

自動組：陽光淡水聖約翰 聖約翰一號

指導老師：簡忠漢老師

參賽同學：黃耀璋、張家瑋、陳冠廷、林綉莉

學校名稱及科系別：聖約翰科技大學 電機工程系

機器人簡介

我們的機器人架構依功能可分為感測、決策與行動三個部份，藉由這些硬體設備之組合與合作，來組成具有探索室內環境功能之影像伺服自走車，以達到本次比賽的目的，因為自動組的車體需要有自我的控制能力，不需經過外力的操控即能自我做判斷，所以我們裝置一個決策系統，經由它的核心來控制其他的機構，再透過感測、馬達驅動等元件來達到我們需要的效果。

感測方面有一個 CCD 攝影機與一組紅外線感測器，攝影機主要的作用分別是確認目標物的位置與場地標線，攝影機偵測目標物以顏色與形狀為依據做多重判斷，紅外線感測器則分別裝於車體左右側，如此一來除了追蹤特定物體，也可以利用紅外線的感測規避障礙物，再加上電子羅盤的方位偵測，更可以確保車體位置不至偏移。

動力部份我們使用 AI 馬達與直流馬達，各取兩者優點互補，AI 馬達扭力小，但可精確調整角度，適合用於取球機構做比較精密的機構；直流馬達扭力大，但僅能控制其轉速，適合驅動輪軸等需大動力、自由度少的機構，前方再加一全向舵輪即可靈活動作。

決策部份則是以 PC-base 為系統主要平台，主控中心藉由電子羅盤所收集之資訊，判斷出目前所在環境為何，以進行相對應行走策略。且藉由影像之幫助，可增加車體對目標物偵測之依據，減少錯誤之決策。再整合對動力的控制，以求移動迅速精確的抵達目的。

設計概念

在機器人設計部分，我們主要運用以下設計以達成比賽達陣之要求：

(1) 取球、集球機構設計：我們的取球裝置乃設計成兩隻以 AI 馬達驅動之兩截式手臂。由於 AI 馬達扭力方面稍嫌不足，因此無法像夾娃娃機一般地抓取木球。因此我們改採利用 AI 馬達操控手臂將木球撥到高山區的邊緣，使其自然順著高山區邊緣的坡道滾下，接續自走車車體上延伸之集球板，便可毫不費力的將木球帶入車體之集球箱中。而集球箱設計為底部中空的狀態，可讓木球在車體內隨之於地上滾動，如此一來無論取得多少顆木球皆不會對自走車造成額外的負重。

此外為確定木球是否已經在集球箱內，因此我們設計了一組入球感測裝置。我們將此特定區域設計成浮動式，於其下方裝置兩組微動開關以偵測是否有物體通過造成壓力，做為判定是否成功進球之依據。並且為避免車體在搖晃過程中誤觸開關，於程式內亦設計成僅在到達高山區時方啟動偵測，並加裝三組彈簧元件以減輕車體晃動之影響。

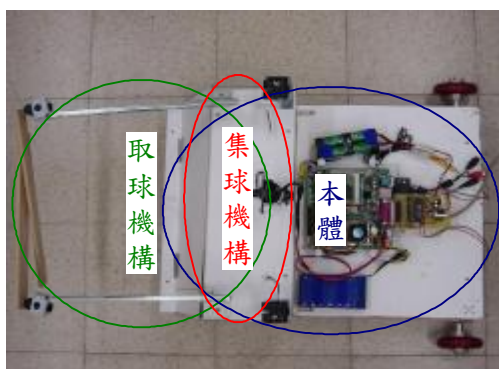
(2) 目標物顏色與形狀辨識：我們採用影像處理技術以確認目標物位置與追隨場地標線。為避免對手偽裝成與目標物相同顏色，因此我們同時進行顏色與形狀之辨識。此外為避免環境亮度變化之影響，我們將原本 RGB 的影像轉換成 HSV 格式，之後再依 HSV 影像做二值化處理。此外我們另外架設一組攝影機，用以偵測地面的標線，因此自走車亦可依照標線的指引找到我們所要前往的目的地。如此將可大幅增加系統執行之正確性。

機構設計

我們設計的機器人機構主要包括自走車本體、集球機構及取球機構等三部份。

自走車本體為一平台，其尺寸大小如圖一所示，其後架設兩車輪驅動，其前為一舵輪以維持車體平衡。車體其上承載單板電腦系統、電池、馬達驅動電路與電子羅盤等感測器。

集球機構位於車體前方，設計成一個集球箱的裝置(如圖二)。箱內鏤空，因此可將球置入箱中並與地面接觸，再利用球體特性使其可依車體移動而隨之滾動，造成帶球走的功能。且如此設計將可使取球之後不會增加車體重量而造成額外負擔，因此無礙於車體之移動。集球箱上裝設有一具攝影機，可用來偵測球體顏色。取球機構設計成兩隻由二截式可伸展支架組成之手臂，可透過 AI 馬達裝置控制手臂的伸展與夾取的動作。因取球機構的任務為將球自高山區撥下至集球箱，因此並不需做將球夾起的動作，因此一般扭力 AI 馬達便能符合需求。



(圖一)



(圖二)

機電控制

關於機器人機電控制部份，我們採用直流馬達以驅動自車車輪(如圖三所示)，並採用 PWM 方式控制馬達的驅動電壓，公式如下：

$$V_{average} = V * \frac{t}{T}$$
$$= V * f * t$$

其中：

$V_{average}$: 輸出之平均電壓

V : 電源電路電壓信號

f : 取樣信號頻率

t : 工作週期

我們採用 8051 單晶片實現上述 PWM 控制方法(如圖四所示)，透過雙橋式驅動晶片驅動馬達的轉速，車體運動之方向與速度則由兩輪之差速決定之。

$$v = \frac{r}{2} (\gamma_1 + \gamma_2)$$

$$w = \frac{r}{l} (\gamma_1 - \gamma_2)$$

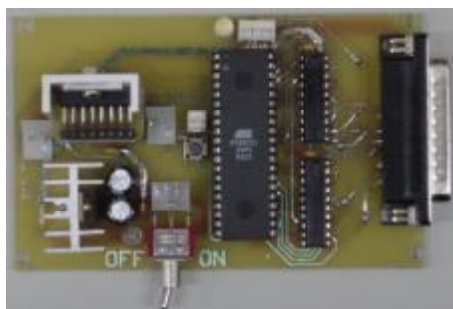
其中 v 與 w 代表車體之轉速與線性速度， γ_1 與 γ_2 分別代表兩輪之轉速， r 為車輪半徑， l 為兩輪距。8051 則透過並列埠介面與單板電腦介接，因此當單板電腦計算得到車體之運動方向與速度後，便可經由並列埠介面下達指令給 8051 以產生控制馬達之 PWM 波形。

而在取球機構、攝影機方位控制操作，則使用 AI 馬達驅動各軸之運動。AI 馬達(如圖五所示)具有容易控制操作，且可讀取馬達現在角度之會受功能。因此可以讓控制端在控制的時候更為精細且正確。AI 馬達的訊號是使用標準的串列傳輸格式，且最多可同時串連 23 顆馬達進行控制。而控制端只需透過 RS232 介面便可下達指令控制任一顆串接之馬達。

除此之外，我們採用電子羅盤以量測自走車於場地中之方位，並加裝一組攝影機以顏色偵測中央區、高山區與平原區之位置。亦可用於偵測我方球體顏色與場地位置(如圖六)。



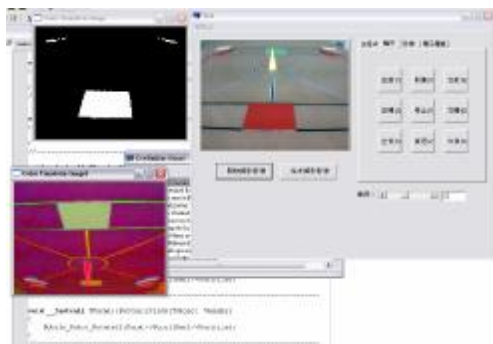
圖三、以直流馬達驅動自走車車輪



圖四、以 8051 產生 PWM 波形經由雙橋式驅動晶片控制馬達轉速



圖五、AI 馬達實體圖



圖六、判斷球體顏色與場地位置

機器人成品

機器人成品如圖五-六



圖五、機器人完成圖(內部構造)



圖六、機器人完成圖

參賽感言

很高興能有這次機會參與比賽，參與比賽的過程從一開始的無到有，從陌生到熟悉，經歷無數個共同奮鬥的日子，遇到問題逐步的找到解決的方法，在過程中體驗團隊合作、分工的可貴，一直持續到出賽當天，在出場的前一刻遇到硬體的意外故障，甚至於在出賽後還在場上進行維修，比賽的四分鐘內分秒必爭，最後雖然功敗垂成，但仍然鍥而不捨努力到最後一刻，精神可嘉，可惜的是並未發揮實力、遇到硬體的問題未能及時排除，沒辦法在會場上展現出我們的成果甚為遺憾，不過也給我們一個教訓，凡事都要做好萬全的準備。努力不懈的態度不僅是對他人，也是對自己負責；經歷過一次又一次的比賽，累積經驗，培養自我的實力，更是未來獲勝的籌碼。

感謝詞

謝謝雲科舉辦這次的活動，有先前承辦的經驗讓這次比賽更為盛大、隆重；感謝我們指導老師 簡忠漢教授的帶領，沒有您的諄諄教誨，我們無法順利完成機器人的成品；也感謝母校聖約翰科技大學的支援，電機工程系系主任的支持、器材室張福台先生的大力協助，讓我們製作過程得以無後顧之憂，以及感謝學長們的技術指導、學弟們在製作自己專題之餘還被我們拉來幫忙，最後還要感謝所有成員的付出，沒有大家共同合作、各司其職，最後也不會完成機器人，一起到雲林參加比賽。

參考文獻

- [1] Time 研究室, C++ Builder6 完全攻略, 金禾資訊.
- [2] 吳添寶, "以形狀資訊進行目標追蹤之影像伺服自走車", 聖約翰技術學院自動化及機電整合研究所碩士論文, 2005 年 7 月.
- [3] 賴建宏, "研製具有探索室內環境功能之影像導航自走車", 聖約翰科技大學電機工程研究所碩士論文, 2006 年 7 月.
- [4] 吳一農, 單晶片 8051 實務, 松崗圖書