

自動組：隊名：龜呷 One

機器人名：龜將軍

指導老師：蔡孟利 老師

參賽同學：呂紹宇、張邦彥、張曄明、廖栢維

國立宜蘭大學 生物機電工程學系

機器人簡介

本機器人之載具驅動係以直流馬達作為動力輸出，底盤部分採用後輪驅動並加裝兩顆全向輪以保持車體平衡，故以此四輪之底盤作為本機器人之行走部。

機構動作主要分成二部分，其一在下階梯部分，是利用其慣性運動及前後兩段式緩衝系統。其二踢足球部分，主要以一只線性致動器帶動牽引機構，拉伸橡皮筋儲蓄彈力位能，再利用釋放機構將彈力位能轉換成動能，將足球踢進於球門內。在機電控制方面，機器人使用雷射測距 2D 掃描、光電開關、超音波感測器及光編碼器，分別作為目標物搜尋、循跡關卡定位、分辨顏色及定距轉向。機器人之控制核心係由可程式控制器(PLC)之內部運算處理程式主導，最後輸出訊號於各外部馬達及致動器進行控制。

設計概念

此次自動組競賽子題為『百果山足球賽』是以員林鎮的百果山為風情導覽，作為比賽情境。目標是設計製作一部具有極佳靈活度及反應的機器人，挑戰本屆競賽的各關卡。根據這個主題，我們開始熱烈討論機器人未來的設計方向與造型。經過一番資料搜尋與意見交換，我們最後決定以「龜」作為機器人之造型目標。(圖 1)

此靈感來自於伊索寓言中著名的故事「龜兔賽跑」，故事中烏龜與兔子以賽跑一較高下，恰好符合今年彰化縣主辦之全國運動會，期許各個運動員有著「勝不驕，敗不餒」的精神。故事中的「龜」象徵著不屈不撓，希望我們也能學習烏龜腳踏實地堅持到底的態度，最終能贏得勝利的果實，圖 2 為機器人完成之實際本體。



圖 1 烏龜



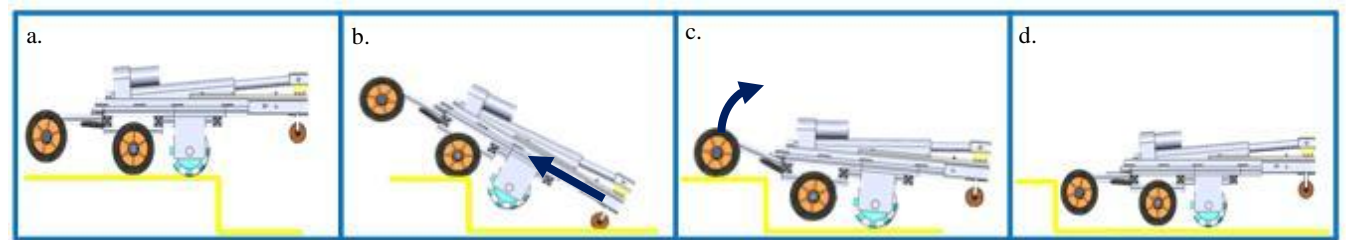
圖 2 機器人完成之實際本體

機構設計

本次比賽主題為『機器人百果山足球賽』，為響應競賽主題，於機構設計方面，以「龜」為設計目標，故機構方面分為手部、頭部及足部著手，為了使機器人更為仿生，所以各個部位環環相扣，來達成競賽各個關卡。機構主要分為兩個部分：

1. 下階梯機構

採用前後兩階段式緩衝撞擊的設計，降低機器人於平台上落下時位能轉換為動能之衝擊力，主要構造係由滑軌、橡皮筋、彈簧及塑膠輪組成。當機器人前輪離開平台，因重力落下致機身前傾著地，使機器人前方滑軌及輔助輪受到地面向上反作用力並拉伸橡皮筋(類似彈簧設計)，完成第一階段緩衝地面撞擊力。接著後輪離開平台，藉由後方輔助輪避震緩衝設計吸收機身著地後之位能差，此為第二階段緩衝撞擊，圖 3 為機器人下階梯動作分解示意。



(a) 停於平台上。 (b) 滑軌向上位移並拉伸橡皮筋完成第一階段緩衝撞擊。 (c) 後方輔助輪避震緩衝設計，完成第二階段緩衝撞擊。 (d) 安全地停於降落區，完成下階梯動作。

圖 3 下階梯動作分解示意

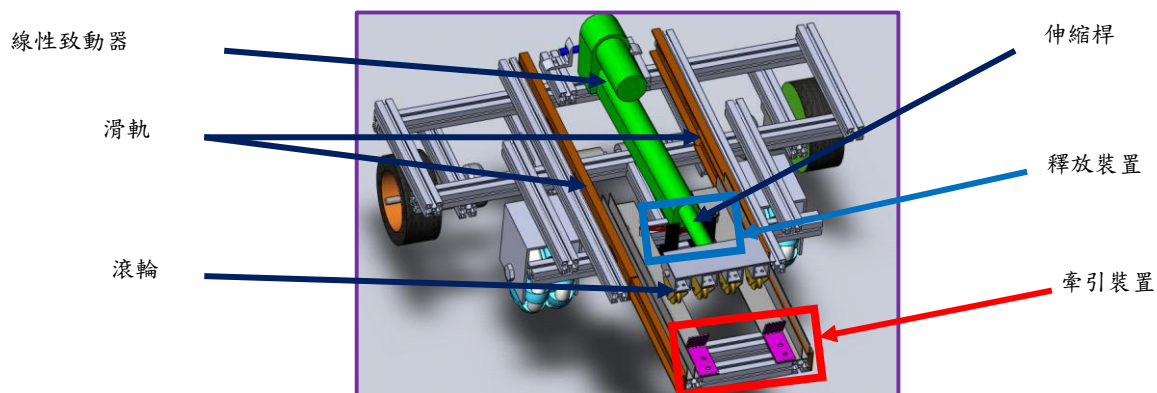


圖 4 踢球機構構造

2. 踢球機構

踢球機構係由線性致動器牽引帶動滑軌，滑軌內側裝設有橡皮筋，利用橡皮筋儲存之彈力位能轉換為釋放撞擊足球之動能，以完成射門動作。藉由線性致動器裝設四顆滾輪，滾輪滾輪由內至外兩兩成對，分別形成牽引及釋放機制兩種動作，其中牽引裝置固定於滑軌上，釋放裝置則固定於機器人行走部，圖 4 為踢球機構之構造。

當機器人搜尋到足球並完成定位，踢球機構即開始動作。首先，線性致動器伸縮桿伸長，同時外側滾輪接觸牽引裝置滾動上升，當其伸長至最大行程時，外側滾輪扣住牽引裝置，接著線性致動器伸縮桿向後拉回並將滑軌向後牽引拉伸，同時連結滑軌之橡皮筋儲存彈力位能，最後，當線性致動器伸縮桿繼續拉回至最小行程，內側滾輪接觸釋放裝置滾動上升，滑軌因橡皮筋之彈力位能釋放而彈射，即完成踢球動作，圖 5 為踢球機構之動作分解示意。

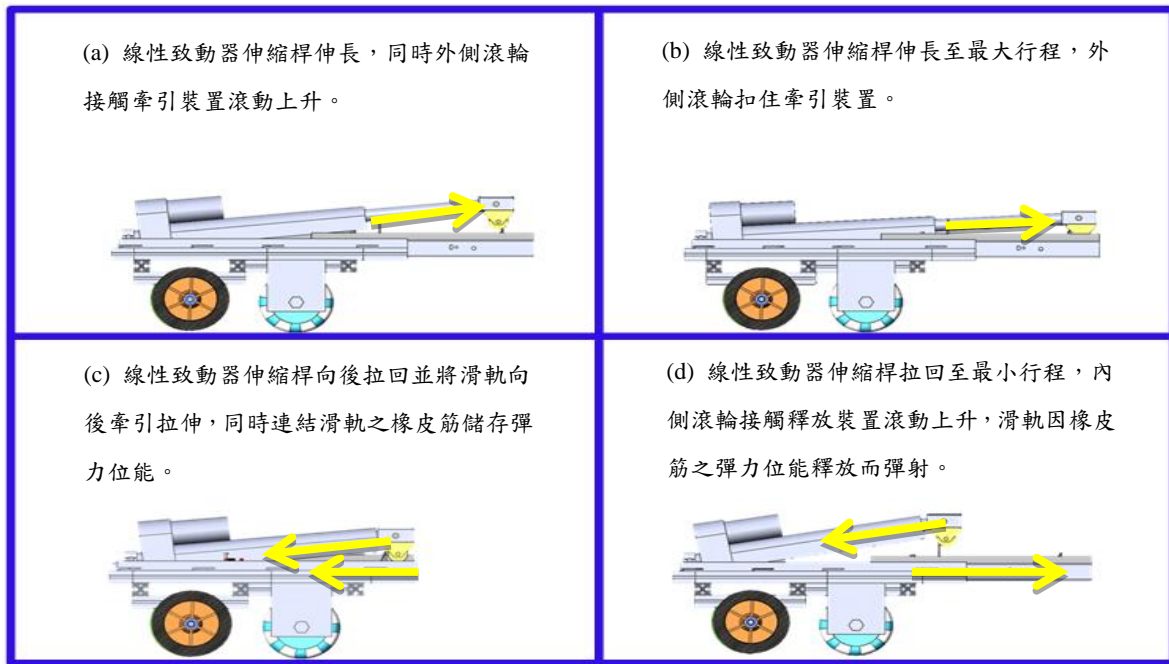


圖 5 踢球機構動作分解示意

機電控制

針對此次比賽，在機電控制上，我們區分成行走部與機構部。在行走部方面，使用了雷射測距 2D 掃描、十一只光電開關、一只超音波感測器、兩只光編碼器作目標物搜尋、循跡關卡定位以及定距轉向。機構部則採用兩只光編碼器、二只光電開關、作機構動作之定位。在外部線路方面如圖 6 所示，以繼電器的常閉及常開接點作互鎖迴路設計完成控制馬達正反轉動作，防止短路發生。此外利用繼電器迴路設計可切換電源完成載具有段變速功能，其減速作用可防止當載具脫離設定路徑時，以及感測器無法及

時感應輸入訊號狀態時之危急處理。電力供應係將馬達動力部與感測控制部的電源分開，避免彼此間因電力不足而使機器人產生不穩定之狀態。

控制核心主要由 VIGOR-VB1-32MT 型之 PLC 之內部運算處理程式作為主導，以執行輸出訊號於各外部馬達及致動器進行整體運動控制。在 PLC 的程式結構主要依據感測器狀態制定動作要求及規劃真值表，並利用卡諾圖演算接點電路之布林代數邏輯，其中並結合記憶、互鎖、閃爍、計數以及煞車等應用組合電路，以因應各種情況策略，最後以流程圖設計一套完整功能的程式(圖 7)。

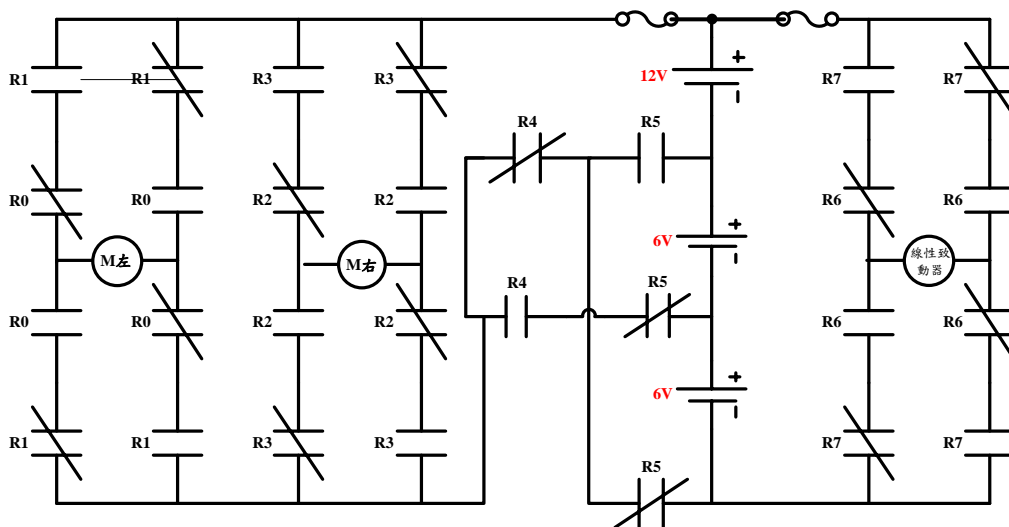


圖 6-a 外部線路-馬達正反轉、互鎖及有段變速

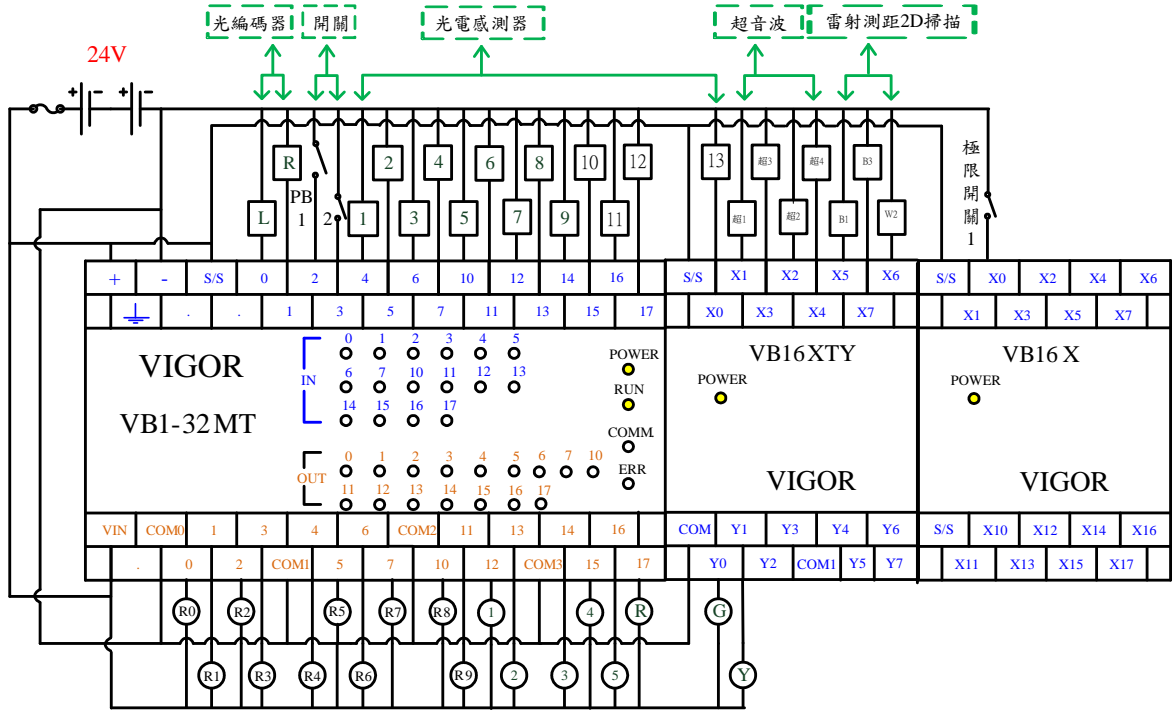


圖 6-b 外部線路-PLC

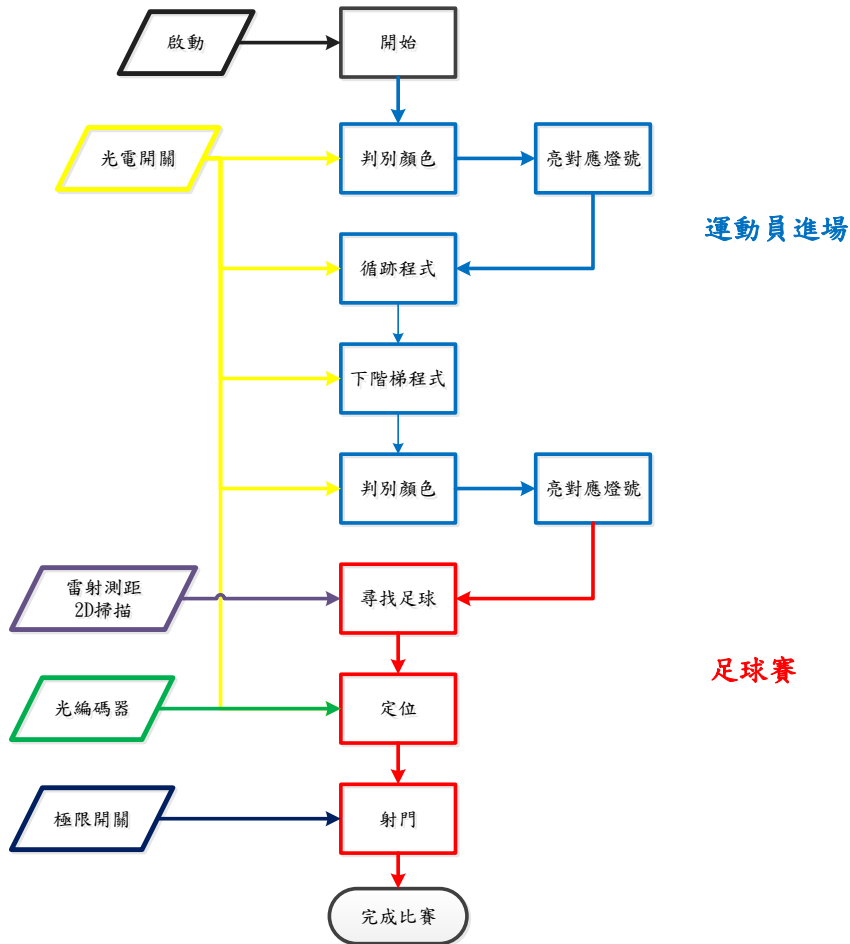


圖 7 整體程式流程

機器人成品

完成機器人製作後，在宜蘭大學校區以 1:1 的模擬場

地，經過無數次的測試及修改，使機器人能在比賽中達到最佳狀態。以下是機器人在競賽場地進行比賽實況如圖 8 所示。

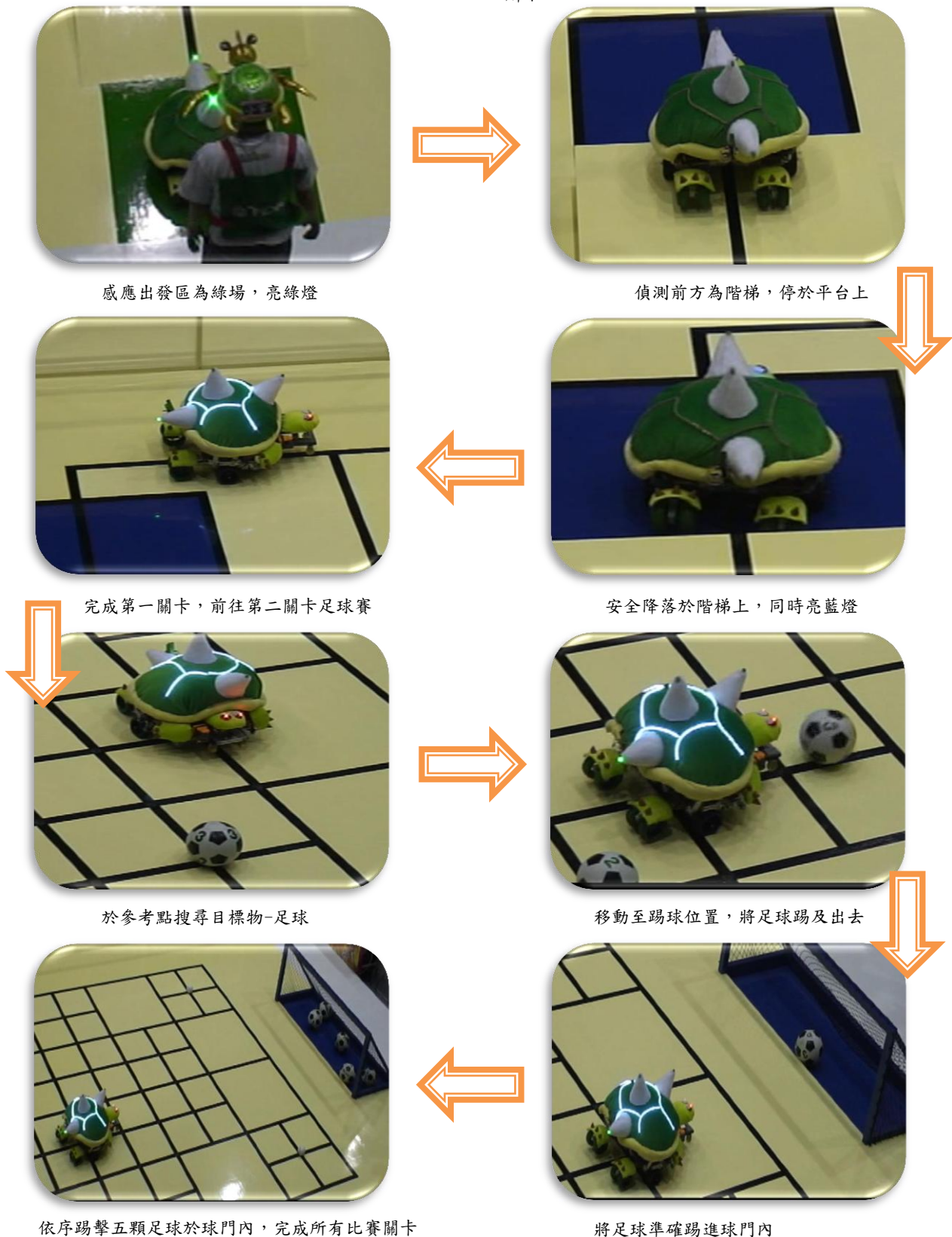


圖 8 機器人於比賽時完成所有關卡

參賽感言

「Team work」是我們整體的中心思想，團隊合作為主辦單位要讓我們學習的一部分，無法單靠一個人的力量就能製作出一台功能完整的機器人，唯有隊員間的分工合作，彼此的相互配合，營造出和諧的工作環境，各司其職，才能打造一台勇猛的機器人。

藉由製作機器人的過程中，看著我們的機器人從有到無，一點一滴的到如今成型，心中的感動無法用言語形容，從中也接觸到許多以往無法了解的領域，為了一個零件，大街小巷的來來回回，跟現實社會中的店家請教，是在書本中無法學到的，「做中學、學中做」，簡單的幾個字，便是我們製作機器人最好的寫照。

當然，製作機器人的過程中也遇到了許多困難，機構改了又改，從最早的雛型到現在的模樣，以歷經多次的修改！不過跌倒一次就是一次經驗，記取這次的教訓，下一次會做得更好，「失敗為成功之母」就是這樣來的阿！隨著比賽時間一天一天的逼近，壓力也一天比一天升高，只能每天的測試機器人，找出隱藏的 BUG，增加機器人的穩定性來穩住賽前的壓力。

感謝詞

感謝 TDK 財團法人文教基金會大力支持與贊助競賽的材料費，以及感謝教育部及中州科技大學主辦這次的活動，並感謝宜蘭大學的全體師生在比賽前的鼓勵與加油，更感謝前往比賽的啦啦隊員們，最後感謝一路上對我們不離不棄的蔡孟利教授及周立強教授給予我們細心的指導與幫助。

參考文獻

- [1] 蔡孟家 (2008)，「Solid Works2008 完全學習手冊」，松岡電腦圖書有限公司，第 10、11、12 章。
- [2] 周立強、高易宏、吳建昌 (2001)，「線控機器人與自走子車製作在教學上之應用」，宜蘭技術學報第六期，第 86-98 頁。
- [3] 周立強、程安邦 (2003)，「布林代數演算法在條件序控的應用以線控機器人操作為例」，宜蘭大學學報第一期，第

106-114 頁。

- [4] 周立強、莊英銘、蘇文德、邱國維 (2003)，「線控機器人之製作」第七屆全國創思設計與製作競賽論文集，台北，第 1-7 頁。
- [5] 周立強、程安邦、林玠明 (2004)，「創思設計與製作在機電整合課程的教學啟發~以第六屆機器人競賽為例~」，宜蘭大學學報第二期，第 161-165 頁。
- [6] 周立強、楊俊雄、李永駿、黃御其、陳奕璇 (2007)，「自動機器人之製作」，第十一屆全國大專院校創思設計與製作競賽論文集，高雄，第 1-6 頁。
- [7] 程安邦、楊雅傑、張簡上揮、陳詩欣 (2007)，「自動機器人之製作」，第十一屆全國大專院校創思設計與製作競賽論文集，高雄，第 1-6 頁。
- [8] 周立強、江育瑋、林志華、何昇鴻、林珮鈺 (2008)「東北鴨箱寶隊技術論文」，第十二屆全國大專院校創思設計與製作競賽論文集。
- [9] 程安邦、楊雅傑、李永駿、湯立言、賴羿蓉 (2008)，「以一飛乘駟隊技術論文」，第十二屆全國大專院校創思設計與製作競賽論文集。
- [10] 曾賢堦 (1999)，「機電整合之順序控制(I)」，全威圖書有限公司，第 137-200 頁、第 433-439 頁、第 471-509 頁。
- [11] 周立強、吳國豪、王映淳、陳宥任、呂紹宇 (2009)「牛越塹隊技術論文」，第十三屆全國大專院校創思設計與製作競賽論文集。
- [12] 程安邦、江育瑋、林志華、林珮鈺、杜珮慈 (2009)「馬奔風隊技術論文」，第十三屆全國大專院校創思設計與製作競賽論文集。
- [13] 周立強、呂紹宇、高楚惟、陳宥任、張邦彥 (2010)「熊厲害隊技術論文」，第十四屆全國大專院校創思設計與製作競賽論文集。