流間距相同，了解車流數目對駕駛速度的影響。桌上型模擬器的感覺較不真實，所以速度會較快一點；三布幕的可視範圍較大，所以速度比單一布幕快。



34

實驗評估方法與結果

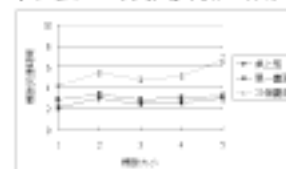
- 標誌辨識距離：紀錄在不同尺度中，各駕駛人所可以辨識的距離。當尺寸愈大時，可辨識的距離愈遠。布幕愈大，可辨識的距離愈遠。



35

實驗評估方法與結果

- 標誌反應時間：紀錄在不同尺度中，從駕駛人進入標誌可辨識距離開始到駕駛行為變化之間的反應時間。尺寸大小對反應時間影響不大，但在不同平台上，其影響就很明顯。



36

研究成果

- 針對國外駕駛模擬器視覺系統及駕駛座艙之功能及資料做一完整分析與評估。
- 建立及製作駕駛座艙之能力。
- 建立三頻道同步視覺系統之能力。
- 增加對於智慧型運輸系統發展上更多更廣的應用空間。
- 完成VR系統整合，並完成基本系統測試。

37

未來工作內容

- 配合VRML之未來技術發展改善後視鏡效果。
- 增加本系統之場景資料庫，如一般市區道路等，以擴充本系統之應用範圍。
- 再增加一個頻道作為汽車後方視覺影像播放之用，讓駕駛者可以直接從駕駛艙之後視鏡看到汽車後方之影像。
- 依據 Highway Capacity Manual 撰寫車流計算程式，並透過系統整合在場景中更換不同的車流狀態設定，以擴充本系統之應用範圍並配合運研所與交通部未來之研究。

38

