



第一章 簡介

1.1 緒論

自動控制(automatic control)是指在無人直接參與的前提下，利用某種控制器來控制裝置或設備的運作，使其能自動按照人預定的規則運作。自動控制的應用相當廣泛，在工業、國防、航空、交通、農業及人們的日常生活中，處處可見，如居家的溫度與溼度的自動調節、自動車輛控制、道路交通的號誌控制、工廠生產線的機械手臂、飛航儀器的自動導航等。

在前述各種不同的自動控制應用中，本文著重在遙控車(remotely controlled vehicle)的發展，此種無人車輛(unmanned vehicle)有許多不同的用途，例如用於對危險地域的探索[3]或未知區域地形的建立，藉由車上的感測系統，可以即時得知車輛所處環境的資訊，也由於不必人員親自操作車輛而避免未知危險可能造成的傷害。它也可運用於對某區域做定時的巡視，因為目前很多人都使用監視器來對個人的身家安全財產進行多一層的保護，這種系統的設置成本低、架設容易，但若只要監視器涵蓋範圍不夠徹底，則容易出現死角，且最終仍需要監視器同樣需要人力來掌控現場，但常因人為的疏忽，無法對環境的異常情形作即時的反應(例如外力入侵)，對於這些情形往往只能做事後的補救，若我們能將遙控車結合

電腦視覺技術，如此一旦發現有突發狀況時，藉由電腦視覺系統所得到的影像，經過處理分析可即刻判斷做出反應(如與警局連線或使警鈴發出聲響等)，這對於在人身財產的預防及保護上，將能更有成效。

本文希望結合自動控制、電腦視覺(computer vision)、單晶系統(single chip system)等技術發展多用途的遙控車，文中將會對遙控車的原理與實務做深入探討與了解，且詳述實作過程中所遭遇的困難及解決的方法，及對未來的展望。

1.2 遙控車單元

遙控車的運行需要許多單元彼此間互相配合，我們必須先了解需要那些單元及其功用。為達到我們所欲達成的目的，通常遙控車包含了幾個單元，下面將對各個單元做概略性的介紹：

- 導航系統單元

要使遙控車能在未知的環境中行走，導航系統扮演著重要的角色。它主要的功用在規劃遙控車行進的路徑。首先藉由感測器獲得外在的資訊後，經分析判斷決定出路徑。另外，導航系統也需具有使遙控車避開環境中障避物的能力從而避免撞擊對遙控車系統傷害的可能。

- 控制單元

遙控車核心控制單元負責遙控車各個單元間的溝通及協調，其中包括資料的傳輸、前後指令的執行等。當不同單元同時對遙控車中某個裝置有所需求時，這時候控制單元便需要作出決策，使系統協調運作。未來當遙控車與電腦視覺系統作結合時，由於需要大量的運算，此時控制單元的協調運作就更為重要。

- 通訊單元

通訊單元主要負責遙控車與使用者控制端之間的溝通。使用者藉此對遙控車下達命令，同時遙控車也可以透過此一單元將其環境資料傳達給使用者。在這裡常使用的通訊介面有無線串列傳輸(wireless serial transmission)、無線區域網路(wireless local are network)等

- 感測單元

感測單元主要在探測獲取遙控車周圍環境的資訊。目前用於遙控車的感測器有許多種類：如以攝影機(CCD camera)來攝取環境週遭影像。紅外線(infrared rays, IR)、超音波(ultrasonic)也常做為遙控車的感測元件，用來偵測遙控車周圍是否有障礙物，此資訊提供導航系統決定適當的行進路線。而全球定位系統(global positioning system, GPS)用來得知遙控車的位置。此外對於具有

特殊任務的遙控車也常會裝置特殊的感測器，如掃雷車[3]、毒氣偵測車[14]等。

- 馬達控制模組

馬達是遙控車的動力來源，它負責遙控車的行進速度和方向，遙控車能否跟據導航系統規劃出來的路徑正確的前進，這跟馬達控制模組能否準確的控制馬達有很大的關係。

- 電源供應模組

遙控車在運行時，由於是獨立的個體，因此系統中所有機件運行時電力的供應便由此一模組提供，它包含了遙控車所需電力的消耗，以及電壓轉換電路來提供遙控車中各種元件所需不同的電壓。

根據以上所提的單元，本文研發結合這些單元來設計一遙控車主要用來做為巡航的用途，希望它能夠依照指定的路徑前進，所以本文將著重在遙控車的發展及其路徑規劃。在此一遙控車系統硬體設計中，將其分為幾個部份，分別為遙控車車體、無線接收單元、電源調整電路、防電流回流電路、車速控制單元以及轉向控制單元。我們將這些硬體單元與 Nios 嵌入式處理器系統一起整合至可程式化系統晶片上，如此既可將車輛的控制系統安裝至自動車上，來實現遙控車的控制，並且因為可程式化系統晶片設計上的靈活性，提

供自走車往後研發不同功能所需的平台。

1.3 相關研究

1.3.1 自動車輛相關發展

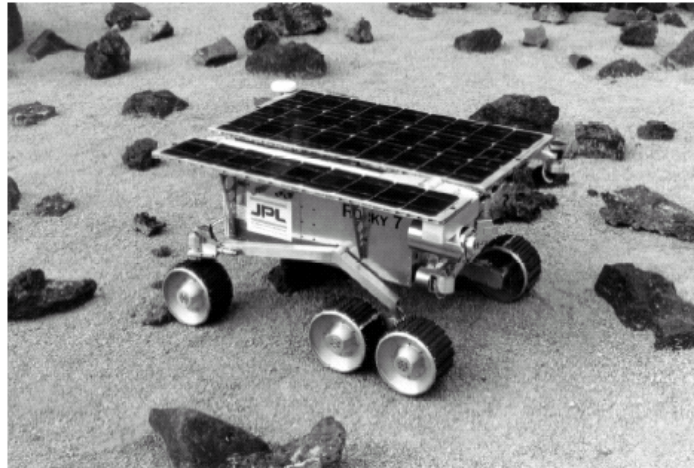


圖 1.1 Rocky 7 Rover(<http://helios.jpl.nasa.gov>)



圖 1.2 Amigo Bot(<http://www.amigobot.com/>)

在自動車輛(autonomous vehicle)著名的實際應用中，如美國航空太空總署(NASA)對於火星的探測，便發展了車型機器人--Rocky 7 Rover(如圖 1.1)，在火星進行資料收集的任務。而 ActivMedia Robotics 公司所研發的 Amigo(如圖 1.2)也由於其軟硬體發展的完善，因而常結合其它的裝置來做不同的同途。而對於不同的需要，

目前也已有許多不同架構的自動車輛持續的被發展出來，像是追縱特定物體的自動車輛。如[15]中，便研發出巡縱自走車(tracking mobile robot)，它是一三輪後驅的自走車輛，使用微處理器(micro-processor)做為自走車的控制核心，並利用後左右輪的轉速差來做車輛方向的控制，以紅外線為感測器獲得欲追縱物體距離車體的遠近及角度，配合著模糊控制器來做自動車輛的導航控制。也有能自行沿壁行走，探測出所處環境的的自動車輛，如[14]中所研發的智慧型多功能自走車，它同樣為一三輪後驅的自走車輛，使用微控制器(micro-controller)做為其控制核心，同樣是靠左右輪的轉速差來達到車輛的轉向，而它是使用超音波感測器來測量車輛與牆面的大概距離，使車輛能沿牆行走來偵測所處環境的範圍。前面所談到的自動車輛有幾種缺失，第一，利用微控制器做為車輛的控制核心，當車輛系統欲加入其它子系統時，這便可能會造成擴充上的不便或性能的下降。第二，三輪後驅的自動車輛是利用左右輪轉速差的不同來達到車輛的轉向，如果對於馬達的控制及定位無法做到精準的話，將導致車輛行進的不準確。第三，以上感測器所測量的值並不能很正確的獲得實際值，造成測量、計量上的誤差。

在其它的研究中，也有自動車輛可進行路邊停車或倒車入庫的動作，如[16]所提出的車型機器人的做法，是以一四輪後驅的自走

車，使用 FPGA 晶片做為車輛的控制單元，再在實驗場上方裝置攝影機來做車輛的定位導航之用，藉此獲得的影像資料配合模糊理論的使用來達到路邊停車或倒車入庫的動作。由於此一研究需使用到外在的電腦視覺系統輔助，因此當欲使用於不同地方時，由於架設攝影機的高度、傾斜角度不同，便會造成車輛定位上的錯誤。因此它有著系統不易架設的問題存在。

在本篇論文中，擬提出一四輪後驅遙控車藉由 FPGA 晶片做為控制核心，並配合步進馬達做後輪驅動之用，達到對遙控車的路徑控制。

1.3.2 單晶系統

近年來，由於嵌入式系統(embedded system)技術的快速發展，很多原本需要大體積、耗電量大的產品，其體積能更為縮小、且可以減少電量的使用，使得我們在同樣體積的產品中，可以加入更多的功能。因此，在我們周遭常見的日常用品就有了更多的變化。冰箱不再只是冰箱，它有了上網的功能，可以直接上網購買我們所要的蔬菜水果；手機不再是單純手機，它更可能是你個人的行動助理(personal digital assistant, PDA)，可以包管你日常生活的大小事務。這些產品它們都有個共同的特性，那就是有一專門的核心晶片來負責這些專門的功能。

SoC (system on chip, 系統晶片) 是 ASIC(application specific integrated circuits, 特殊應用積體電路) 電路設計方法中另一種嶄新的技術, 是指設計以嵌入式系統為核心, 以 IP (intellectual property) 技術為基礎, 將軟體與硬體集於一身, 並要求產品系統效能及整合能力達到平衡的方法。但是 SoC 設計方法依賴於固定的 ASIC, 也就是依賴固有的電路設計。設計完成後, 若無法滿足要求, 經常需要重新設計(redesign)再進行驗證 (verify), 因此將導致開發週期變長、開發成本增加。另外, 如果要對固定 ASIC 的設計進行修改與升級, 則要花費昂貴的代價重新進行設計。與 ASIC 比較, 區域可程式化閘陣列 (field-programmable gate array, FPGA)/高複雜性可程式邏輯元件 (complex programmable logic device, CPLD) 的設計要靈活得多, 它不僅開發週期較短, 而且具有成本優勢。因此, 著名的可程式邏輯元件生產公司美國 Altera[1] 公司提出了基於 FPGA/CPLD 的 SoC 設計方案—可程式化系統晶片 (System on a Programmable Chip, SOPC)。

現已有越來越多演算法運用硬體實做出來, 用以追求計算效能的提升。由於 SOPC 在設計上的靈活性, 能快速將硬體及軟體的設計放至單一晶片, 使得很多領域的研究便以 SOPC 來做為硬體實驗、

開發及驗證的工具。例如使其用於建置影像擷取及儲存的裝置中，以做出較前端的處理，使之能快速處理大量取得的影像資料[5]。或是將其用來實做出物體追蹤及移動偵測的硬體，以帶來微小體積、低耗電量、高整合度的好處[9]。

1.3.3 路徑規劃

自動車輛行進在未知環境中，根據的是導航系統所計算出來的結果行動，因此當導航系統在規劃路徑時，行進路線能否準確的規劃以及行進路線上障礙物的規避，是現在控制自動車輛運動時一個熱列被討論的問題。目前運用在自動車輛導航上有許多的方法，最簡單的方式是藉由車上的光感應器沿著地上所標示的路徑(如反光較強的膠布)前進。也有利用其它的感測器如紅外線或超音波，藉此了解車輛所處的位置與環境的關係(如與牆壁的距離、車子前方是否有障礙物)來達到導航的功用。

近年來，電腦視覺技術也已被廣泛的用來做為自動車輛導航的工具，這其中會因為環境的不同導致使用不同的影像處理技術以及導航方式，如以室內做為自動車輛導航的環境，通常會利用布置在走廊中特殊的符號(如在轉彎處設至自走車需要轉變的圖示)或是走廊的消逝點(vanish point)做導航的用途。如果是室外(如道路

中)，也有利用道路上左右標線來做車身的定位及導航的用途。這些使用電腦視覺技術做為導航工具的自動車輛，雖然會使實作的困難度提高很多，但也由於它用途的廣泛(例如：可使遠端自動車輛控制者立即獲得自走車環境的影像、物體的偵測、追蹤等)以及可獲得較豐富的資訊(如自走車週圍明亮度、光影變化等)，因此才會被廣為使用。

1.4 論文架構

第二章為系統架構，將說明本文中遙控車所使用到的硬體及其相關子系統以及介紹如何由遙控車的核心-SOPC 控制遙控車的馬達，因此本章文中也將說明 SOPC 其軟體及硬體的設計方法。在這裡也會將系統所實現的軟體設計及硬體規劃作詳盡的解說。第三章將介紹遙控車的路徑規劃方式。第四章為系統測試及結果。在此章中我們會將本論文所提及的遙控車系統做實際的測試、藉以驗證我們所構想的系統能否實際運作。並且評估整個系統的準確性，以達到實際的應用需要。第五章為結論。在這一章中，我們將對於在建構遙控車系統時所遭遇的困難，以及可能的解決辦法做一個概估性的討論。以及對於本系統在未來的應用上提出些許的看法。