

行政院國家科學委員會補助
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* *****
* 計 畫
* : 視覺控制於遙控車之應用
* 名 稱
* *****

執行計畫學生： 陳彥東
學生計畫編號： NSC 99-2815-C-040-021-E
研究期間： 99年07月01日至100年02月28日止，計8個月
指導教授： 秦群立

處理方式： 本計畫可公開查詢

執行單位： 中山醫學大學應用資訊科學學系（所）

中華民國 100年03月29日

目錄

頁次

中文摘要	I
英文摘要	II
第一章 前言	1
第二章 研究目的	1
第三章 文獻探討	2
第四章 研究方法	5
第五章 實驗結果	17
第六章 結論與建議	21
附錄一 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表	23

圖目錄

	頁次
圖一:立體視覺示意圖(a)單眼立體視覺 (b)雙眼立體視覺	2
圖二:系統硬體架構圖	5
圖三: 89S51 控制訊號流程圖	7
圖四: 系統軟體流程圖	8
圖五: 偵測移動物的流程	9
圖六: 亮度微分示意圖	10
圖七: 雙眼立體視覺示意圖	12
圖八: 尋找對應點	13
圖九 日本 RFID 應用藍圖	14
圖十: 巡邏歷程紀錄架構圖	15
圖十一: 即時環境監測架構圖	16
圖十二: 移動物偵測實驗(一).....	17
圖十三: 移動物偵測實驗(二).....	18
圖十四: 美術室 (a)左眼影像 (b)右眼影像 (c)SSD 視差影像.....	19
圖十五: 室內 (a)左眼影像 (b)右眼影像 (c)SSD 視差影像.....	20
圖十六: 系統完整介面	21

摘 要

近年來，嵌入式系統在網際網路與行動裝置的蓬勃發展，已不同往日而語。如工業的遠端監控、3G 手機的影音和保全的監控攝影等，都是很好的例子。本計畫主要研究視覺控制在遙控車之應用，最終將實作出一套視覺伺服系統。我們於遙控車前方架設攝影裝置，取得車前的影像資料後，傳送到後方的嵌入式系統進行運算，並利用我們的立體視覺技術判斷出最適當的行進方向，驅動遙控車使其順利的往目的地前進。除此之外，我們另外將自走車與 RFID 設備結合所構成的即時環境偵測系統，以及使用光流演算法的入侵者偵測技術等額外功能，將可廣泛的應用於各行業之需求上，例如：倉儲運送車之應用，可減少人力的耗費，增加競爭力。

關鍵字：嵌入式系統，視覺控制，立體視覺，光流法

ABSTRACT

Recently, the development of embedded systems on Internet and mobile devices is flourishing. It can be applied to Remote Monitoring Technology of Industrial Management, 3G mobile phone and Security Monitor. Hence, our research topic is “Application of Remote-Control car with Visual Control”. We hope to complete a vision servo system. First, we set up a webcam in front of the car; it can capture the sequential images and sent to the back of the embedded system. Then, we use our stereo vision algorithm to determine the way where it can go. Finally, the remote-control car will follow the designated and forward to the destinations. In the indoor, we can detect an intruder and send out a warning by optical flow algorithm. This technology can be widely used to any Industry. For example: In Warehouse Management, the Automatic Transport can reduce the manpower cost and increase competitiveness.

第一章 前言

隨著大眾生活模式變遷，智慧型機械裝置逐步導入大眾消費商品開發，近年來熱銷的智慧型機器人便是高科技平民化的最佳典範。智慧化服務型機器人的原型機，起初大多來自於學術研究機構的研發雛型，且當時毫無實際應用的需求，近幾年日本企業，尤其 Honda 與 Toyota 等日本車廠均提高了研發此類服務型機器人的發展規模，致力於達成商品實用化的市場目標，並各自開始示範與使用其自家開發的機器人。整體而言，日本市場目前以工業用機器人為主，逐漸朝向服務型機器人市場邁進，伴隨日本經濟產業省等政府單位，推動一系列日本機器人實施政策，未來發展動態值得觀察

各式各樣的自動化產品相繼問世，但高昂的產品價格與維護成本卻是它難以普及化的一大原因。目前市面上的機器人多半僅會有某種特定功能而已，例如掃地機器人就只會掃地，而不一定具有偵測垃圾存量、迴避障礙物等其他額外功能。若每一種功能都需要另外購買一台機器人，那麼就會到處充斥著機器人，不僅浪費金錢也浪費了空間。因此智慧型機械裝置應具備更豐富多元的功能，以滿足忙碌現代人的各式需求。

第二章 研究目的

凡利用外接或內部攝影機傳回的影像作為系統控制的回授資訊之用，輔以電腦運算模擬立體視覺成像，以進行目標的相對定位或追循並藉此控制各式機械的運轉，即所謂的視覺伺服控制(Visual Servo Control)。視覺控制長久以來一直都是個熱門的話題，但大多數的研究都有一個共通點，就是在系統的實做體積非常巨大，所以在實際的應用上有所難度。所以如何將它小型化、便利化與輕量化的同時，卻又不失其性能與精確性，更是我們的主要研究目標。

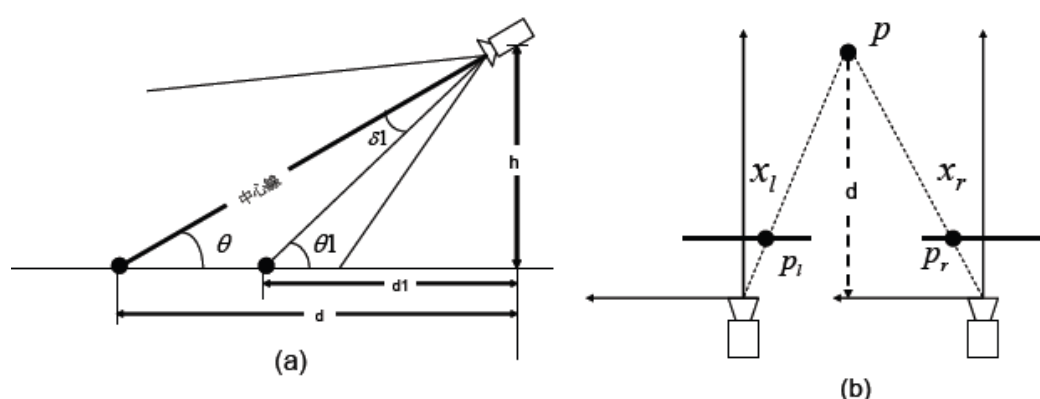
本計畫主要研究以嵌入式系統實作視覺伺服應用在遙控車上的技術。藉由架設在車前的攝影裝置所擷取到影像，傳送到由嵌入式系統所構成的運算核心，進行道路判斷與移動物偵測之後，再使用 89S51 的控制電路去控制車輛的移動，並藉由搭配各種的輔具設施如 RFID 電子標籤等設備，使其擁有更多的額外功能。

本計畫之成果將可與大多數的電子產品整合以應付使用者的需求，未來可望利用於各種具導航功能之行動裝置，如醫院路線導引協助病患移動至所需的地點；或是用以替代傳統人力，使用自走機械於各式惡劣環境探勘之使用與救災現場的環境搜尋。

第三章 文獻探討

立體視覺(Stereo vision)可能是生物為了競爭而演化出一種生存手段，人眼之所以能感受到立體效果，是因為我們具有深度的知覺。而提供影像深度資訊的，分別是視覺線索(Visual cue)與動眼線索(Oculomotor cue)。視覺線索又可分為雙眼線索(Binocular cue)與單眼線索(Monocular cue)二種，其中的雙眼線索指的就是因為人類兩眼間的位移，造成物體在視網膜上的成像有所差異，稱之為雙眼像差(Binocular disparity)。然而這些像差卻是人眼判斷是靜態物體遠近距離的重要依據。人類同時擁有兩隻眼睛的目的不只是抽取深度訊息而已，兩隻眼睛的運用也提供更好的空間解析度，有利於各種視覺作業的偵測與區辨，而雙眼視覺的影像也更有真實感、臨場感與震撼力也更符合正常的視覺感受。

至於如何建置一個立體視覺(Stereo Vision)影像，現今有兩種較為常見的方法。第一種是利用兩部攝影裝置來模擬人眼，在概念上類似人類藉由雙眼感知的影像相疊推算深度，若已知兩個攝影機的彼此間距與焦距長度，而擷取的左右兩張圖片又能成功疊合，則深度資訊可迅速推得；另外一種方式是藉由一部攝影裝置的移動，獲取連串的連續動作影像，藉此重建立體視覺。前者又稱為雙眼視覺法，但在實作上較為困難，因為兩部攝影裝置在擷取影像的時間上必定會有誤差，無法像人眼一般同時進行；而後者所使用之建立立體視覺方法有很多種，本計劃所使用的是受到較多學者推崇的光流法：在連續變動的影像平面中攝影裝置與環境之相對速度會造成各個影像像素之運動，此種影像像素的運動速度即為光流。以光流為基礎來建構立體視覺之方法的主要優點為不需要事先定義目標物特徵，所以適用於較廣泛的定位與追蹤作業，這也是本計劃使用該方法的重大原因。



圖一:立體視覺示意圖(a)單眼立體視覺 (b)雙眼立體視覺

視覺控制技術所能夠應用的層面非常廣泛，無論在何種領域，都有很大的發展性與未來性。在工

業與機械運用方面，Chen-Hsun Tsai (2007)將其運用在二軸機械手腕的取物控制上。該研究以桌球運動觀點，選擇球板系統(Ball and Plate)作為首要開發的目標，提供一套靈巧機器手腕與影像回授控制設計。製作具兩個自由度的機器手腕系統，末端是一只壓克力板，網路攝影機擷取影像回授至個人電腦上，撰寫程式取得球位置，並設計線性二次調節器(Linear Quadratic Regulator, LQR)決策平板傾斜角度，能使球到達平板上的特定位置。

Wha-Tin Ji(1998)則藉此探討焊接自動化機械臂的可行性。利用二塊金屬板來模擬焊接自動化中的被焊接物體，由攝影機鏡頭所拍攝的畫面讀入電腦中，利用影像處理的技巧突顯觀測物體，進而求出物體的特徵點及中心線，接著配合三維空間座標求解，計算其在空間中相對攝影機中心的座標位置，接著用卡氏空間控制法則，先求出焊軌相對於機器臂基底的空間位置，再令機器臂前端CCD鏡頭中心或是抓取器(end-effect)在該軌跡上作定速等距移動，並配合追縱控制來提高準確度，模擬焊接動作之進行。目前該研究的發展成果已能利用影像導引來操控機器臂在未定環境下，對空間中之三維物體做焊接模擬，若未來欲使用視覺伺控制來操控機器人對物體做實際焊接，則依此實驗發展下去應可達成一定的成果。

在導航與車輛控制的相關應用上，Cheng等人(2006)已經成功開發出能在戶外環境下偵測道路中央隔線與道路邊線，藉此控制車輛載指定到路區塊內沿著地面指示線前進。Sung Yug Choi & Jang Myung Lee (2006)更提出了應用在高速公路的車輛控制系統。該研究使用與Cheng等人相同的原理來架構出隱藏的“軌道”，但它卻能夠同時捕捉到其他車道上的車輛，計算出障礙物(其他車輛)與自身的距離，讓車輛在行駛的過程中又不至於與他車太過接近，以免發生危險。

Sanderson 和 Weiss(1980)將視覺影像系統依據誤差訊號所定義的方式分為以位置為基礎和以影像為基礎兩大類。以位置為基礎的立體視覺，是以物體投影於影像平面上像素的位置偏移來判斷該物體的移動。而以特徵為基礎的立體視覺，則是以物體投影於影像平面上的特徵之變動進而決定該物體之運動行為。兩者最大的不同在於以特徵為基礎的立體視覺，由於以影像的特徵作為所需資訊，所以對此影像必須有一定的了解。

那什麼又是嵌入式系統(Embedded System)呢？根據英國電子電機工程學會(IEE Electronic Library)所賦予的定義，它是一種「控制、監試或輔助設備、機器甚至是工廠運作的裝置」。與現今通用的電腦系統不同的是，嵌入式系統通常是針對某一特定用途所開發的，所以設計人員能夠對它進行

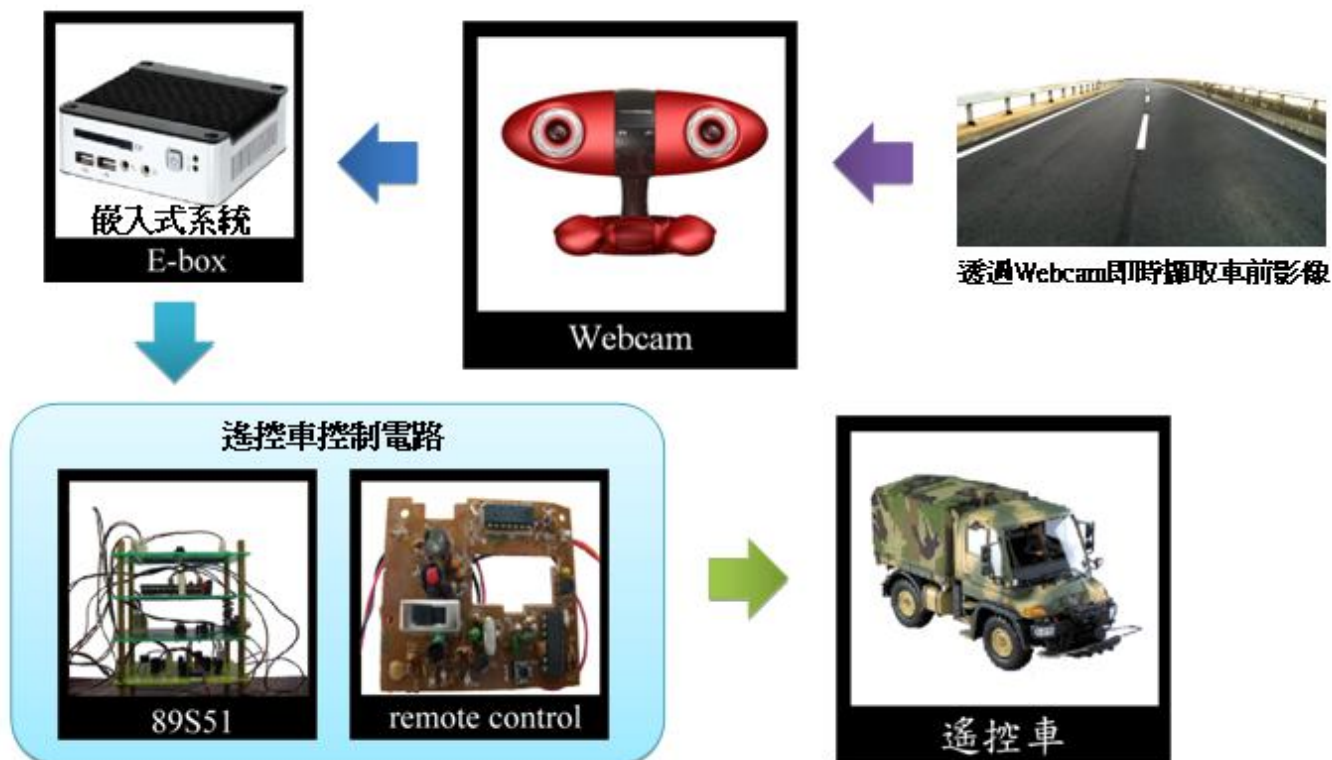
最佳化或是減少尺寸降低成本。由於嵌入式系統大多是進行大量生產的，所以單個的成本節約將能夠隨著產能而成千上萬倍的放大。根據經濟部ITIS計畫報告，嵌入式系統運用在家庭的資訊家電運用上，就有網路電視配合視訊轉換器（WebTV and Set-Top Box）、家庭娛樂設備及其他傳統家電與網路界面的整合。而在個人應用上，有電子書、可攜式全球定位系統裝置（Portable global positioning devices）、可上網行動電話、個人數位助理（PDA）配合無線傳輸功能及穿戴式電腦（Wearable computers）。在企業界的應用上，有嵌入式伺服器（Embedded server）及精簡型終端設備（Thin client）。在歐美國家的風力發電監控系統(Wind Power Generation Monitoring System)也是利用網路遠端控制的嵌入式系統來減少人事成本。簡單來說，嵌入式系統(Embedded system)，是一種「完全嵌入受控器件內部，為特定應用而設計的專用計算機系統」。

嵌入式作業系統(Embedded Operation System)則是專為嵌入式系統所設計之作業系統，雖然其設計比起一般的作業系統更為簡潔且更具高效能，但同時也有許多常見作業系統的功能，將因為無法支援而沒辦法使用。在我們生活週遭隨處可見的銀行自動櫃員機(Automated Teller Machine)，閉路電視系統(Cash Registers)，電視盒，全球定位系統(Global Positioning System)與點唱機等，使用的都是各自專門的嵌入式作業系統。

第四章 研究方法

4.1 系統硬體架構

本計畫研究希望能夠設計出能夠適應任何惡劣環境，憑藉其獨立系統的運算規劃避障並往指定目標行進的遙控車系統。所以我們可以清楚的在硬體的設計上看出，它將是一個完整獨立的個體，無須在藉由任何的有線無線的訊號線連接，因為連同運算核心設備，電源供給與車輛動力控制系統同時組合在遙控車上。其系統硬體架構如下圖二所示，以下將針對本系統之運作流程做詳細的說明。



圖二:系統硬體架構圖

首先讓透過攝影裝置(webcam)擷取影像至嵌入式系統裡做道路路徑的判斷，嵌入式系統中所使用的作業平台是 Windows CE，接下來將判斷的結果經由 RS232 傳輸方式傳送訊號至以 89S51 單晶片為核心的控制電路中，最後經過 89S51 控制電路的訊號判斷後將會發送前進、後退、向左轉和向右轉的控制訊號，藉此控制車輛的行進。

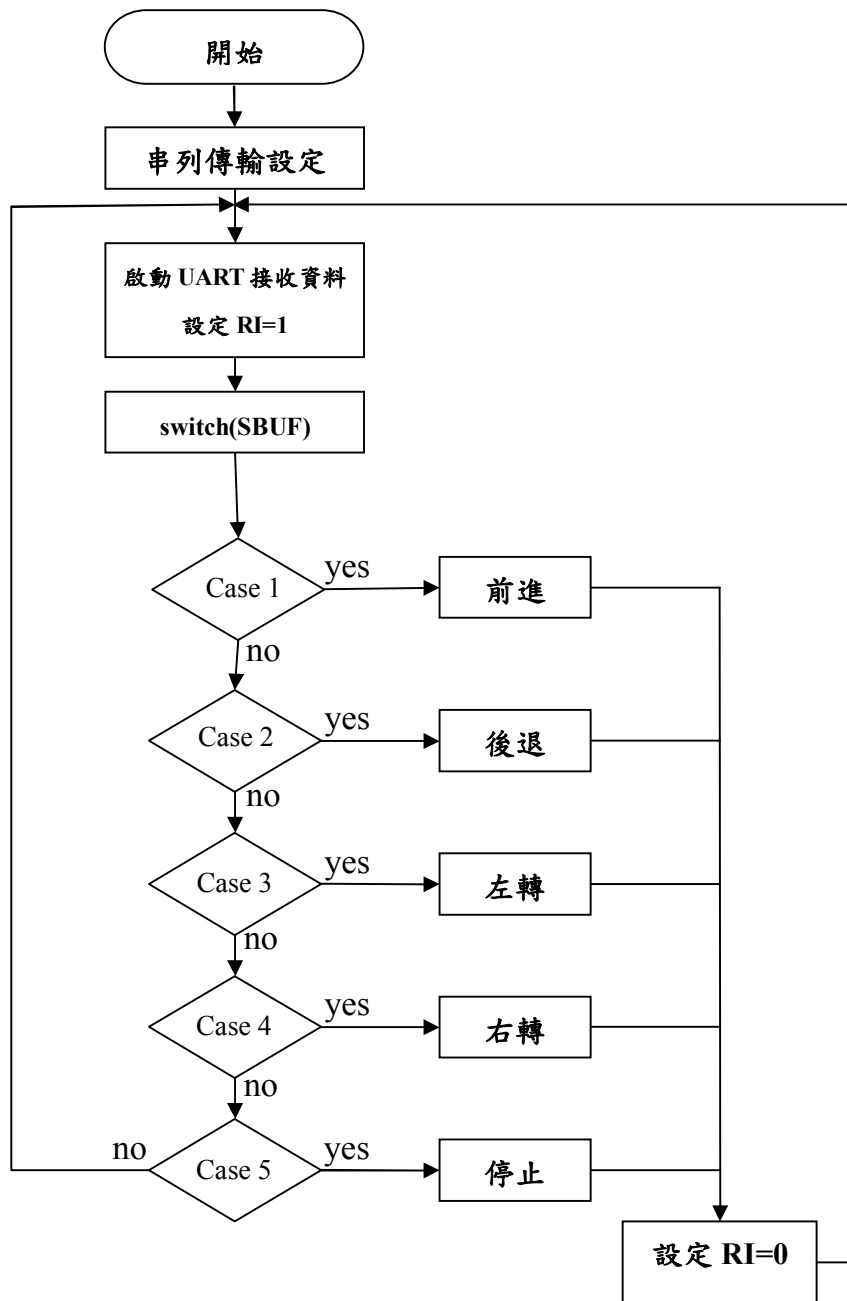
在 89S51 控制電路板部分，除了 89S51 單晶片，其它部份包含有穩壓電源，其目的將 9V 電源轉換為 5V 電源輸出。其次是 RS232 串列傳輸，將來自 eBox-4300 的控制訊號傳送給 89S51。最後為 TC4066BP，它是為了配合遙控車的遙控器電路板所使用的 Switch IC。

控制遙控車前進、後退、左轉和右轉等行動的，是控制電路組內的導通銅片。我們於控制電路中加入 TC4066BP，該 IC 內有四組可控制訊號傳遞的 Switch 開關，如圖 6 所示。圖 7 為 89S51 控制電路的成品，該控制電路可分為 4 層架構，由上而下依序為 TC4066BP 電路、89S51 控制電路、RS232 串列傳輸與穩壓電源 5V 輸出。所有的電源供應都由最下層的穩壓電路所提供，而所有 eBox 發出的訊號將會經由 RS232 串列傳輸到 89S51 控制晶片。當 89S51 晶片解析資料後，若有行進的訊號時，將會經由 89S51 傳給上一層 TC4066BP 晶片去開啟 Switch 開關；若無收到任何的行進的訊號，則關

閉 Switch 開關，如此便能控制遙控車的行進方向。

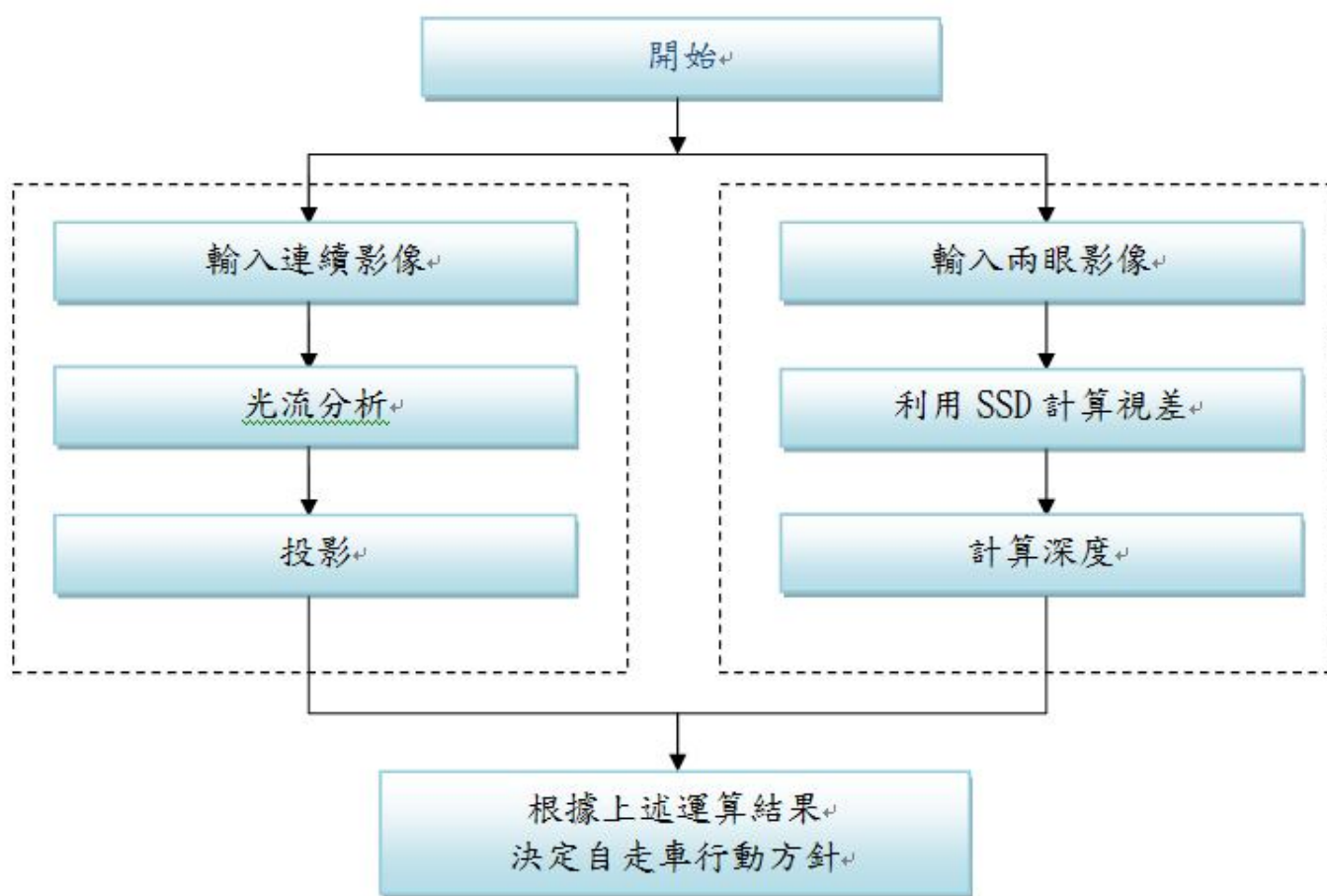
4.2 控制訊號流程

本系統所使用之89S51控制電路，其系統控制訊號流程如下圖五所示。首先串列初始設定串列傳輸設定，接著設定傳輸速率，接著啟動UART準備接收資料。當89S51中的RI=1時，也就表示有資料傳入至89S51的SBUF暫存器中，這時候我們便要去判斷訊號的模式為何，因此我們使用程式語言中的switch...case的方式來判斷訊號資料是否為1，當判斷成立時，傳遞控制訊號使車輛前進，再以清除RI旗標為0；當判斷為2時，傳遞控制訊號使車輛後退，再清除RI旗標使其為0；當判斷為3時，傳遞控制訊號使車輛向右轉，再清除RI旗標為0；當判斷為4時，傳遞控制訊號使車輛向左轉，再清除RI旗標為0；若不為1，2，3，4則系統就會判定為停止，若判斷皆不成立，則以迴圈重覆上述步驟，直至判斷成立為止。



圖三: 89S51 控制訊號流程圖

4.3 系統軟體架構



圖四：系統軟體流程圖

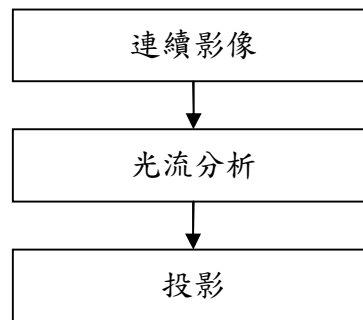
本系統軟體流程圖如圖四所示。在行車控制方面，攝影裝置(webcam)取得影像後，接著利用移動物偵測與判斷障礙物的距離的流程來決定遙控車的行動方針，然後發送訊號至 89S51 單晶片控制電路，對遙控車的行使進行控制，再繼續由攝影裝置(webcam)擷取下一步影像資訊，如此反覆判斷直到結束。而另一個移動物偵測的功能，它將會偵測並追蹤畫面中移動的物體，並根據程式判斷結果，將會針對各種不同的情形做出不同的反應，如啟動紀錄功能，發出警示音，危機處理等等。

遙控車的行進規則設定如下：系統在接收到車前影像後，即啟動判斷障礙物距離的機制，計算出當前畫面中所有障礙物與車輛之間的距離，再判斷其是否位於遙控車當前的行進路徑上。若為是，則確保在安全距離範圍內繼續前進；若為非，則修正遙控車的行進方向。於車輛行進間，系統會不停的判斷與前方障礙物之距離是否已達到安全範圍，也就是遙控車所需最低迴轉直線距離再加上些緩衝空

間。一但過於接近，則會啟動系統的迴避機制，自動將車頭轉向其他方向前進。

4.3.1 移動物偵測

系統的移動物偵測流程如下圖五所示：首先輸入連續影像，接著利用連續影像進行光流分析，最後利用投影方法框出影像中移動的物件。



圖五:移動物偵測流程

4.3.1.1 光流分析法

目前常見的移動物偵測演算法有背景相減法與光流法兩種，本系統採用光流為基礎進行偵測移動物的光流法。假設擷取到連續影像的速度夠快使得物體投影在連續影像平面上的位移不過大，且其影像的光源亮度不隨著時間而改變，藉此我們可以找出同個亮度點的移動向量，即所謂光流法。假設物體上任一點 P 在影像平面上的投影亮度將會維持不變，因此其亮度將可表示成：

$$E(x + \Delta x, y + \Delta y, t + \Delta t) = E(x, y, t) \quad (1)$$

此即為亮度守恆方程式，其中的 $E(x, y, t)$ 代表在時間 t 時，在影像平面上 (x, y) 座標點的亮度，而 Δx 及 Δy 則代表在經過 Δt 時間後，原投影在 (x, y) 座標上的點在影像平面上移動的位移量。此式說明空間的一個物體，在經過 Δt 的時間後，其投影於影像平面的點，即使其位置會隨著物體或是攝影機的移動而產生位置的變化，但其亮度是固定不變的。針對此式可以經由泰勒展開(Taylor series expansion)變為：

$$E(x + \Delta x, y + \Delta y, t + \Delta t) = E(x, y, t) + \frac{\partial E}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial E}{\partial y} \Delta y + \frac{\partial E}{\partial t} \Delta t + H.O.T.$$

其中 $H.O.T$ 代表更高階的展開，在這裡將忽略 $H.O.T$ 後，將上式整理成：

$$\frac{\partial E}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial t} + \frac{\partial E}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial t} + \frac{\partial E}{\partial t} = 0 \quad (3)$$

接著在對此式等號兩邊同除以 Δt ，將可得到：

$$\frac{\partial E}{\partial x} u + \frac{\partial E}{\partial y} v + \frac{\partial E}{\partial t} = 0 \quad (4)$$

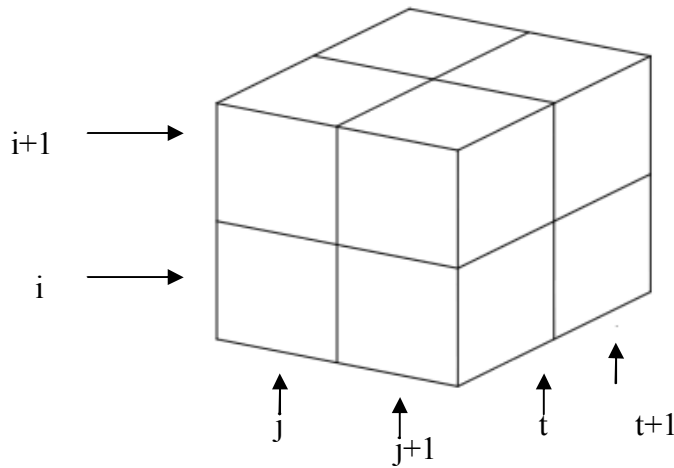
其中 $u = \frac{\partial x}{\partial t}$ 與 $v = \frac{\partial y}{\partial t}$ 即為此 (x, y) 座標點的光流向量 (u, v) 。

由(4)式的描述，可以藉由影像平面上的亮度於空間及時間上的微分來求得光流值。但是(4)式中有 2 的未知變數 u 與 v ，必須還要有其他的限制條。針對這個問題，Horn 與 Schunck 等人提出亮度平滑的限制(Smooth constraint)，即移動中的物體上相似的點投影到影像平面上時會有相似的光流值。在數學上則是必須求得擁有最小光流梯度的光流，其定義如下：

$$\nabla^2 u + \nabla^2 v = \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 \quad (5)$$

利用(4)式的亮度變動方程式和(5)式的平滑限制即可求得光流的遞迴解。

在計算光流時，所使用的 E_x, E_y 與 E_t 則是使用 Horn 所提出的亮度梯度方法。假設在單位時間下，利用相鄰的兩個像素差分來找出 x 與 y 方向的微分值，並利用連續兩張影像中相同位置的亮度差分值來找出不同時間下的微分值：



圖六：亮度微分示意圖

其中 E_x, E_y, E_t 的計算方法如下：

$$E_x = \frac{1}{4} \{ E_{i,j+1,t} - E_{i,j,t} + E_{i+1,j+1,t} - E_{i+1,j,t} + E_{i,j+1,t+1} - E_{i,j,t+1} + E_{i+1,j+1,t+1} - E_{i+1,j,t+1} \} \quad (6)$$

$$E_y = \frac{1}{4} \{ E_{i+1,j,t} - E_{i,j,t} + E_{i+1,j+1,t} - E_{i,j+1,t} + E_{i+1,j,t+1} - E_{i,j,t+1} + E_{i+1,j+1,t+1} - E_{i,j+1,t+1} \} \quad (7)$$

$$E_t = \frac{1}{4} \{ E_{i,j,t+1} - E_{i,j,t} + E_{i+1,j,t+1} - E_{i+1,j,t} + E_{i,j+1,t+1} - E_{i,j+1,t} + E_{i+1,j+1,t+1} - E_{i+1,j+1,t} \} \quad (8)$$

接著代入遞迴式中就可求得光流：

$$u^{n+1} = u^n - \frac{E_x \times \{ E_x \times u^n + E_y \times v^n + E_t \}}{\alpha^2 + E_x^2 + E_y^2} \quad (9)$$

$$v^{n+1} = v^n - \frac{E_y \times \{ E_x \times u^n + E_y \times v^n + E_t \}}{\alpha^2 + E_x^2 + E_y^2} \quad (10)$$

其中 u^n, v^n 為第 n 個運算得到的 u, v ， α 為權重值。進行以上過程就可求出深度資訊所需的光流值。

4.3.1.2 投影

經過光流分析之後，我們就可以得到在影像中每個像素的移動向量，為了從影像中擷取移動中的物件，所以在這裡利用投影進行擷取移動中的物件，投影的公式如下式所示：

$$X = \sum_Y I(x, y) \quad (11)$$

$$Y = \sum_X I(x, y) \quad (12)$$

其中式(11)，式(12)分別代表對 X 軸與 Y 軸的投影，然後我們將可以找到最大值與最小值的位置，因此我們將可以框出移動中的物件。使用連續影像進行光流分析後再利用投影擷取在影像中的物件，可以順利地擷取出影像中移動中的物件，而實驗的結果我們將在下一章呈現。

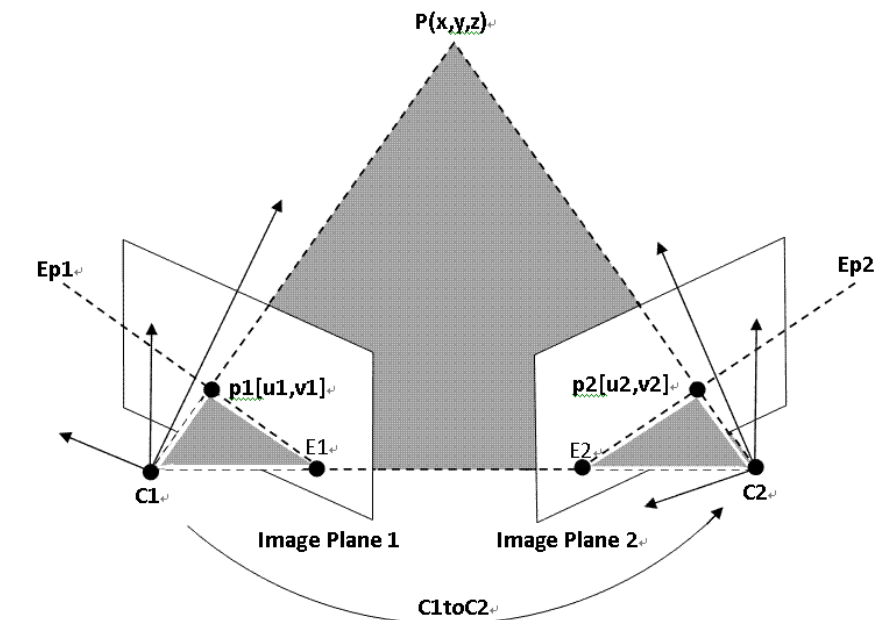
4.3.2 深度偵測

在深度偵測的部分，我們使用雙眼立體視覺進行深度偵測，接下來將會介紹雙眼立體視覺演算法。

4.3.2.1 雙眼立體視覺演算法

本系統是以兩台攝影機模擬人類雙眼，利用雙眼立體視覺演算法，求得以目標深度為主的資訊：利用兩台攝影機所擷取到的差異影像，以其間相距的距離基線長為主，藉著分析兩張影像的差異，可以得到該物體的深度資訊。

立體視覺的原理如下：兩台攝影機由於裝設位置的差異—通常以其間相距的距離—基線長為主，使得其所攝得的影像有所差異，藉著分析這兩張影像的差異，可以得到該物體的深度資訊。



圖七：雙眼立體視覺示意圖

$C1$ 與 $C2$ 是兩台攝影機的位置， $ImagePlane$ 則是兩台攝影機所拍攝到的影像。如果我們想要知道實際 P 點與攝影機的實際距離，藉由 $ImagePlane1$ 與 $ImagePlane2$ 中所拍攝到的 P 點影像($P1, P2$)與影像中的基準點($E1, E2$)，配合三角測距原理即可獲得特定點的深度資訊。

在本系統中首先透過攝影裝置擷取左右影像至嵌入式系統裡進行是否障礙物的判斷，使用的雙攝影機立體視覺平台(Minoru 3D webcam)，兩攝影機間距為 6cm。接著介紹本系統的決定自走車的移動方針，在此依據雙眼立體視覺演算法，計算左右兩張影像的像素差，再代入下式

$$Z = \frac{b * f}{D}$$

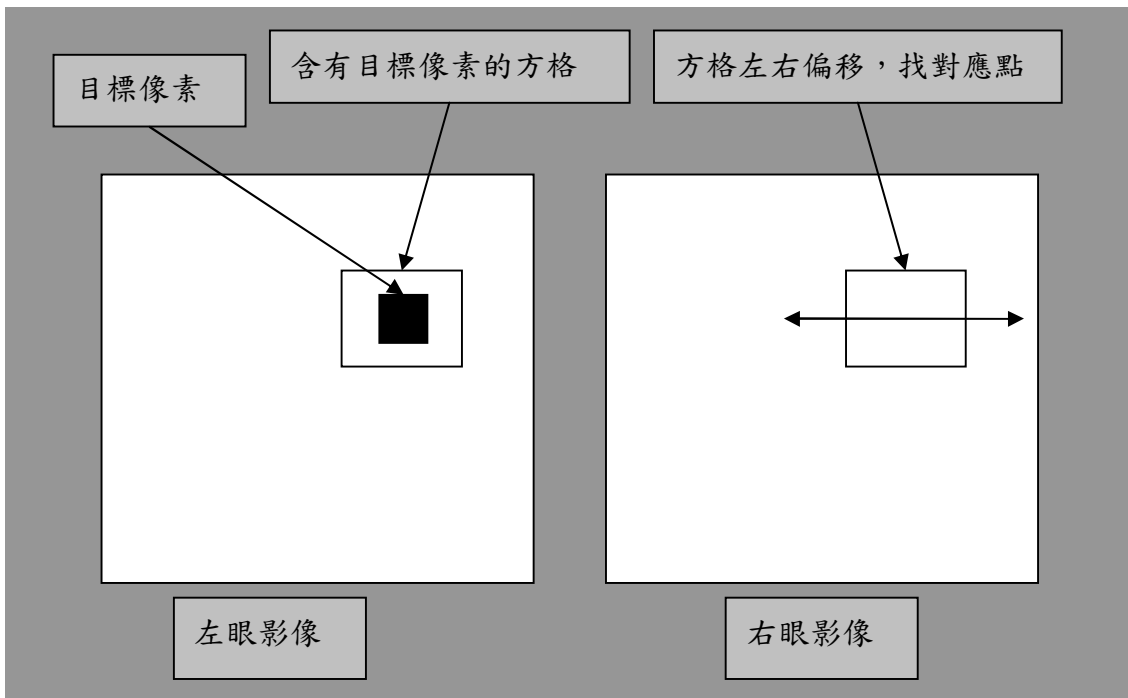
其中 Z 代表深度， b 代表著兩攝影裝置的間隔距離， f 代表著焦距， D 則代表視差。

4.3.2.2 計算視差

為了求得兩眼影像的視差，在這裡使用 SSD(Sum of Squared Difference)的方法，

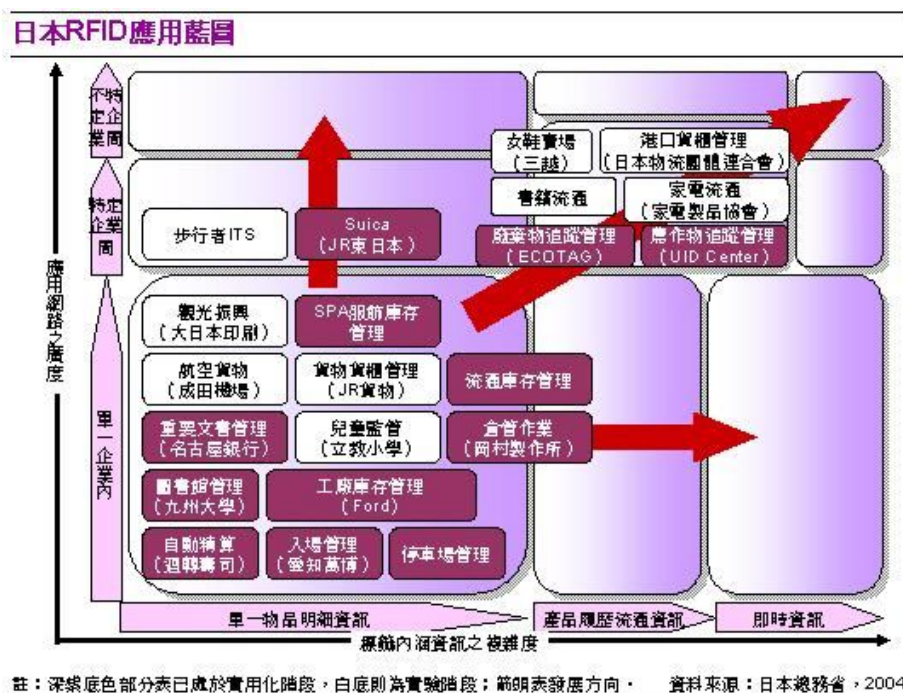
$$D_{diff} = \sum_i \sum_j |R(x_i + dx, y_j) - L(x_i, y_j)|$$

其中 D_{diff} 代表視差值， R 代表右眼的影像， L 代表左眼的影像。經由所計算出的總和最小值，就可求得 dx 。



圖八：尋找對應點

4.3.3 RFID相關應用

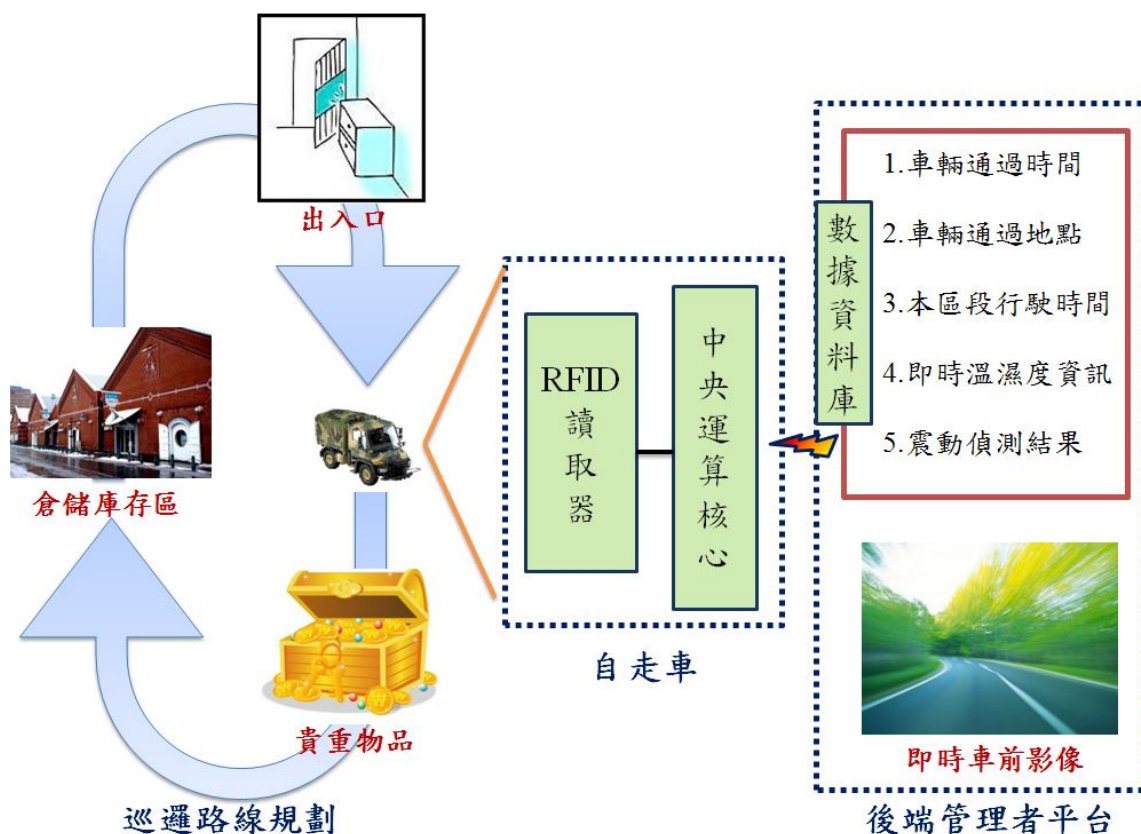


圖九：日本 RFID 應用藍圖

RFID 技術做為一種具有多優點之自動識別技術，它在各個行業都有著巨大的應用潛力，如物流、零售、醫療、軍事、製造、交通、動物識別和煤礦行業等等。而目前市面上最多也最常見的則是在物流管理與環境監控上的應用，其相關的產品也非常的多樣化。

但現今大多數的倉儲管理或是環境監控系統，除了配備高科技自動運輸機具的廠房外，現今多數的物流管理系統大多都只能做到「通知」或是「預警」，每當發現錯誤或危險時往往還是需要人員的輔助操作。而為解決這種問題，坊間陸續有各式各樣的自動化產品相繼問世，但高昂的產品價格與維護成本卻不是符合每個人的效益成本，價格與效能間往往是非常的難以取捨。如果不能同時兼顧成本與實用性的話，將無法有效滿足每個使用者的需求。因此，我們希望開發出一套不但能做到「事前準備」，「事後預防」更能做到「事發搶救」的系統。而這個系統除了平時就能做到有效率的危險監測外，在災害發生的第一時間提供預警，甚至是進行初步應急措施以防止災害的擴大。

2.2.3.1 車輛巡邏紀錄查詢



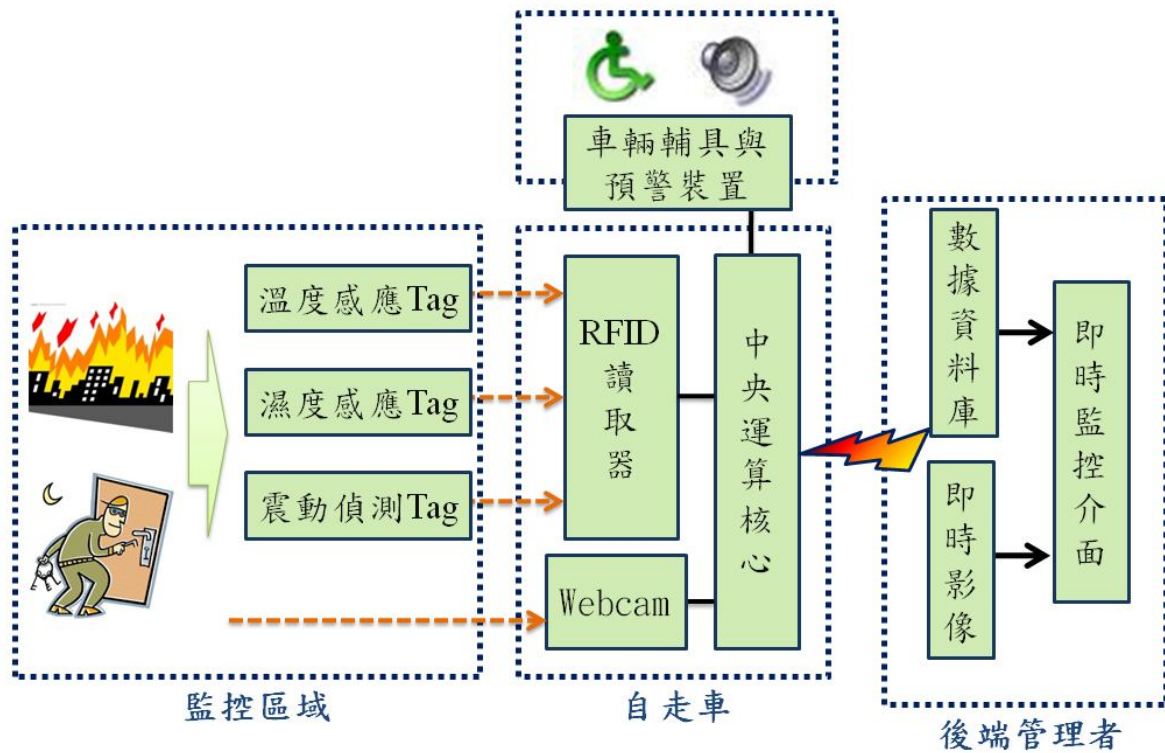
圖十:車輛巡邏歷程紀錄架構圖

本研究希望能開發一套擁有獨立自主能力的自走車，但電腦的靈活性終究是不如人腦。雖然我們在程式設計時已經假想各種狀況的發生，並予以不同的解決方法，但如果遭遇到的特殊突發狀況是當初沒有設想到的，自走車勢必將無法處理眼前的危機。因此，如何有效的監控自走車的運行狀況，仍它能夠保持正常運作並在發生問題的當下及時排除，這都是我們必須注意的問題。

在此我們將車輛結合RFID Reader/White讀寫模組，實作出一套能夠監控車輛巡邏歷程紀錄的行車紀錄系統。我們將RFID Reader裝設在我們的自走車上，RFID Tag裝設在出入口或是重點巡邏區域。當自走車在按照既定路線行經各個感應區塊時，將可以讀取該區域的卡片資訊，系統亦會同時記錄下車輛經過的時間，在將所有資訊傳送到後端的數據資料庫。藉由這些數據，我們就可以得到自走車的巡邏時間與周期等資料，提供管理者在路線規劃上的參考；而這種類似警衛巡邏簽到簿的功能，我們將可以有效的監控自走車是否仍順利的運作，如果發現系統長時間沒有資料回傳，或是車輛通過時間異常等狀況，我們就可以合理懷疑自走車發生意外使其無法正常的執行原有的工作，並通知管理者進

行故障排除等緊急處理。

2.2.3.2 即時環境偵測



圖十一:即時環境監控架構圖

如上圖十五所示，我們在各個監控區域架設溫度感應、溼度感應與震動偵測的RFID Tag，持續性對環境變化進行監控；而我們另將RFID Reader裝設在我們的自走車上，使它能夠一邊巡邏一邊接收各區域的環境監控數值，並藉由無線網路或是其他連線方式，將蒐集而來的數據傳送至後端使用者平台與資料庫進行處理與紀錄等工作。

當我們偵測到任何的突發狀況，例如溫濕度數值長時間處於異常狀況，或是偵測到可疑震動之時，系統會視現場的危險程度，決定是否啟動預設的緊急應變機制。此時車輛將會啟動裝備的輔具器材，如滅火器或蜂鳴器等裝置，進行快速的處理；同時系統將會對後端管理者發出警告訊息，並將拍攝到的車前影像即時傳遞，提供管理者在擬定處理方針時的參考。

第五章 實驗結果

在這個章節，我們將展示關於以光流分析為基礎偵測移動物與雙眼立體視覺的實驗結果。在這裡我們使用了樣本影像與使用webcam在實驗室內拍攝影像，而我們所使用webcam的解析度為320X240，擷取影像的速度為30fps。

5.1 以光流分析為基礎的移動物偵測

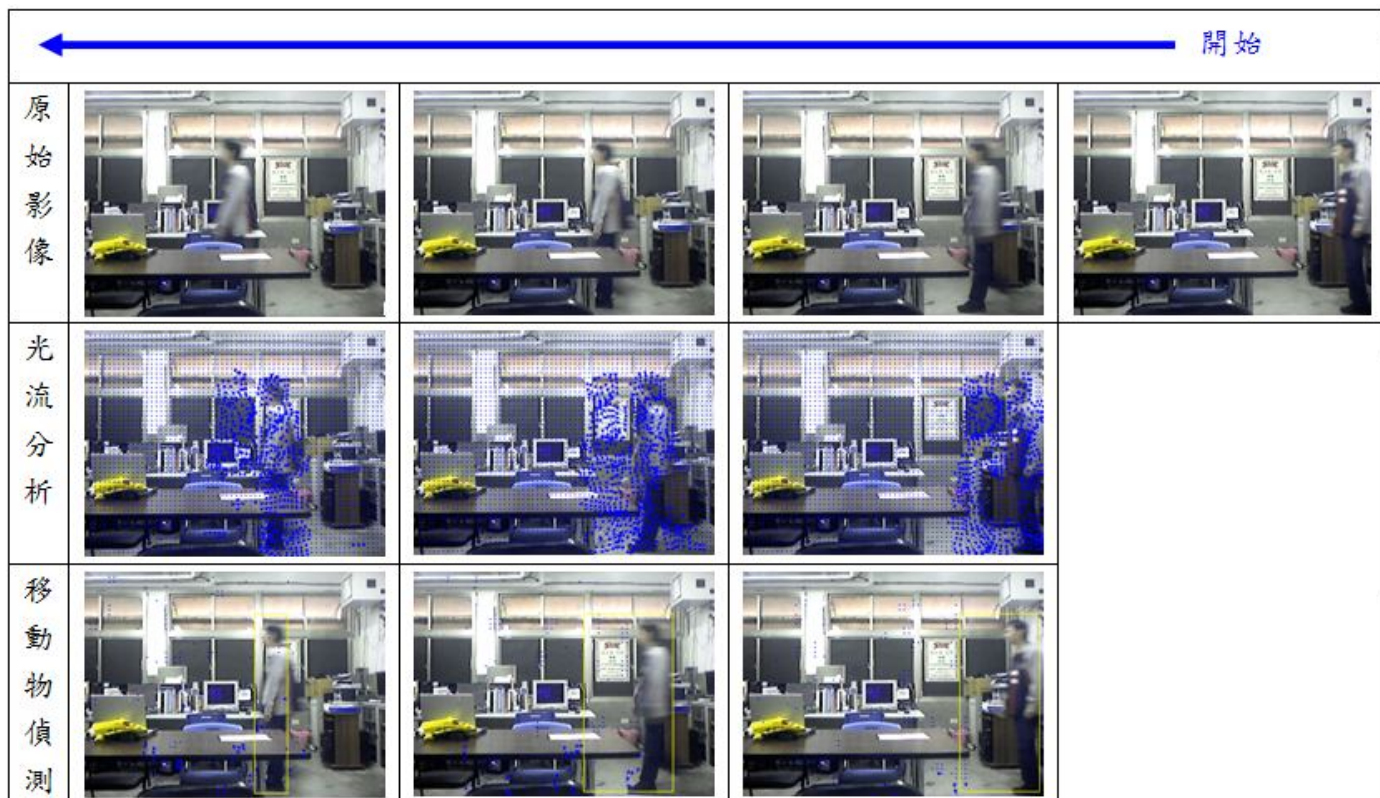
如圖十一所示，使用Sidenbladh, H., Black, M. J., and Fleet, D.J.等人[15]在研究中所使用的影像，最右邊的影像為第一張影像，而它的左邊的影像為下一刻時間的影像，第一列代表著原始影像，第二列代表從兩從原始影像得到的光流分析影像，第三列為以投影法進行移動物偵測，由黃色框所框到的為移動物件。



圖十二:移動物偵測實驗(一)

圖十七是在我們的實驗室中使用webcam進行拍攝的實際影片。在實驗中我們模仿Sidenbladh, H., Black, M. J., and Fleet, D.J.等人在研究中人在移動的影像，而在這裡使用的解析度為320X240，配合演算法運算時間後，以大約每200ms擷取一張影像，而在表中最右邊的影像為第一張影像，而它的左邊的影像為下一刻時間的影像，第一列代表著原始影像，第二列代表從兩從原始影像得到的光流分析影

像，第三列為以投影法進行移動物偵測，由黃色框所框到的為移動物件。



圖十三：移動物偵測實驗(二)

3.2 使用雙眼立體視覺演算法判斷障礙物深度

在這裡使用美術室影像進行 SSD(Sum of Squared Difference)找出視差影像，圖十四(a)為左眼影像，圖十四(b)為右眼影像，圖十四(c)為經過 SSD 後的視差影像。其中視差影像的亮度代表越亮就越靠近 webcam，而越暗則代表離 webcam 越遠。實驗結果請參考圖十四。



(a)



(b)



(c)

圖十四：美術室 (a) 左眼影像 (b) 右眼影像 (c) SSD視差影像

而圖十五則是我們以實際場景做出的視差圖影像，圖十五(a)為左眼影像，圖十五(b)為右眼影像，圖十五(c)為經過SSD後的視差影像。其中視差影像的亮度代表越亮就越靠近webcam，而越暗則代表離webcam越遠。



左眼影像



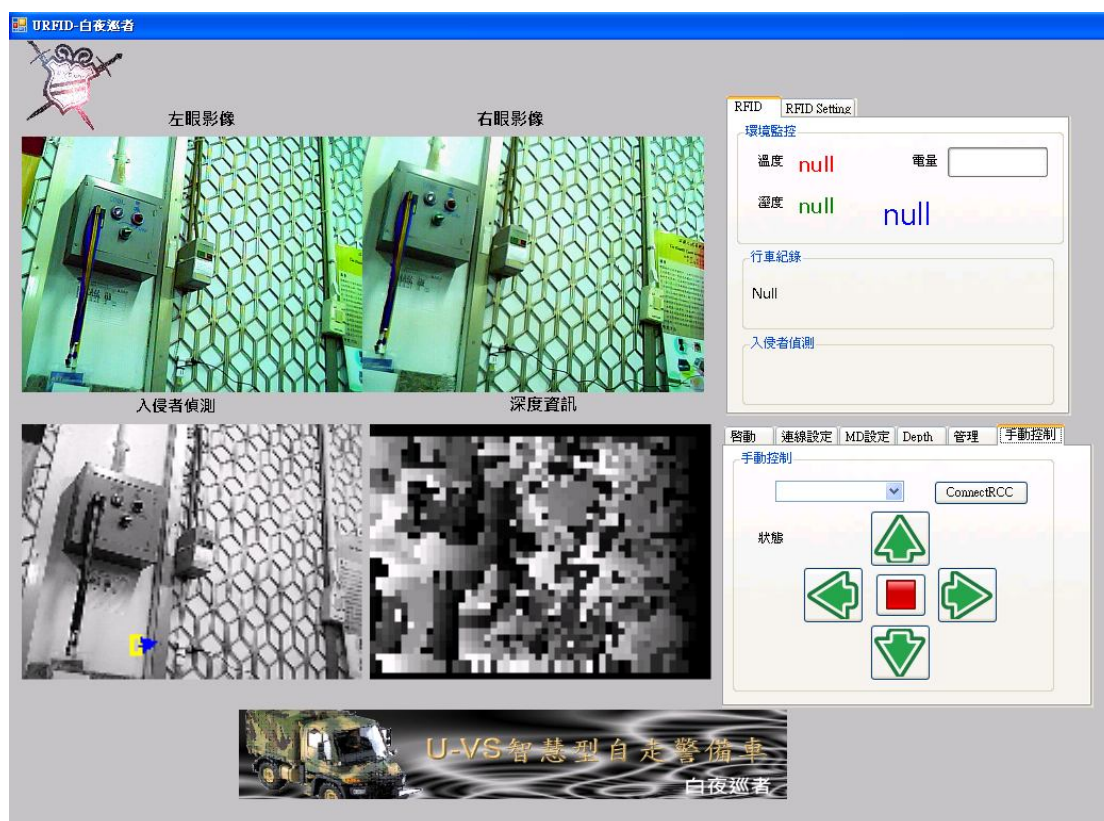
右眼影像



雙眼視差影像

圖十五: 室內 (a) 左眼影像 (b) 右眼影像 (c) SSD視差影像

第六章 結論與建議



圖十六：系統程式執行畫面

我們最終完成一套使用立體視覺的嵌入式行車控制系統，來控制車輛的行動，並擁有入侵者偵測、巡邏歷程紀錄與環境偵測等功能。圖十六即為本系統的實際執行畫面，其中包含著雙眼原始的影像、入侵者偵測結果、深度資訊、RFID環境監控(溫濕度、震動感測)與行車紀錄與遙控車手動方向控制。

本計畫之成果將可與大多數的電子產品整合以應付使用者的各式需求，未來可望結合各種具導航功能之行動裝置，如醫院路線導引協助病患移動至所需的地點；或是與其他相關管理技術結合，用以替代傳統人力的全自動倉儲貨運運輸管理系統；其最大的優點，就是利用嵌入式系統其體積小的特性，在各式惡劣環境諸如山林極地甚至於星際探勘等科學用途甚廣；甚至經過適度的改裝與增添設備後，更可以深入災難現場的斷垣殘壁之中，作為急難救護之使用。

本系統的演算法是以視覺為基礎，所以受光的變化影響大，且進行光流演算法時需要大量的運算時間。未來預計將會搭配其他感測器，如紅外線、超音波等感測器進行改善；而在演算法的部分，我們是使用以微分為基礎的疊代方法，所以在未來將嘗試以最小平方差的方法改進，來盡可能達到即時。

甚至還可以加入圖型識別能力，使其夠判讀交通號誌與道路規線等。

在硬體方面，由於用以傳遞車輛控制訊號的無線電波容易受到其他電子產品所發出的電磁波干擾，無論是作為運算核心的eBox 還是作為電源供給的電力裝置，勢必都將會對造成若多若少的影響，這也是我們必須設法解決的問題。

附錄一、國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

備註：陳宗濬，陳彥東，高偉格，“視覺控制在遙控車之應用”，
中山醫學大學應用資訊科學學系 96 系級畢業專題研究, 2011

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本計畫將視覺控制與 RFID 無線射頻技術結合，成功實作出一套全新的車輛視覺控制系統，並將其應用在倉儲管理、環境安全將控與警備用途上。不同於以往的常見的大型視覺控制系統，本計畫將其實現在小型自走車上，使其擁有更高的靈活性與可擴充性，在功能的擴充上也更加的方便，以應付使用者的各類需求。而本系統同時結合了兩者的優點，不但能夠自動迴避障礙物並依照指定路線行進；並藉由各種 RFID 裝置的搭配，還能達到即時環境監測、巡邏歷程紀錄等功能，將可有效取代傳統人力，取代保全或是安全警衛的環境監控與安全管理等工作。