

『駕駛模擬器視覺系統之整體規劃研究』期末報告審查意見答覆

委員	審查意見	合作單位答覆
林 所 長 大 煜	<ol style="list-style-type: none"> 1. 關於延遲(Delay)的問題：先看到影片才會有動作，才會把訊息傳遞至六軸平台，這過程中總是會有時間的延遲，剛剛簡報中所謂的補償是否能予以具體說明。 2. 關於臨場感問題：經過實際試駕，覺得臨場感過於強烈，聲音與震動過度強化，能否調校一下。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由於油壓六軸平台在不同的頻率響應下，對於 Longitudinal、Heaven、Lateral、Roll、Yaw 以及 Pitch 等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油壓平台的運動，避免因場景反應速度太快而油壓六軸平台無法跟上所造成之運動平台與虛擬駕駛場景不同步的問題。 2. 臨場感過於強烈的問題，經調教之後已改善許多，未來隨時可以依據不同使用者的感覺來調整參數而且十分容易。
杲 組 長 中 興	<p>經費限制下可做到目前的成果已經十分難得，但是從系統架構下會有幾個問題：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 即時(Real time)問題：在做模擬的作業系統(O.S.)一定 	<p>關於杲組長所提之諸項問題，將採綜合說明。</p> <p>模擬器系統的同步問題一般可以分為三類：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 硬體方面：目前國內研華公司有提供硬體

委員	審查意見	合作單位答覆
	<p>要 Real time，現在合作單位所用的 WIN98 作業系統有沒有包含 Real time 的機構在內？一般在模擬器的投資裏視效系統會占了一半，以 IDF 或是 F5E 的模擬器成本 150 萬美金中，視效系統占了大約 70 萬，但是軟體中通通包含了 Real time，即使是用 WIN NT 的作業系統，還另外加買了一個 RTS 的檔案，它的目的就是要使座艙訊號、動態模組(Dynamic Model)、視覺系統同步，因為在整個 CPU 的時間中，你沒有辦法固定更新畫面的頻率，以中科院的做法而言，會用一個強力的電腦(比如說擁有四顆 CPU 的)只負責計算 Dynamic Model，它是所有控制信號的核心，所有的週邊系統要跟著這個 Dynamic Model 在走，IO 訊號不能佔用 Dynamic Model 的運算時間，視效的運算則是在另外的三個 Channel，合作單位現在的程式寫法一定是用 Sequential 的寫法，儘量的把 CPU 的時間用完，但是 WINDOWS 的作業系統一定沒有辦法保證每一個 Frame 的時間一樣，因為它還要處理其它週邊的系統(硬碟 視覺 鍵盤的 interrupt)，所以擺一個 Real time 的 O.S.就是要將不相關的東西切開，其它的再怎麼壞也不能影響定時的 Frame time，假設以 60 HZ 的頻率更新畫面，車子每行駛一秒鐘，就必須以每 1/60 秒前</p>	<p>方面之控制卡，在價格上並不便宜。本實驗室早期曾經利用研華控制卡同步驅動 3 根油壓缸，因此在技術上應無太大問題，但是一般硬體控制卡的延遲時間大多小於 10^{-4}，與油壓源、油壓平台以及整體系統之機械延遲時間 (10^{-1}) 相比真的很小，因此以目前本系統之駕駛模擬器需求與定位，是否真正需要做到如此精密之控制，可能需要經由相關單位來討論決定。</p> <p>2. 軟體方面：在軟體方面在目前 AMD 1.4GHz 之 CPU 加上 GeForce GTS/PRO 3D 圖形加速卡以及 256MB 記憶體之 PC 架構下，已經可以達到 80 frame/Sec 以及處理一萬多個 Polygon 和大量貼圖的效果，而以人眼的視覺暫留效應而言，影像播放只需達到 12 16 frame/Sec 即可，因此目前本系統在軟體方面三頻道的同步問題可以忽略。</p> <p>3. 硬體與軟體之間：在軟體與硬體的搭配方面，本研究是利用已知之延遲時間來處理，由於油壓六軸平台在不同的頻率響應</p>

委員	審查意見	合作單位答覆
	<p>進一個 step，所有電腦算出來的時間要和這個一致，如果你的 O.S.裏面沒有包含這個東西，就會看到所謂視覺的 stepping 現象以及三個 Channel 沒有辦法同步，因為你裏面的 load 太大了，裏面占掉了 IO、Dynamic Model 還占掉了一個 Channel 的視效系統，還要處理 TCP/IP 這邊信號的傳輸，所以三個畫面中左邊與右邊畫面看起來會有一個快一個慢就是這個原因。</p> <p>2 此外期中審查時我曾詢問怎麼做三個畫面同步信號的問題，合作單位的回覆是說 Database 是放在其它三個 Local 的 PC 這邊，捉信號的時候是在 Local 捉，畫面不是從 Server 那邊傳過來，這一個架構其實所有的模擬系統都是這樣做的，我們買影像產生器的時候各個 Channel 之間的 synchronize 一定是用硬體達成，不是用網路來 synchronize，因為在通知各個 Channel 時，必須同時從第一個掃描線一起走，不然畫面的更新速率會不一樣，人的視覺對 30HZ 以上的畫面才不會有閃動的現象，但是 PC 目前並沒有一個好的解決方案。在一個 Channel 一萬塊美金左右等級的產品都會有這個 Chain Lock 的信號，就是用硬體的信號去 synchronize 所有畫面的輸出要在同一個時間點，是在</p>	<p>下，對於 Longitudinal、Heaven、Lateral、Roll、Yaw 以及 Pitch 等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油壓平台的運動，避免因場景反應速度太快而油壓六軸平台無法跟上所造成之運動平台與虛擬駕駛場景不同步的問題。關於 I-Point 方面，由於每一個受測者身材都不盡相同，因此本系統不考慮此項因素，故以身高 180 公分之駕駛人為參考依據並將人視為一個剛體（Rigid Body），同時固定投影在三個銀幕上的影像之視角高度。至於在 Motion queue 方面，國外目前正進行相關之研究，而且尚未有確切之解決方法。此外，每一個人的煞車反應也都不盡相同，因此本系統之模擬器並未加以考慮。</p>

委員	審查意見	合作單位答覆
	<p>同一個信號上去畫這一個圖,而 TCP/IP 沒有辦法做到這一點,這個是影像產生器做 VR 的一個缺點。</p> <p>3 另外 IG(影像產生器)Channel 和 Channel 之間的信號,尤其是多 Channel 的時候,從中間的路線畫出來到旁邊 Channel 的直線要在一條線上面,中間不能有變形或是上下不一致的現象,這個會牽涉到 I-Point 的計算,所有視覺計算的參考點是要以 I-Point 為主,但是 I-Point 從那裏來? I-Point 是從動態模組來的,車子的運動是個動態的現象,車子可能會煞車、加速,車子的姿態都在變,這個 I-Point 的變化都要從動態模組計算而來,不是一個固定的點,以免在視覺上產生錯誤的感覺, I-Point 是很多在做動感平台的人感到困擾的,因為現在送出去給動感平台的信號是 Position(位置)的訊號,所有人類的感覺器官對於角度是沒有感覺的,除非是把人傾斜到某個較大的角度才有感覺,可是也無法說出角度的大小,都只是很粗略的感覺,內耳半規管的構造中,左右各有三個半規管用來量測角加速度,另外還有兩個量測直線的角速度,而且這八個器官只能感覺到瞬間的訊號,無法感覺到持續的訊號,今天我剛好帶了一本書,是中科院做空間迷向機的書,裏面很詳細地描述了人類內耳半規管的動態模</p>	

委員	審查意見	合作單位答覆
	<p>組，為什麼動感平台不能用位置去驅動，因為例如車輛在爬坡，但是人類對於坡度沒有感覺，除非是爬到60度的坡，你從重力加速度感覺到背上的壓變大了你才覺得你在爬坡，對於所有的姿態和速度都沒有感覺，所以為什麼在IOWA州等等比較大的模擬器中，是用比較大的六軸平台加上一個XY的平台，是為了要產生車輛的運動特性，因為車輛的運動特性不像飛機，車輛的運動都是在一起的，比方說車輛在轉彎的時候傾側的角度很小，因為懸吊系統把車子頂住了，至多側傾到3到8度，但是它產生的側向加速度很大，因為車子在轉彎，但是在動感平台裏面做不出長時間的側向加速度，所以要把平台架在一個很長的XY平台上，去模擬長時間的縱向加速度，尤其是踩煞車和踩油門的時候，這個現象一般用一個單一的六軸平台是做不出來的，就美國IOWA的經驗而言，他們在Motion queue 裏面都投注了很多的心力，因為Motion queue filter 有三種形式，每一種驅動的平台都不是用角度跟姿態的變化來運算，而是把車輛重心位置的加速度濾掉高頻的部份，國內所做的動感平台都用電磁尺量測平台每一根腿移動的距離，但是在國外都是用三角函數量測，可以量到非常精確的角度與行程的變</p>	

委員	審查意見	合作單位答覆
	<p>化，用其微分的值來預估平台的速度和加速度，做為 feedback 的控制信號，這樣才會產生一個比較真實的角加速度跟線性速度的信號，不然可以做一個比較簡單的實驗，比如車輛做一個爬陡坡的動作，從平面前進上坡，人類最有感覺的是坡度轉換過程的那一段，長時間在爬坡的時候感覺會跟在平地一樣，這種瞬間的變化才需要展現出來，尤其在視覺跟動感的 synchronize 上面，不要刻意的 delay，以免跟真實的系統不一樣，因為內耳半規管對於加速度的信號是由腦幹處理的，所以它是屬於反射性的信號，跟人類走路不會跌倒是一樣的，例如邊騎腳踏車邊看書並不會跌倒，因為週邊的視野提供了 feedback 的信號，但是把視野縮小至 30 度之內，有一點點分心的動作就會使平衡能力不好的人跌倒，也就是說 Motion queue 的速度比較快，Visual 的現象可以慢一點，而 Simulation Sickness 是因為這兩個現象沒有固定在一個 frame rate 上面所產生的一個 confuse。</p> <p>4 總括來說會有以上這些問題，不過是因為並沒有投資很多的錢在 Real time 這部份，我是建議 Real time 是做任何模擬最重要的東西，也就是要讓 WIN98 的系統控制在你所要的 Refresh rate 跟 Frame rate 上面。</p>	

委員	審查意見	合作單位答覆
	<p>Synchronize 還是模擬最重要的問題，這個問題能夠解決，學校的做研究的能力就會往上提昇很多，能做到這一步就進入到問題的核心點。像是說 TCP/IP 任何傳遞的信號到不了那個 Frame，就會漏失掉一個甚至兩個 Frame，在作業系統裏面都不能保證一定即時收得到，所以一般 IG(影像產生器)用 PC 的時候，通常會用外插的方式，就是這個 Frame 沒有收到信號，就要根據上面一個 Frame 傳過來的速度或是加速度去外插下一個點的位置，等到收到信號的時候再往下走，也就是用外插的方式解決不能同步的問題，通常市面上夠水準的影像產生器的作業系統不是用 VX work 就是用 Linux 的 Real time，它有個專門的 front end 的電腦，去做訊號處理跟 Database 處理，所以不能把它放在你的 server 裏去處理這個問題，因為 TCP/IP 是沒有辦法同步的。</p>	
洪研究員一平：	<ol style="list-style-type: none"> 1. 投影機因為放在高處，投射到螢幕有個角度，會使原來正方形的圖形變成梯形，請問是如何解決這個問題？ 2. 另外就是兩個螢幕銜接的問題，由於兩個螢幕角度的不同，給駕駛者視覺的 perspective 不同，當你計算畫面時，要如何使投影在兩個螢幕上的直線看來是一 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 雖然單槍投影機架設於高處，仍然可以藉由單槍投影機所具備之梯形校正功能將影像補償回來。 2. 由於本系統投影在三個銀幕上的影像之視角高度設定都一樣，因此只要三部單槍投影機的架設高度、傾斜角度以及離投影布

委員	審查意見	合作單位答覆
	<p>條直線？因為依目前之設計，梯形的調整是由投影機來做，不是由電腦統一調整參數計算作業，而動態平台、投影機、螢幕的相對位置的調整以及投影機梯形修正的參數都會影響到畫面角度與位置的銜接，同時要顧慮的太多了。</p> <p>3. 此外接著吳組長的問題，關於同步的方面，如果使用者要做一個轉彎的動作，機械方面可能要延遲個 0.3 秒才轉，這時候轉彎畫面是配合平台一樣延遲個 0.3 秒再顯現還是怎樣處理？</p>	<p>幕之距離都相同，兩個銀幕的銜接問題即可獲得大幅改善。</p> <p>3. 在轉彎畫面部分本系統主要是利用場景變化並配合六軸油壓平台左右往復運動，以產生轉彎之感覺。</p>
林 組 長 豐 福	<p>1. 可不可能以後使用弧形螢幕？</p> <p>2. 此外回應何志宏教授的問題，本所對於駕駛模擬器的主要用途還是在於交通安全以及交通行為上的模擬，所以不會像國家級的實驗室的設備這麼完善，不過也希望能盡善盡美，此外像董教授所說這個計畫分年進行的問題，這也是不得已的方式，只能以一年一年累積以增加其功能的方式改善其技術，而對於目前發展至今的成果而言尚未達到本所的總目標。</p>	<p>1. 目前國內市場並無相關之產品，而國外具備有弧形銀幕之駕駛模擬器，如 IOWA 等均為頂級之模擬器。在今年 11 月國科會成果發表會上，交通大學正針對弧形銀幕技術進行初步之研究，此項技術不僅在研發成本方面相當昂貴而且技術門檻也相當高，而目前國內並無此項技術且國內外大部分之駕駛模擬器都是用 1 6 個投影器組成，本系統則是採用 3 個投影機組成。</p>
施 教 授 仁 忠	<p>首先，肯定合作單位所做的成果，以下就技術方面進行一些討論。</p> <p>1. VR 相當的複雜，包含的技術也相當多，要做到什麼</p>	<p>1. 參考澳洲 Monash University Accident Research Centre 的駕駛模擬器之後，本系統的 VR 視覺影像已經符合一般駕駛模擬</p>

委員	審查意見	合作單位答覆
	<p>程度完全視要求與目的而定,才能定位要做的東西是什麼。</p> <p>2. 虛擬環境所呈現景物的真實度對於駕駛者的影響很大,至於影響的程度與影響的因素,以及對駕駛人所產生的影響,可能可以結合心理學的專家來掌握這些因素,從這裏來設定在視覺方面所要達到的逼真程度到底是多少,當然以現在所呈現的程度而言,因為受限於硬體,無法達到高標準的要求,以高階繪圖的嚴苛角度來看,目前差不多是電動遊戲的畫面等級,加上本計畫還要求有動態以及天候與時間的變化,以現有的品質而言還有很大的成長空間,否則不能符合應用於交通安全研究的定位。</p> <p>3. 此外合作單位提出了一個視覺反應的實驗報告,個人認為在實驗設計上面有一些地方不是很合理,比方說在實驗中選擇了十個年紀 25 歲左右擁有小客車駕照兩年經驗的受測者,抽樣的範圍似乎太小了,或許年齡層應該廣一點,其駕駛經驗也應該有些不一樣,否則實驗的準確性與可信度可能不會那麼高。</p>	<p>器之要求,關於類似如對向來車燈光所造成之炫光等各種特殊效果,每一種都必須投入相當大之人力與物力來開發,因此開發與否需經由相關單位討論決定。</p> <p>2. 由於本研究之重點在於系統硬體開發,因此視覺反應實驗僅是用來初步確定系統之可行性,未來進行類似實驗驗證之研究,可以參考國內外相關之研究。</p>
王副組長穆衡	<p>1. 以運研所的立場而言,建議研究單位規劃每個階段進行不同的實驗,同時再發展新的實驗目標,才能訂定下一階段的軟硬體更新目標,較符合成本效益,也就</p>	<p>1. 遵照辦理</p> <p>2. 在目前國外相關之研究都會讓使用者先經過 pretest 之後,再到模擬器上進行實驗,</p>

委員	審查意見	合作單位答覆
	<p>是要以實驗為導向。</p> <p>2. 而在系統設計方面,想詢問是否有讓受測者先行試測練習之後再進入實測狀況的設計,此外車流與天候能否做到隨機分布?而受測人反應如加速 轉向等動作如何擷取?將來是否可能擷取受測者的心跳 心情等訊息?</p> <p>3. 另外在第七章之前應該要有一專章說明現有成果之彙整,而補充的實驗報告也應加入報告定稿中,還有就是定稿報告中要注意的用語,切勿用「將進行...」等等不確定的用語。</p>	<p>因此未來在實驗流程上會有讓受測者先行試測練習之後再進入實測狀況的設計。關於車流與天候能否做到隨機分布的問題,目前本實驗室已經參考美國 HCM 手冊撰寫車流計算程式,未來可以透過介面將計算後之車流狀況在駕駛模擬器之場景中顯示出來,因此在技術上整體而言是可行的。在擷取受測者的心跳、心情等訊息方面,本實驗室也正與榮總合作進行初步之探討,目前在醫院中用來偵測心跳、耗氧量的儀器大多缺少與電腦溝通之介面,有的話價格也十分昂貴。</p> <p>3. 遵照辦理。</p>
湯研究員儒彥	<p>1. 實驗之車流場景應為變動的分佈,不是像現在固定車輛數與間距的狀況</p> <p>2. 視覺系統目前只做在螢幕上,但是對於如對向來車燈光所造成之炫光等效果就無法達到,又如路燈距離之變化對駕駛眼睛的疲勞有關等等,這些現場感能否達到?</p> <p>3. 實驗評估部份,簡報中針對桌上型等三個設備等級進行比較,建議能就反應時間與車流的關係與實際已有</p>	<p>1. 目前本實驗室已經參考美國 HCM 手冊撰寫車流計算程式,未來可以透過介面將計算後之車流狀況在駕駛模擬器之場景中顯示出來。</p> <p>2. 關於類似如對向來車燈光所造成之炫光以及路燈距離之變化對駕駛眼睛的疲勞等各種特殊效果,由於每一種都必須投入相當大之人力與物力來開發,因此開發與否需</p>

委員	審查意見	合作單位答覆
	<p>的數值進行比較</p> <p>4. 另外 VR 眼鏡能否取代固定之螢幕，請參考。</p>	<p>經由相關單位討論決定。</p> <p>3. 遵照辦理。</p> <p>4. 目前國外對於模擬器的影像顯示系統（HMD、桌上型以及銀幕顯示）比較已有相關研究，因此以 HMD 作為顯示系統可作為日後之研究方向。</p>
張高級分析師芳旭：	<p>1. 日本在公共場合設有駕駛模擬器可以讓受測者了解自己的行為模式，請參考。</p> <p>2. 在 ITS 方面如 CMS、路況、導引系統之影響等等可作為研究之方向。</p> <p>3. 可用對照組的方式，從心理與生理條件檢查 VR 是否合理，請參考。</p> <p>4. 模擬的聲音不夠真實。</p> <p>5. 車流沒有互動的動作，建議請改善。</p>	<p>1. 公共場合設駕駛模擬器的可行性，除了要考虑成本之外也需要相關單位配合。</p> <p>2. 未來本系統將配合 ITS 進行相關之研究。</p> <p>3. 遵照辦理。</p> <p>4. 聲音部分未來將採實車錄音方式來改善原本系統。</p> <p>5. 本系統已加入車流之碰撞偵測。目前本實驗室已經參考美國 HCM 手冊撰寫車流計算程式，未來可以透過介面將計算後之車流狀況在駕駛模擬器之場景中顯示出來。</p>

