

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

以電腦視覺技術做人與虛擬實境場景之互動

A Study on Interaction between Human Beings and Virtual Environments by Computer Vision Techniques

計畫編號：NSC90-2213-E009-050

執行期限：90年8月1日至91年7月31日

計畫主持人：蔡文祥

國立交通大學資訊科學系

計畫參與人員：張欽圳、賴志群

范惠屏、劉睿智

國立交通大學資訊科學系

一、中文摘要（關鍵詞：自動車、電腦視覺、環境學習、物體追蹤。）

隨著近年來電腦視覺與各種感測技術的進步，自動車的能力已大有進展。自動車已經可以幫助人類處理許多工作，對於各種自動化領域有著極大的貢獻。因此，世界各國都投注了相當的資源進行相關的研究。

在過去的研究中，我們已經發展出許多自動車的相關技術，順利地將電腦視覺技術應用在自動車導航上。為了延續我們過去的研發成果，本年度我們利用新的技術與方法，就過去研究所遭遇到的困難加以解決，並且針對自動車的學習問題進行研究，使自動車更能適應不同的航行環境。主要的研究項目有三：

- (1) 虛擬環境之建立與探索；
- (2) 人機介面技術之發展；
- (3) 輸入裝置之設計。

本期計劃中強調的重點在於利用不同的方法去解決自動車的學習問題。這些問題都較過去所處理的問題複雜，也都是自動車的實際應用問題。

Abstract (Keywords : autonomous land vehicles, computer vision, environment learning, object tracking.)

With recent advances in computer vision and sensor technologies, the capability of intelligent autonomous land vehicles (ALV's) has made great progress. ALV's can help us with many repeated, difficult, and dangerous tasks, and contribute a lot to different areas of automation. As a result, research on autonomous vehicles has attracted worldwide interest.

To extend our previous research results, we have used more practical methods to solve the difficulties that have been encountered in the past, and dealt with the learning problems of ALV's. The main purpose is to make the ALV more versatile to adapt to various environments. The major results include:

- (1) establishment and exploration of virtual environment -- applying ALV techniques of navigation and computer vision to set up virtual

reality scenes;

- (2) development of user interface technology -- analyzing and realizing the move of feet;
- (3) design of input device – an inside-out vision-based 3D mouse.

All results above focus on solving learning problems of ALV's with different approaches. These practical applications are more complicated than those studied in the past, and they have been efficiently solved in this study.

二、計畫緣由與目的

數千年來人們一直努力製造智慧型系統來增加生產力及改善生活。這種智慧型系統必須具備有感知人類活動與提供自然回饋方式的能力。由於電腦視覺是一種非接觸性的感測方式，比起其他可用來感測人類活動的方法，電腦視覺對於人類而言是一種更自然、更便利的感測方式。因此，發展和研究電腦視覺技術來感知人類的活動是必需且重要的。

隨著硬體與電腦視覺技術的進步，帶動了自動車在電腦視覺能力上的提升，實用階段已是指日可待之事。並由於電腦視覺與自動車相關應用結合的重要性，已成為現今為世界各國學者致力研究的主要課題。但是有關於使用者的輸入介面，卻一直缺乏友善且容易操作的輸入方式。有鑑於此，我們嘗試透過電腦視覺的技術，來改善使用者操作自動車的方式，發展可便於使用者觀看的虛擬場景，可以辨識人類肢體並相對行動的人機介面，以及透過擷取影像來運作的三度空間滑鼠。

由於人習慣於用頭、表情、手、角來

表示自己的意向與活動，於是我們針對這些主題進行研究並發展出數個新方法來分析這些部位的動作。另外我們也可以在人身上放置特殊的標記，藉由這些標記，我們就能夠得到人準確的方位。目前有許多方法可以計算出標記的方位，但是它們不能知道影像特徵及所計算出方位的品質。在這個研究裡我們也提出新方法來確保品質。

本計劃“以電腦視覺技術做人與虛擬實境場景之互動”，利用攝影機或其他感應器在未知的環境中擷取特徵，利用這些特徵來建構虛擬環境，使得自動車得以利用此虛擬環境作更順暢的航行。並且利用電腦視覺的技術，發展出更友善的人機介面及輸入裝置。在過去的相關計劃中，我們已經發展出數種自動導航的技術，成功地應用在室內與室外的自動車導航上，也完成甚多篇相關的論文及技術報告，並且在國內外著名的會議與期刊發表。本年度繼續對本計劃所訂的題目作進一步的探討，期使人機介面更加便利，自動車更具智慧，更能適應實際的需求。

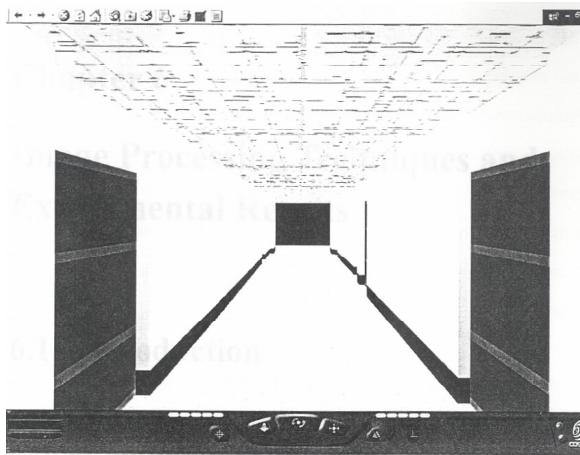
計劃申請人在無人駕駛車自動導航系統、機械人定位、三度空間物體檢識辨認等相關學理上已有多年的研究經驗（請參見著作清單）此外，申請人亦曾主持或正在進行多項相關研究計劃。

三、結果與討論

1. 虛擬環境之建立與探索—利用影像建立虛擬實境之場景：在虛擬場景的建構方面，我們捨棄以人工測量環境各部分立體結構再建立三維模組的傳統方式，而利用裝置在自動車上的三隻相機，同步收集並記錄在航行路徑上兩邊 baseline 和天花

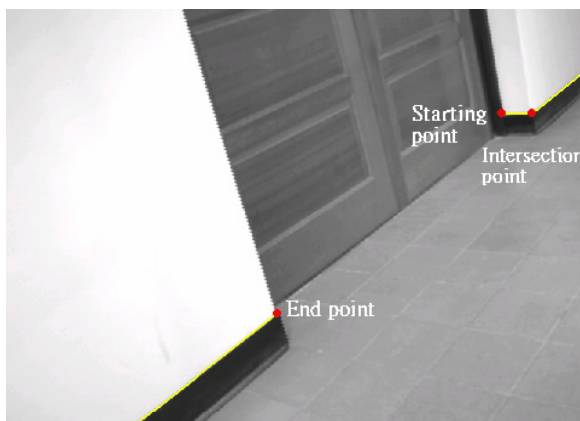
板的環境資訊。

最後，我們將場景資訊轉換成 VRML 的格式，再安裝可令瀏覽器觀看 3D 模組的 plug-in application，使用者可透過瀏覽器來觀察環境（見圖一）。



圖一：使用者透過瀏覽器看到的環境場景

2. 人機介面技術之發展—肢體動作於自動車控制之應用：在建立自動航行模組方面，我們利用一部架有多隻相機的自動車，收集正前方與走廊上 baseline 的資訊，利用 baseline 上各特徵點的位置比對，來達到導航的目的（見圖二）。



圖二：走廊 baseline 上的各種資訊

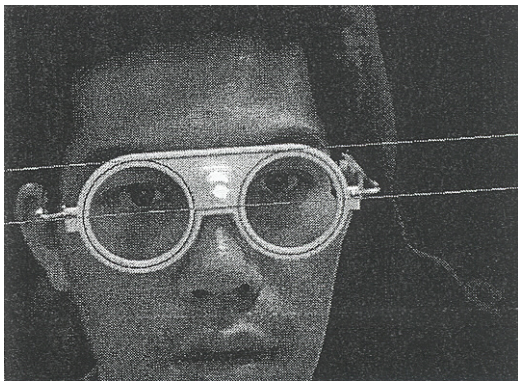
此外，為了達到巡邏的需求，自動車必須在航行時能夠偵測到非預期出現的物

體，並且利用形狀比對、電腦視覺與連續影像的技術來判斷偵測到的物體為靜態或是動態。在這方面，我們使用 DWC (distance-Weighted Correlation Measure) 來比對障礙物形狀的相似度；相似度較高的視為靜態，反之為動態。對於靜態的物體，我們先計算障礙物與牆間的距離，取其中點以弧線的路徑來避開障礙物；對於動態的物體，則研究其行動方向，採用物體追蹤的方式來跟蹤此移動之物體。

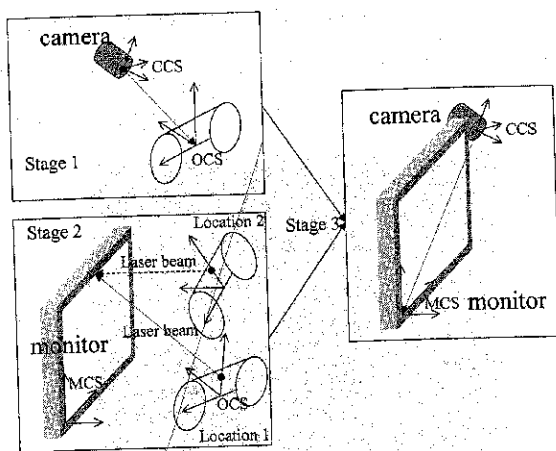
有關人機系統與自動車系統的整合方面，我們研發出三種不同的自動車控制方式。第一種是使用者坐在自動車上，利用大眾所熟悉的方向盤和油門來控制自動車；第二種是透過車上的程式介面來下指令，透過這個方式還可以直接記錄自動車的行駛資訊，可用於自動車學習環境資訊；第三種是利用無限網路，透過程式由遠端的電腦和自動車上的電腦連線，使車子的位置資訊與環境的狀況可以在監控端和車子之間傳輸。

3. 輸入裝置之設計—以電腦視覺追蹤人眼技巧設計三度空間滑鼠：由於人眼的特徵容易隨著使用者而有所不同，視線焦點捕捉不易，加上 camera 無法同時拍到使用者和銀幕，而導致無法得知 camera 和銀幕的相對位置。因此，我們讓使用者戴上一個輔助用的眼鏡，在眼鏡的中間有一雷射光點，以便於取得視線的定位。利用眼鏡的特徵（兩個圓形和兩條平行線，如圖三），可以得知眼鏡和 camera 的相對位置（OCS—CCS），再透過計算雷射光射在銀幕上特定點的方程式，便可以求出 camera 和 monitor 的相對位置（CCS—MCS，見圖四）透過我們所建立的座標轉換系統，可以對眼鏡上的雷射光射在銀幕上的位置做

定位的動作。



圖三：輔助眼鏡與其特徵



圖四：OCS、CCS 與 MCS 之轉換

- [2] C. C. Chang, "Vision-based analysis of object poses and human activities for human computer interaction applications," *Ph. D. Dissertation*, Department of Computer and Information Science, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan, Republic of China, December, 2000.
- [3] R. C. Liu, "Security patrolling in building corridors by multiple-camera computer vision and automatic vehicle navigation techniques," *M. S. Thesis*, Department of Computer and Information Science, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan, Republic of China, June 2001.
- [4] T. J. Fan and W. H. Tsai, "Automatic Chinese Seal Identification", *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, Vol 25, pp. 311-330, 1984.
- [5] H. P. Fan, "3D indoor virtual environment modeling via vehicle navigation and multi-camera image data fusion," *M. S. Thesis*, Department of Computer and Information Science, National Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan, Republic of China, June 2000.

四、計畫成果自評

本計畫研究與原預定計畫相符，成果達到了預期的目標，成果的一部份並撰寫成一篇論文『利用電腦視覺技術以圖形資訊作物體定位之研究及其在運載工具自動化與虛擬實境之應用』，刊登於 2002 年中華民國影像處理與圖形識別學會論文集上，獲得電腦學會最佳論文獎。

五、參考文獻

- [1] C. C. Lai and W. H. Tsai, "Camera calibration with respect to computer monitors using eye-glasses with a laser pointer for virtual reality applications," *Pattern Recognition and Image Analysis*, Vol. 12, No. 1, 2002.