

自動組 隊名:兔贏 One 機器人名:玉兔

指導老師:周立強 老師

參賽同學:徐于桓、周御翔、蕭偉澤、曾鍾湧

國立宜蘭大學 生物機電工程學系

機器人簡介

本機器人採跨球式行走策略，機器人兩輪間距加寬機體架高，為避免機器人在下階梯的重心轉移有翻覆的情形，於是在前方裝設輔助輪並結合後方支撐桿達到保護機器人下階梯之功用，最後配合跨球行走策略，係採用可抬升之擺錘式踢球。

機構動作其分為兩部分-下階梯與踢球，其下階梯係採用前方輔助輪作為兔子跳躍首先著地之緩衝，配合後方支撐桿輔助下階梯。踢球部分採用擺錘式踢球機構，機構復歸採用馬達正轉復歸，經由兩只平行的正齒輪帶動，踢球機構復歸至初始位置，由於馬達齒輪只有少許齒冠，如果馬達繼續轉動，齒輪會轉至無齒冠區，此時擺錘機構立即得到重力釋放達到踢球目的。在機電控制方面，機器人採用雷射測距 2D 掃描與長距離雷射測距感測器做 2D 掃描與遠距離搜尋，藉以取得足球擺設的方式。除了裝設感測地上黑色循跡線之光電感測器做定位之外，還裝設了多只距離感測器，利用階梯、斜坡，作進一步的載具位置回授控制。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

15 屆 TDK 競賽主題為『百果山運動會』，係以全國運動會為背景衍伸，今年又適逢兔年本隊遂以「玉兔」做為設計主題，隊名「兔贏 One」是期許能於『兔』年『贏』得第『One』(一)名。這次運動會與友隊「龜將軍」呼應童話故事-龜兔賽跑，希望兩隊都能像「兔



圖1黑色兔子

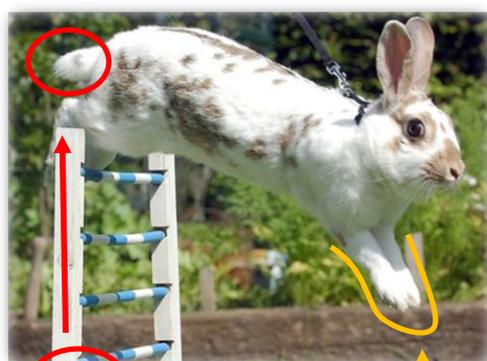


圖2 機器人完成之實際圖

子」與「烏龜」一樣共同努力互相扶持奪得冠軍。

機構設計

在創思設計方面兔子是很符合我們的跨越式行走策略，在機構設計理念也是仿造兔子的動作及外在形象，使之具有功能性並與外觀可看性，其中機構又分為下階梯機構與擊球機構：



尾巴

前腳



圖 3 機器人兔腳與兔尾對照圖

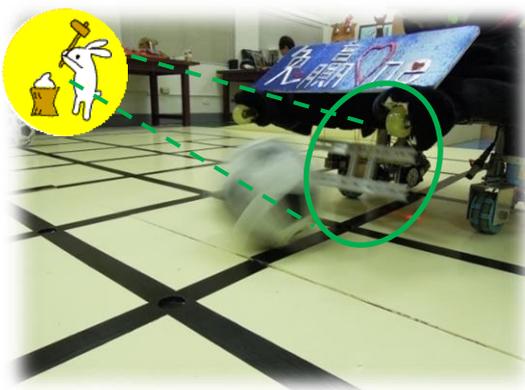


圖 4 機器人擊球概念源自玉兔的搗錘

1. 下階梯機構：

本隊機器人前方設置輔助輪(圖 5a)，後方裝設馬達傳動齒輪盤(圖 5b 左)，藉由轉動運動使得尾部支撐桿，具有升降功能，以緩衝機器人下階梯時後輪著地之撞擊力。當機器人在下階梯時(圖 5a)，首先機體前方輔

助輪著地(圖 5b)，支撐機體前半部重量，後端重量則藉由機器人後方裝設之馬達傳動齒輪盤，利用轉動運動可使尾部支撐桿緩慢上升與下降(圖 5c)，以緩衝機器人下階梯時後輪著地之撞擊力，使之安全著地(圖 5d)。因機體尾部支撐桿支撐大部分重量，支撐桿剛性會破壞場地表面，本隊在其尾部裝置可壓縮的網球(圖 5a 左)，一方面避免破壞場地，而且還可以增加其裝置剛性接觸的緩衝度

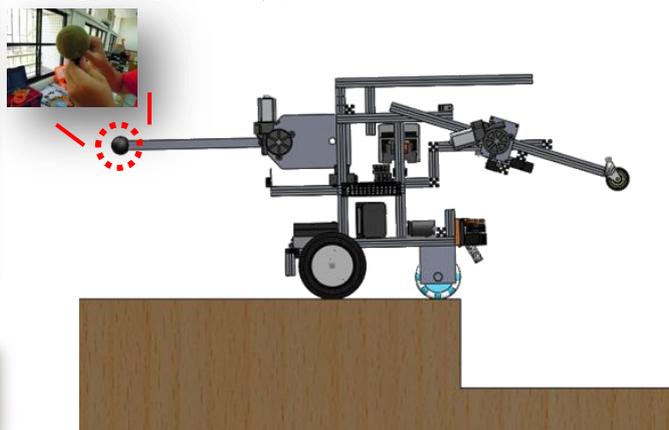


圖 5a 機器人下階梯預備位

馬達傳動齒輪盤

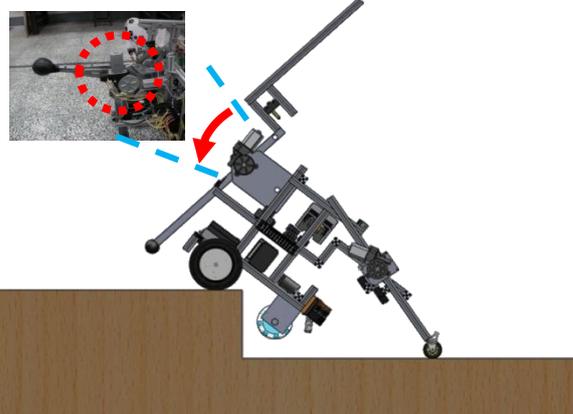


圖 5b 輔助輪著地，支撐桿下降，載具繼續向前移動。



圖 5c 機體尾部支撐桿支撐於平台並緩慢上升，使機體

後端重量緩慢著地減緩後輪地面撞擊

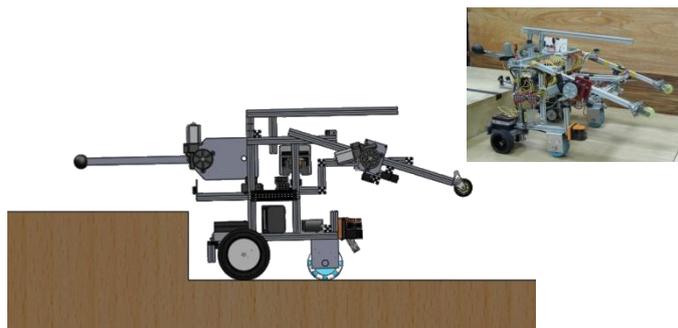


圖 5d 機體尾部支撐桿上升，待後輪平穩著地踢球機構：

其主要結構為擺錘結構、傳動馬達、圓軸及兩只齒輪，如圖 6 所示。其動作原理是馬達帶動磨過齒數的齒輪(剩餘齒數角約為 120 度)，另一齒輪為未磨過的完整齒輪並與圓軸傳動耦合，圓軸則與擺錘結構卡榫接合，藉由馬達正轉帶動磨過齒數的齒輪，再傳動完整齒輪數的齒輪，使擺錘機構抬升 120 度後釋放，如此便可使擺錘作無限制條件釋放及往復之復歸動作。

圖 7 為踢球機構撞擊足球之分解動作示圖

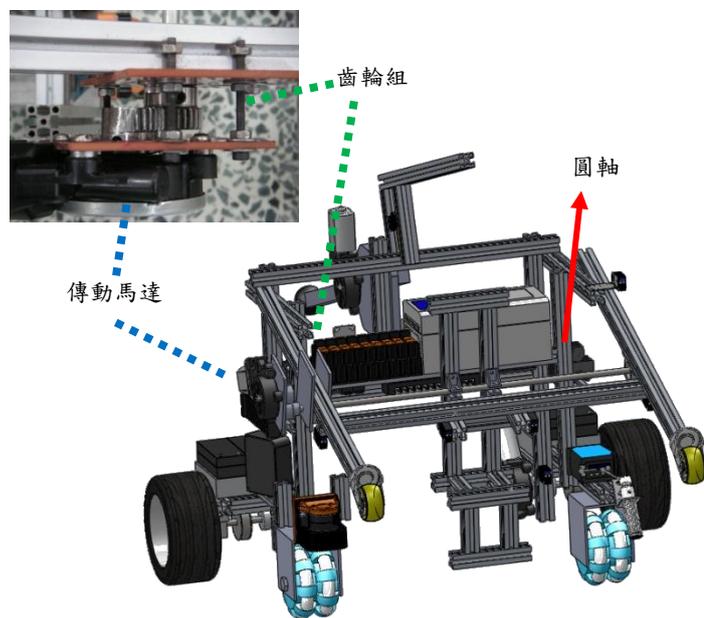


圖 6 踢球機構示意圖



擺錘結構

踢球流程圖：

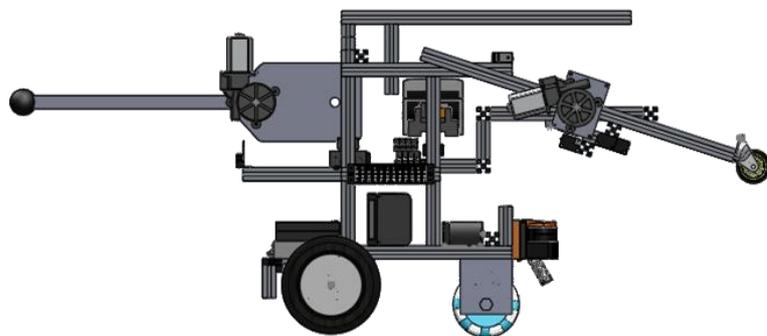


圖 7a 踢球機構常態起始位置

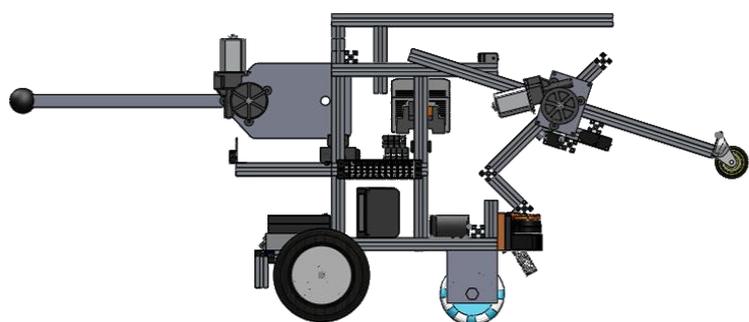


圖 7b 當馬達正轉，齒輪啮合轉動至光滑面，擺錘形成無限制條件釋放放下擺。

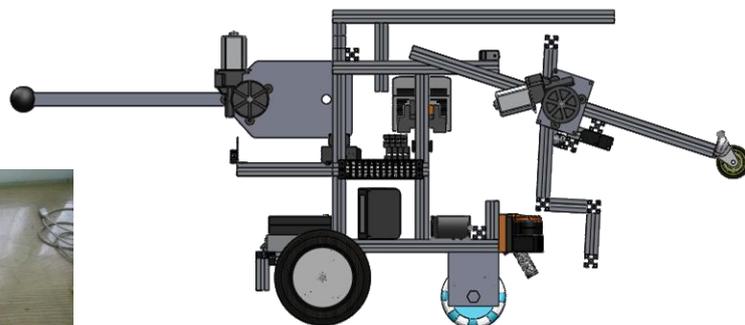


圖 7c 擺錘蓄存重力及彈力位能轉換為動能撞擊足球

機電控制:

在機電控制部份，使用光電感測器、雷射障礙物感測器、雷射測距感測器、光編碼器及判斷顏色之光電感測器分別作為循跡、尋球定位、定距轉向及控制亮燈號之輸入控制。控制核心是可程式控制器(PLC)，感測

器輸入之訊號進入 PLC，PLC 並輸出訊號於各馬達及致動器上。在 PLC 的程式結構主要依據感測器狀態制定動作要求以及規劃真值表，並利用卡諾圖演算接點電路之布林代數邏輯，其中結合循跡定位、馬達互鎖保護及脈寬調變(PWM)等應用組合電路，以因應比賽各種情況策略，最後以流程圖制定一套完整功能的程式。

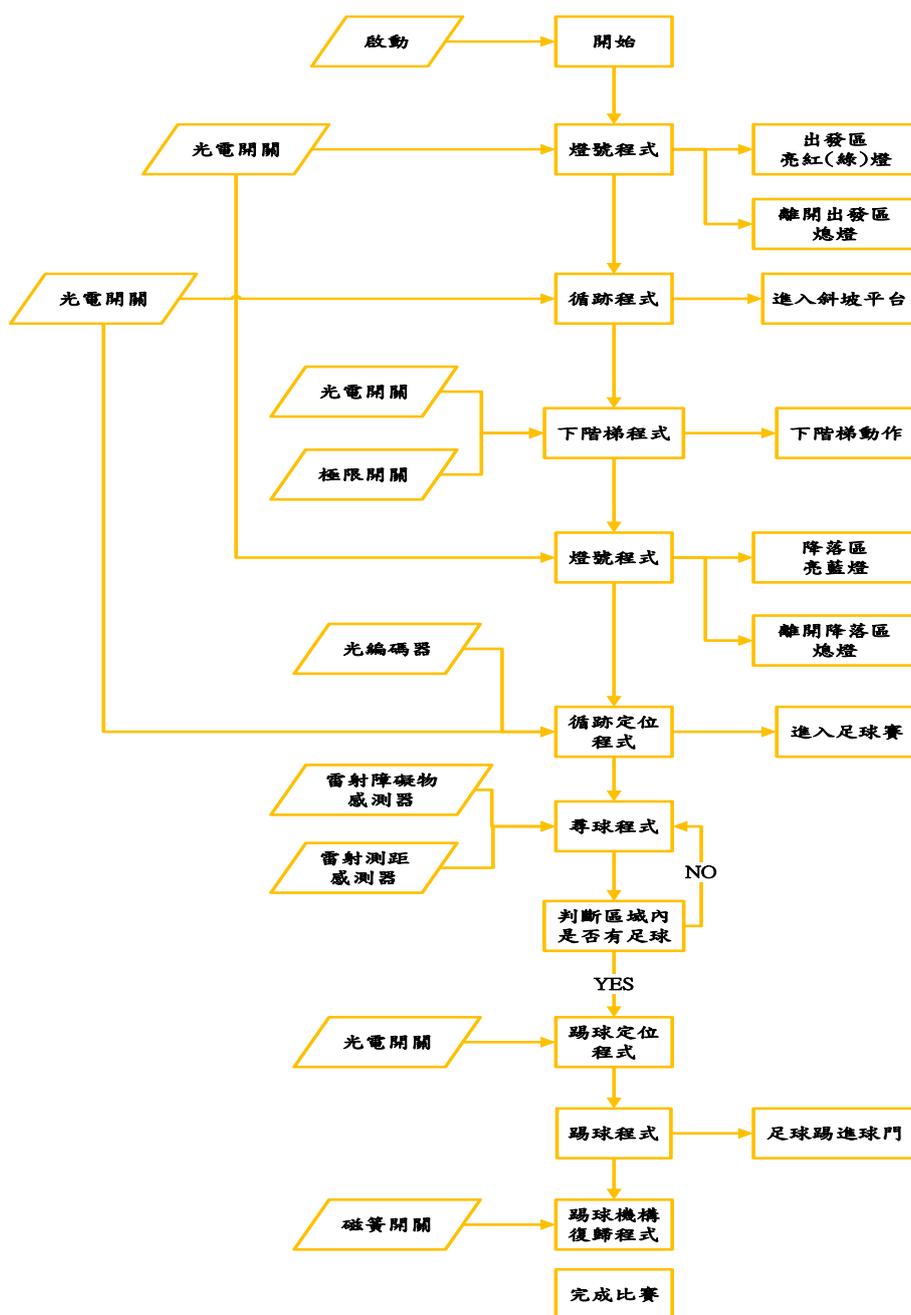


圖 8 比賽過程總流程圖

在 PLC 外部線路設計如圖 9a 所示，我們以繼電器迴路設計行走部馬達 H 型互鎖電控線路(圖 9b **錯誤!** **找不到參照來源。**，以及設計機構部馬達控制電路(圖 9c)，此設計可防止短路造

成馬達與繼電器的燒毀；而電力供應將馬達、機構動力部與 PLC、感測器控制部的電源分開，避免彼此間因電力不足而使機器人產生不穩定之狀態。

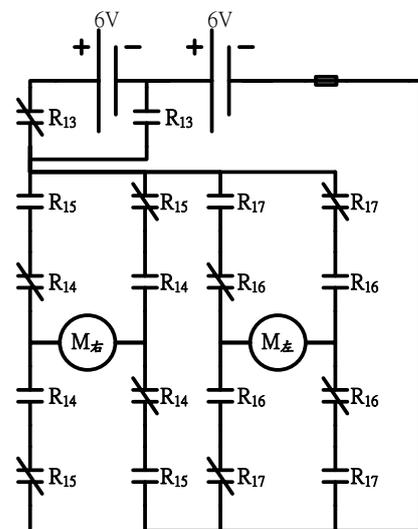
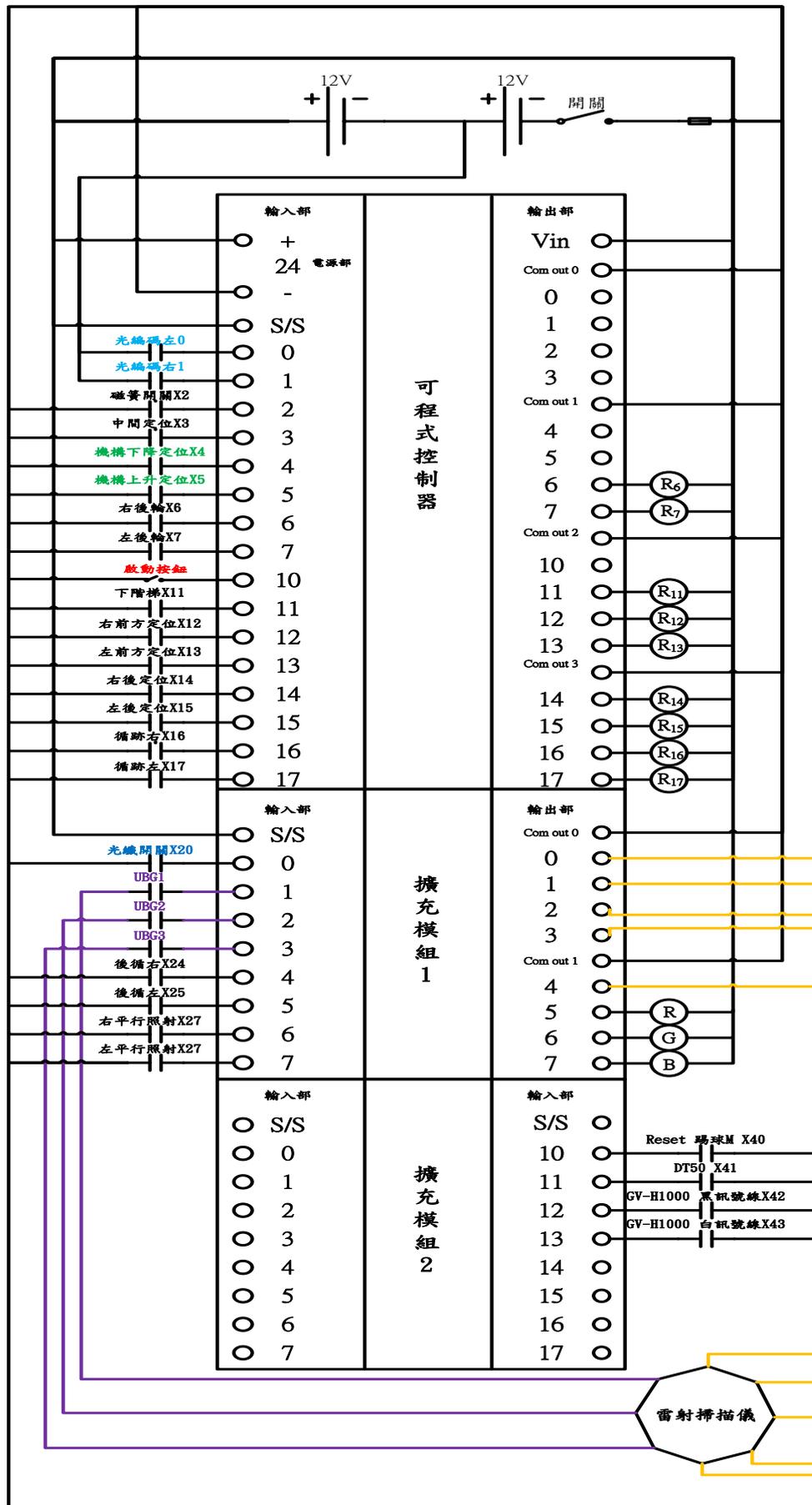


圖 9b 馬達互鎖控制線路圖

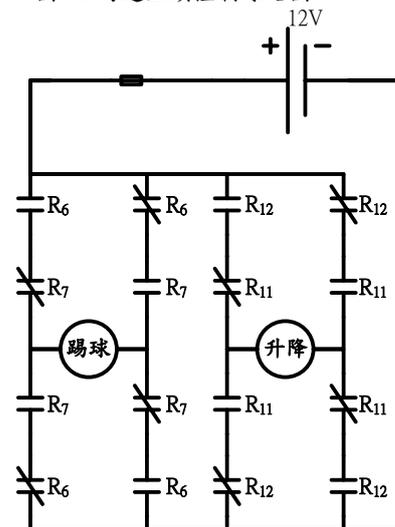
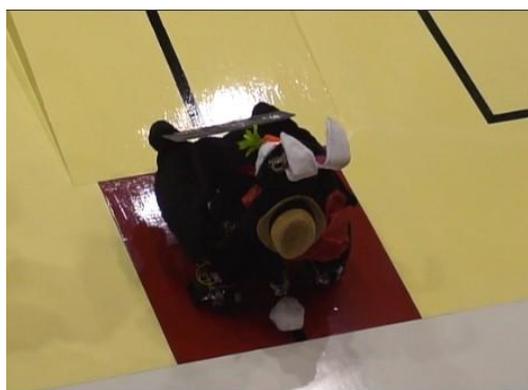


圖 9b 馬達互鎖控制線路圖

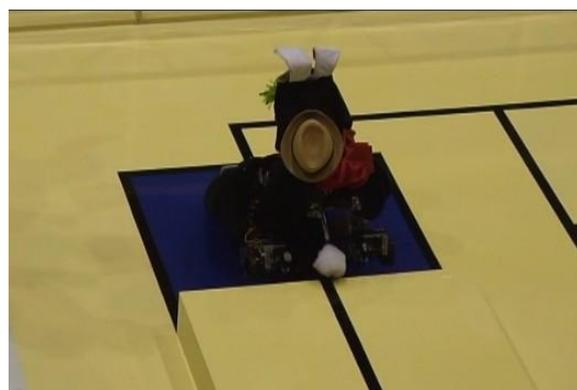
圖 9a 可程式控制器外部線路

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圖。



(a)第一關出發區亮燈(鼻子亮紅燈)



(d) 安全降落至降落區



(b)停至平台



(d) 循跡至第二關



(c)下階梯



(e) 踢足球

圖 10 比賽實況

參賽感言：

競賽考驗著選手們的臨場反應，在比賽場上任何情況都有可能發生，當情況發生時，處理應變是我們學習歷程中很重要的經驗。「Team work」一直是我們團隊追逐的目標，團隊合作絕對是致勝的重要條件。製作功能完備的機器人，必須花費很長的時間去做準備，一個人的力量不足以解決當前的問題，每一個人的想法、每一次的討論都會產生不一樣的化學效應，隊員的分工，彼此的相互配合，盡忠職守，才能提昇效率，達到雙倍的成效。

賽前的準備更是重要，機會是留給準備好的人，在批上戰袍直到上戰場那一刻，感測器功能位置都要做好確認，不能出現任何差錯，教授常說比賽前要把機器人所有的病痛給治好，比賽當下隊員和機器人就是盡情在舞台上演出。製作機器人的過程中，機器人從一開始的初步構想，逐漸改良成今日的模樣，初期為了尋找合適的動力馬達，到處奔波請教車行師傅，從中接觸到許多以往從未遇過的問題，這樣的經驗是無法在一般學校課程中獲得的；「做中學、學中做」就是我們學習的最佳寫照，透過競賽來展現平時上課所學習的應用知識，學以致用在我們所設計的機器人身上。而製作機器人的過程中，我們也遇到了某些困難，機構設計部分，隊員們苦惱著該如何設計擊球以完成比賽要求任務，這樣情況就像我們在設計產品，產品設計經過好幾代改良後，才能夠成為市場上很棒的產品。

自始至終要相信自己一定有能力去完成，記取每一次的教訓，激勵自己下一次會做得更好，經歷無數次失敗才能夠真正感受到成功的美好。

感謝詞：

非常感謝 TDK 財團法人文教基金會大力支持與贊助創思設計與製作競賽，給了一個這麼棒的舞台展示我們努力的成果，此外也感謝教育部以及主辦活動的中洲科技大學；並感謝宜蘭大學的全體師生在比賽前的鼓勵與加油，更感謝比賽當下為我們加油鼓舞的啦啦隊員們，最後感謝一路上對我們不離不棄的周立強教授及蔡孟利教授給予我們耐心的指導與幫助，要不是教授適時的一句話點醒了我們，又怎能夠解決當

下的問題，得到如此佳績！

參考文獻：

- [1] 蔡孟家 (2008)，「Solid Works 2008 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、程安邦、林玟明 (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。
- [5] 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。
- [6] 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。
- [7] 周立強、江育璋、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。
- [8] 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。
- [9] 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。



圖 11 團體大合照