

大學組：重機上陣

指導老師：吳敬儒

參賽同學：黃諺銘 陳義任 巫適安

南榮技術學院 機械工程系

機器人簡介

本隊機器人是放金探子為設計目的，所以需要有一隻約三米的手臂，嘗試了許多機構，到最後覺得雲梯車的機構不錯，所以採用了雲梯機構來設計。我們不採進入儲球區來檢球只在儲球區外啄球。因為車重的限制，所以車體設計比較迷你，輪胎也比較小。

設計概念

我們將機器人分成車體、輪子、雲梯手臂機構、啄球機構、捲線滑輪機構等五個主要部分。

車體：主要功能是支撐雲梯手臂，以四個輪子組裝成一個整體機構。

輪子：選擇因為我們車體不進去儲球區，所以選擇輪子 size 較小抓地力強的海綿胎。

雲梯手臂：在設計上是為了放置三米高的金探子，因此手臂材料選擇上需要有一定強度，所以我們選擇精密機械用的鋁材，又因在車子尺寸的限制上，所以我們只好設計成雲梯機構。

啄球機構：是由棒球發球機構研發而來。

捲線滑輪機構：調節雲梯機構上升放球所需要的角度。

機構設計

嘗試過不同種類材料、車體、伸長機構之後，我們的結論是，越是簡單的機構，在修護、加工、拆裝，都可以省下很多的時間，所以我們的機構都以簡單而可達到我們所需要之目的而設計。

車體：

因為車重的限制所以我們採用輕而好施工的 L 型角鋁，來製作成為底盤；因怕車體剛性不夠，所以支撐雲梯手臂位置採強度較高的長方型鋁材來製作；因為我們車體

不進去儲球區，所以選擇輪子 size 較小抓地力強的海綿胎來完成機身。我們設計把前後輪距離拉近，因前輪跟後輪間，軸距越小轉彎越靈活。如圖下（一）。



雲梯手臂：

手臂是利用消防雲梯車的原理來製作。首先製作最底層，底層是用二支輕而強度好的口型鋁材製作。在口型鋁材的上邊畫上中心線，在中心線上鑽五到六個孔，並鎖上螺絲當成滑軌。底層完成後再來製作上層單層的結構，再利用材料本身上的溝槽，鎖上約為十到十四顆的螺絲，當成一層跟一層間的滑軌。接下來一層疊一層裝上去，加上底座共六層。結合之後在各端點上裝上直徑 2 公分的滑輪，在滑輪上綁上鋼線，靠鋼線與滑輪來互相傳動。再來，底座裝上一支導螺桿，利用馬達轉動導螺桿來傳動。最後在每層間抹上工業用黃油，使每一層伸縮自如。雲梯手臂能伸縮如圖下（二）。



啄球機構

這個機構利用手臂下墜時的重力來收集球，利用一顆圓型的滾輪來使球滾進圓筒內而無法出來，再利用馬達來驅動手臂下降把滾輪撐開放球如圖下（三）。



捲線滑輪機構：

因為我們的雲梯機構需伸長 3 米以上的高度，如果靠馬達轉動導螺桿來調節，怕手臂抬起角度會不夠用。因此我們決定使用比較簡單又省力的定滑輪機構，以滑輪配合鋼線加上馬達來調節手臂角度。但因定滑輪省力費時，所以我們測試了很多馬達最後才找到在速度與扭力都符合我們要求。

機電控制

在機電控制方面，我們很大膽的使用了數個單晶片 8051。一個單晶片在控制盒上，判讀各操作開關的狀態，並將其傳送至機器人本體；其它單晶片在機器人本體上，接受控制盒所送來的狀態，操作它們所控制的繼電器與功率晶體。單晶片 8051 的應用是非常基礎簡單的，成本也很低；但是必須承擔因干擾而當機的風險。在整個電路的設

計中，所有的重點都是擺在各電子元件的電流驅動能力與避免干擾造成的當機。

控制盒 8051 的工作是以陣列掃描的方式，判讀各開關的狀態，並加以編碼後，傳送至機器人本體。為了避免外界的干擾，同時也顧及接線的簡單化，我們採用了半雙工的 RS485 介面。RS485 介面只須要兩條線，應該是最簡單的了；根據規範，RS485 介面的通訊距離可達 4,000 英尺，由此可知它的抗雜訊能力非常的強。最重要的是，RS485 介面是多處理機通訊介面，使得我們可以把機器人本體上的各部控制，做成獨立的單元，各單元之間僅需以兩條 RS485 通訊線串接起來即可。使用獨立的控制單元，可以使各單元的功能簡單化，降低程式與線路的複雜度，並且維修與功能更新時，只要更換相關的控制單元即可，其他未更新的部分不會被更動到，大幅降低了維修與功能更新的失敗風險。

為了控制盒的輕量化，控制盒本身不安裝電源。因此控制盒到機器人本體需要四條連接線，兩條電源線、兩條 RS485 通訊線。我們採用一般電腦常用的 USB 線材（正好是四條線）來連接控制盒與機器人本體。

通訊的編碼中，有加入一查核碼（check sum）。控制盒單元每秒對機器人本體傳送操控開關狀態 25 次（每 40ms 一次），頻率夠多，所以當受訊控制單元一旦檢出查核碼錯誤，僅需放棄該次通訊內容，維持現狀，靜待下一次通訊即可；不要求重送。另外，為了安全，機器人本體上的各控制單元必須在每 200ms 至少收到一次正確的操控開關狀態，否則立即關閉各動力單元的電源。也就是說，在失控時，可以立即拔掉 USB 連接線，機器人本體會在五分之一秒後關機。

機器人本體上的控制單元，根據控制盒送來的操控開關狀態，操控各繼電器與功率晶體；設計的重點在送出足夠的驅動電流並且能抗雜訊干擾。

在機電控制的場合，抗雜訊干擾最基本的工作就是隔離電源——將控制電路與功率電路（驅動電動機、繼電器等）完全分隔。在電源方面，控制電路的電源來自獨立的 9V 乾電池；在與功率元件的連接上，我們使用 4N25 光偶合來達成輸出電路的隔離。

我們所使用的單晶片是 ATMEL 出的 AT89S52。主要原

因是它的 ISP(In System Programing)功能，可以讓我們不須把它拆下，以六條線直接連到機器人本體上做程式燒錄，整個過程不到十秒。

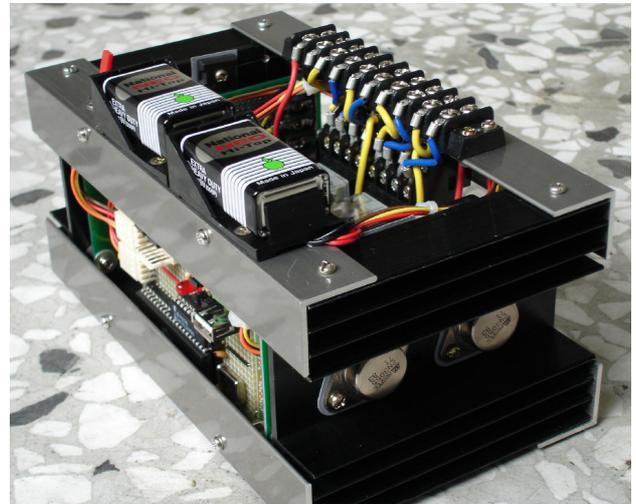
根據 ATMEL 的 data sheet，AT89S52 的輸出電流太小不足以推動太多的負載(每一個 4N25 約需要 10mA 以維持全開的狀態)，因此我們以 74LS245 做為輸出緩衝器。

經由 74LS245 操作 4N25 即可驅動一個 24V 5A 的繼電器。另外，我們使用 3055 功率晶體。在電路安排上，是以兩個達靈頓串接的 3055 為一組，同樣是經由 74LS245 操作 4N25 來驅動。繼電器的優點是體積小、可以承受大電流；缺點是無法作快速連續的切換 價格昂貴(一組繼電器與插座約需要 170 元)。功率晶體的優點則是適合做快速連續的切換 價格低廉(一隻中功率的 3055 約 15 元、一隻大功率的 3055 約 22 元)；缺點是承受大電流時須注意散熱的問題，散熱片的體積頗大。在考慮到繼電器與功率晶體的優缺點後，我們採用繼電器控制電動機的轉向、而經由功率晶體以 PWM 的方法微調電動機的轉速(當長達三公尺以上的機械手臂伸出後，機器人本體的轉動是需要減速的，以達到對手臂前端的精確定位)。

機電控制電路的雜訊一部分來自電源，一部分則來自無線電波干擾。對於來自電源的雜訊，我們對控制電路使用獨立的電源，並且以光耦合隔離輸出，是有很好的做法。至於要遮蔽來自無線電波的干擾比較麻煩，我們在這方面只是小心避免並未加以處理。因為我們是以銀絲線焊接整個控制線路，先天上與四層版的佈局已無法相比，若要做外包覆遮蔽又太麻煩、太重。原來，我們在當電動機的操控開關釋放的瞬間，藉繼電器把電動機電源反接，可以達到瞬間煞車、快速定位的效果；但是在此瞬間所發出的干擾有可能使控制單元當機，機率約在三、四成左右。因此，瞬間煞車的快速定位就被捨棄了。

另外，我們在這次的機電控制中學到了一個重點，就是“原地迴轉”是很費力的動作。若只要使機器人前進 後退，所需的電流是比較小，可直接使用一個 3055 即可輕易達成。但是，若要做“原地迴轉”，則需要兩個功率晶體做達靈頓串接才能提供足夠的電流；而且電瓶要有相當足夠的電力。也就是說，“原地迴轉”需要較大的動力，使得我們不能採用重量較輕的低功率電動機。要解決“原地迴

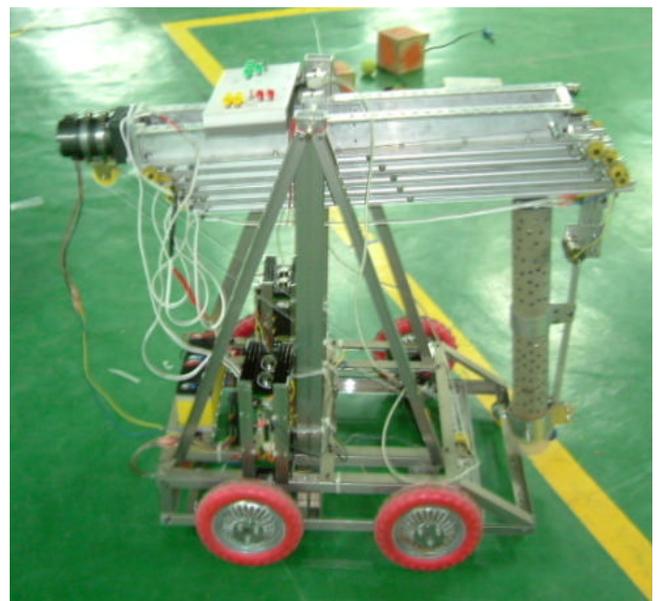
轉”耗電兇的問題，還是要回到機構設計做尺寸的修改才能改善。



圖(四) 控制器完成圖

機器人成品

機器人完成如下圖(五)。雲梯手臂架在車體的兩支長方形的鋁材上，啄球器安裝在手臂的最前端。啄球器上的孔是為了在取球和放球時能夠很方便觀察到桶子內球的狀況。捲線滑輪機構作動時手臂能夠抬高到我們需要的高度，雲梯手臂的馬達轉動，帶動螺桿轉動，手臂開始升長，配合上捲線滑輪機構，這樣三米高的金盃對我們來說沒啥問題了。到達金盃的高度時，驅動啄球器上的放球馬達，放球來達到我們所要的動作。



參賽感言

這次比賽中體驗到，要一次完成機器又符合我們的要求真的不太可能，所以創意就這樣慢慢的出現在每一個參賽隊伍中，我們製作第一代車時我們發現其實我們的車子還是有很多的問題，無論是夾球手臂的夾子，或是放球手臂的伸縮機構還是有很多的問題存在，所以我們決定減少車子的機構，把我們的兩隻手臂的功能合而唯一，第二代的車子就因為上一代的問題漸漸轉變出來的，

我們從機器的複雜機構，演變成簡單的機構，這個過程就出現了創意，參加這一次很有意的比賽，對我們在實作跟創意有很大的幫助，當我們接到題目的時候就開始構想機器人的模樣，但是問題開始出現了，第一個材料的購買，我們尋找很多的店家，甚至到高雄尋找，得到了很多材料購買資訊，第二馬達的選購，要找到符合我們需要的速度和輸出的力量，真的不是一件容易的事，問題不只有這兩項，在這兩問題中出現了一個很重要的問題。

這個問題就是關於我們經驗傳承”，我們在研習時就有經驗傳承的課程，課程中有請到得獎學校的指導老師來跟我們講授，這是一個很重要的過程，所以我們遇到的這些問題經驗就是一個很好的傳承項目，材料的購買地點，馬達的選購這是讓未來學弟妹製作方面有很多的幫助。

這次比賽中我們學習到團隊合作因有的態度，分工合作是完成這次機器製作的最大幫手，這次製作的經驗對大家未來工作一定有很大的幫助。

感謝詞

感謝 TDK 和教育部舉辦本次的活動，八年來一直在提供我們一個可以讓我們發揮創意和思考能力的比賽空間，也要感謝本校『南榮技術學院』的大力支持，提供我們一個很好的發揮空間，把在校內學的一些實作和課堂上的理論發揮出來，每次比賽都會為我們製作跟比賽場地一樣的地方，讓我們可以在學校內有一個很好的練習，最後，先要感謝本校許多老師的指導，也要感謝我們的葉茂榮校長專程北上去看我們比賽，給我們很大的鼓勵，特別要感謝我們的指導老師：吳敬儒副教授細心的指導，這次的機電部分幫助很多，如我們有機構上的問題時，適時的指導我們，點破我們的問題，讓我們沒有繼續陷入困難中，最後

要說聲老師您辛苦了。