

## 自動組：馬奔風隊 喔嗨啣

指導老師：程安邦老師

參賽同學：江育璋、林志華、林珮鈺、杜珮慈

國立宜蘭大學 生物機電工程學系

### 機器人簡介

此次自動組的子題為『瓦礫大挑戰』，目標是結合科技與環保，製作一台擁有資源回收分類能力之機器人。經過一番資料搜尋與意見交換，我們最後決定以「馬」（圖 1）作為機器人之造型目標。這個靈感來自於古代中外歷史中「木牛流馬」以及「木馬屠城」的故事，因為兩者皆代表當時最創新的科技。我們希望能夠承襲這種不斷自我突破的精神，製作出兼具科技與環保的機器人，也呼應本次競賽的主題。而我們將辛苦孕育的機器人名取為「哦嗨啣」，代表著早晨與機器人的重要性對我們而言有如針線般緊緊相依，另一方面也是表達我們想一遊日本的心願。我們所設計的機構包括「掠取回收物」、「分辨回收物」與「放置回收物」三大項功能，利用機械能帶動機構運作，並以連動的方式，巧妙地運用重力位能的改變以輸出能量，完成各個關卡。在機電控制部份，我們使用工業化的控制器與感測器（PLC、光電開關、超音波感測器），因此機器人兼具科技化與性能穩定的優點。由於我們設計的機構不需要馬達做為動力源，所以控制器與感測器的主要功能為路徑規畫之用。



圖 1 本隊的構思圖騰：馬

### 設計概念

為了完成競賽的各項關卡，首先我們選定一條最佳的行進路線（圖 11）。機器人離開出發區後，「一馬當先」

施展「貼沿走壁」（圖 11）神技通過環保大道車體貼著 10 公分高的隔板前進，這樣減少了因尋跡所造成不必要的修正，也加快了車體在行走時的速度。接著採用「non-stop」行進策略，「馬不停蹄」地「橫掃千軍」（圖 11）取得回收物，藉由木板將回收物掃入腹中，強大的力量像在徵招精銳士兵，企圖用以一抵百的方式應戰；而分類回收物之機構如同「瘦馬磨坊」般，利用行走時所給予的動力源帶動機構運作，完成回收物的分類。接著機器人「快馬加鞭」到達資源回收區之三個回收箱前，依序施展「後勾踢」（圖 11）、「拐馬腳」（圖 11）與「馬躍斬」（圖 11）連環必殺技將回收物正確投入箱內，如同木馬進城後，士兵依序進攻過關，最後終於「馬到成功」（圖 2）。



圖 2 機器人完成圖

### 機構設計

最好的科技就是能夠順應自然原理與簡單化設計。我們設計的機構結構就依循這個原則，僅利用機械能（撞擊、重力、橡皮筋）帶動機構運作，並以連動的方式，巧妙地運用重力位能的改變以輸出能量，完成各個關卡。無動力源（不使用馬達驅動）的機構運動再加上環保材料（包括：可重

複使用材料-例如鋁擠型、可分解的廢棄回收物-例如木材、隨手可得之廉價物品-例如橡皮筋與 PV 管)的使用,達成低成本且輕量化的設計目標。最後搭配「Non-stop」行進策略,使我們能在最短時間內完成任務。

機構包括「掠取回收物」、「分辨回收物」與「放置回收物」三大項功能,茲分別說明如下:

1. 『行走部』:如圖 3 所示,機器人行走部方面,採用後輪驅動,左右兩輪分別各以直流馬達傳動,並控制其正反轉以達到方向控制,如前進、後退(視為 Y 方向的直線運動)、轉彎(視為 Z 方向的旋轉運動)…等動作,整體結構方面,由於必須承受其他各機構的重量以及整體穩定度的考量,前輪以兩顆全向輪輔助行走,因為與三輪相較之下,四輪不僅可以減少輪胎所承受的負載,更增加轉彎與直走的穩定性。

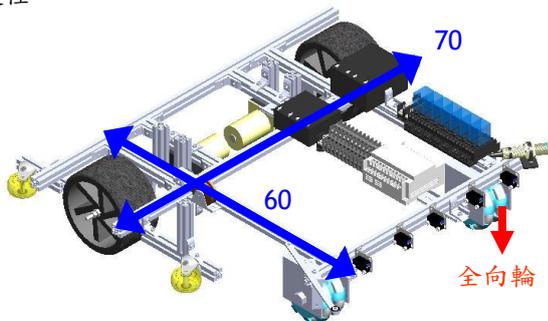


圖 3 機器人行走部構造設計

2. 『掠取回收物』:具此功能的機構採取連動設計,運用掃落之方式完成任務。首先在機器人底盤前側裝置一鋁桿(圖 4-a),並在其上方架設掃落回收物之木板,利用釣魚線將鋁桿與木板外側連接,並運用滑輪支撐釣魚線,減少其拉扯時之摩擦力;木板內側則連接數條橡皮筋,做為復歸使用。

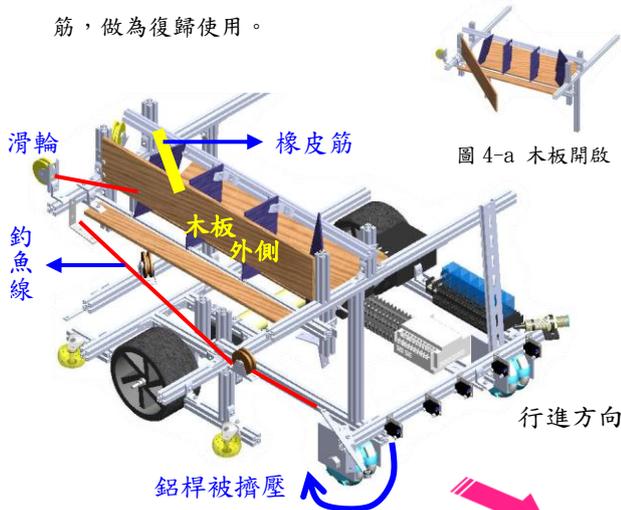


圖 4 掠取回收物機構物件圖

3. 『分類回收物』:具此功能的機構必須能夠針對三樣回收物直立時重心高低位置的不同做為分類的依據。首先於機器人底盤後側裝置一鋁桿(圖 5),利用釣魚線將其與掠取回收物機構後方之水平木板連接,並預先施予一固定拉力,使木板呈水平狀態,用以接收被掃落之回收物;接著在水平木板上方適當之高度固定一鋁條,做為阻擋使用。另外,在此木板後方裝置一 L 型木板,輔助電池掉落至下方通道。

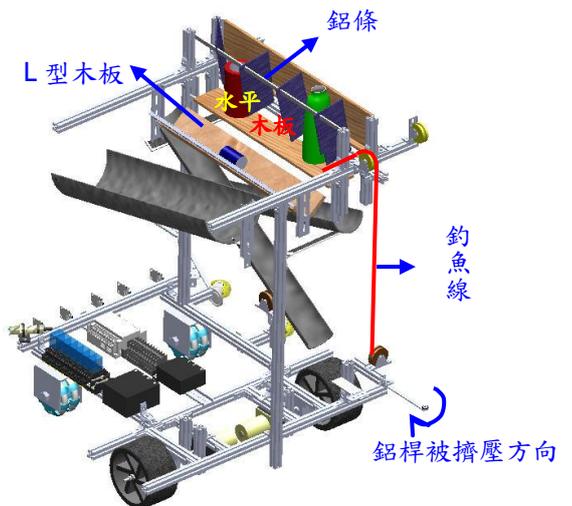


圖 5 分類回收物機構物件圖

4. 『放置回收物』:此機構由 PV 管與水管組合而成,其設計理念參考砂石車倒砂之方法,使回收物能夠萬無一失地掉入資源回收箱內。通道 1、2、3(圖 6)分別接收電池、黑松沙士及每日 C。首先在各通道出口處銜接一 PV 管,並使用橡皮筋將其固定一向上傾斜之角度,用以避免回收物於行走途中掉出;接著利用門栓將鐵片固定於 PV 管下方,做為撞擊回收箱使用。當車體前端碰觸回收箱時,會壓縮門栓而將鐵片彈開,此時 PV 管因本身重量而自動傾斜,待回收的物件也會隨即自動掉落至回收箱。

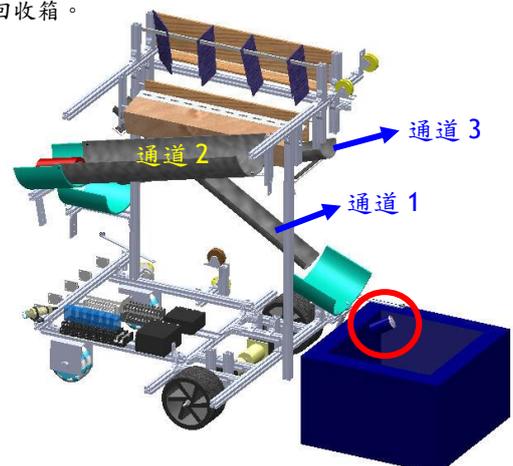


圖 6 分類回收物機構物件圖



圖 7 拿取回收物機構分解動作示意圖

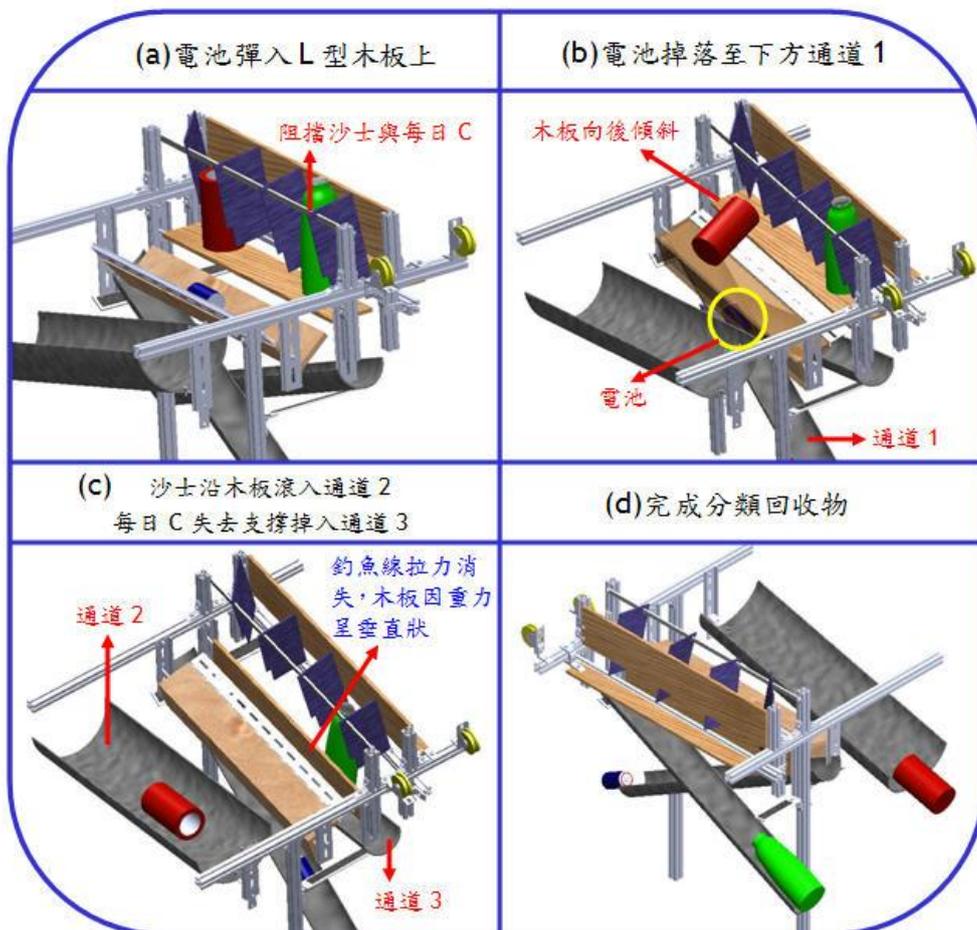


圖 8 分類回收物機構分解動作示意圖

### 機電控制

在機電控制部份，我們使用工業化的控制器與感測器（PLC、光電開關、超音波感測器），因此機器人兼具科技化與性能穩定的優點。由於我們設計的機構不需要馬達做為動力源，所以控制器與感測器的主要功能為路徑規畫之用。

在圖 2 中，底盤所裝置的光電開關、超音波感測器、微動開關及光編碼器分別作為循跡、沿壁行走定位、及定距轉向之輸入控制。而控制核心是由可程式控制器(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。

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。

我們利用底盤前方中間 4 支光電開關（圖 20）感測白色循跡線的路徑，訂出車體方向的修正方式，再轉換成行走部馬達正反轉輸出，最後制定出車體行進時方向修正的邏輯真值表。接著我們以布林代數演算法推演自走車方向控制的邏輯方程式，而此過程分成輸入狀態的定義與方向修正的策略以及真值表的建立。

在外部線路方面如圖 3 所示。我們以繼電器的常閉與常開接點分別設計馬達與繼電器互鎖電路的交叉應用，以防止馬達與繼電器的燒毀。其中並利用繼電器迴路設計以達到切換電源完成輪速有段變速功能，此應用在於以減速來防止車體脫軌以及感測器無法及時感應輸入訊號狀態時之危機處理。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。

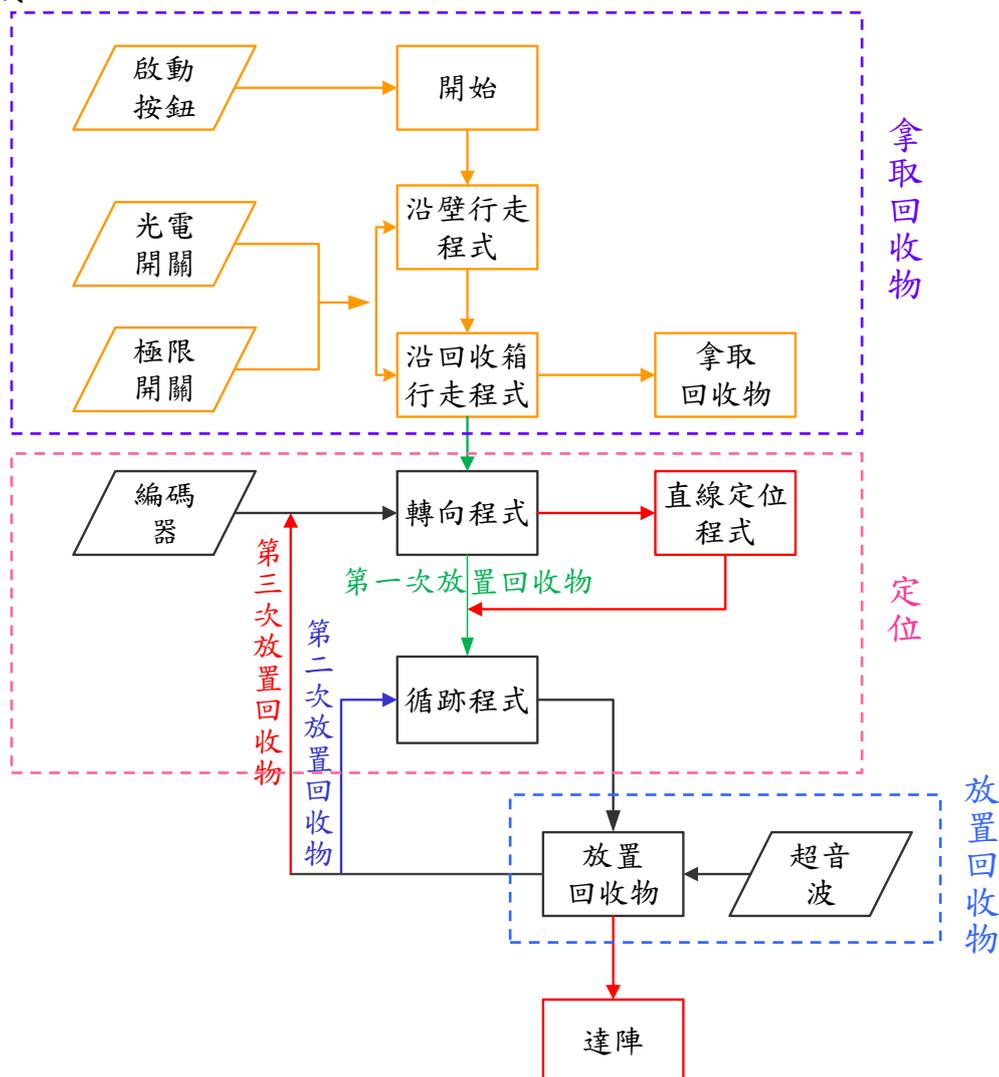


圖 9 總程式流程圖

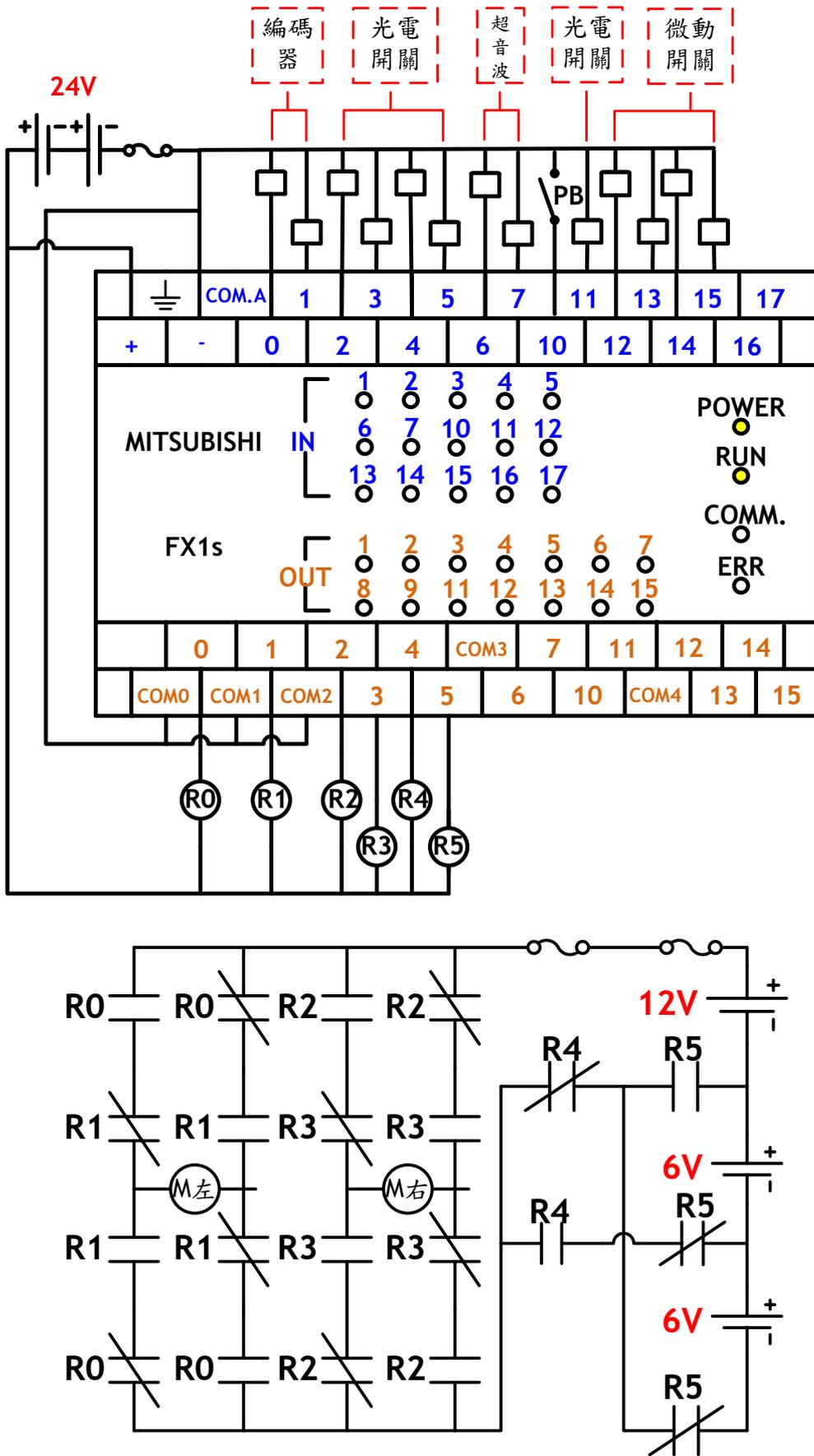


圖 10 PLC 外部負載電路圖

### 機器人成品

機器人總重量為 17.1 公斤，完成機器人製作之後，在學校裡配合 1:1 模擬的比賽場地，經歷無數的測試及修改，為使機器人能在比賽中達到最佳狀態，機器人試跑並完成全部動作的最佳成績為 22 秒，如圖 13 所示。經過多次模擬測試，才能將機器人的狀況調整到最佳，以下是機器人在競賽場地進行比賽實況，如圖 14 所示。

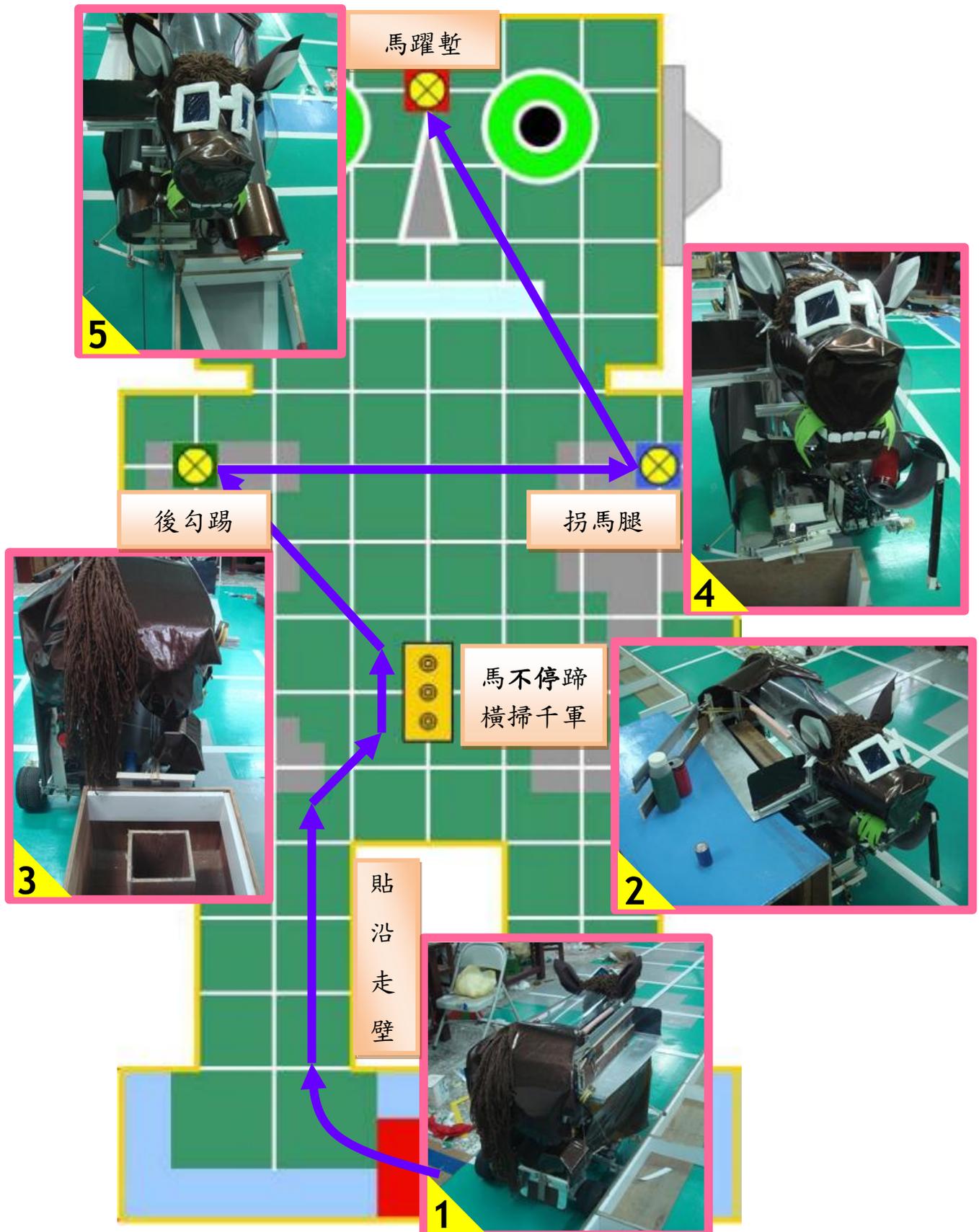


圖 11 機器人於模擬場地測試實況

### 參賽感言

四個人的小團體，就像一間公司的主管跟員工，隊長就像主管，需依個人專長分配其工作，同時也必須掌握隊員的情緒狀況。在每個星期三的會議，會提出遇到的問題，經大家討論解決，進而使團隊更具競爭性更強化組織力。

競賽當天非常地緊張，在第一場比賽發生了從未發生過的問題，讓我們深深地體會到，**這就是比賽！**雖然很遺憾的無法打入決賽，但在最後一場與台大的戰役，我們也證明了自己具有滿分的實力。今年是第二次參加競賽，和去年比起來多了更多的感觸，這兩年學到了許多，尤其在本次比賽中體會到，機構的加工技術上，遠不及技職體系的學生（因校內絕大部分的學生為高中體系），在使用機械元件上往往因規格尺寸精細度與認知中有所差異。比賽對於學生來說是各方面的訓練，而臨場反應是很重要的關鍵。

藉由參加 TDK 機器人競賽拓展了我們的視野，也體會許多技術以外的問題，以及精神與心靈層面的變化，重要的確不只是技術，學習如何說一個故事，如何運用各種工具表達自己，就是更重要的課程了。我們由衷的相信，失敗更能使人成長！

### 感謝詞

感謝財團法人 TDK 文教基金會大力支持與贊助競賽的材料費，以及感謝教育部與正修科技大學主辦本次活動。並感謝宜蘭大學生機系主任與老師們在賽前替我們加油、鼓勵，還有重要的啦啦隊一路上地陪伴。最後非常感謝周立強副教授與程安邦教授，總是在旁支持與細心指導，讓本次競賽得以成功落幕。

### 參考文獻

- [1] 周立強、游哲銘、洪英傑、林岳迪 (2000)，「線控機器人之製作」，第三屆全國技專院校創思設計與製作競賽技術論文集，雲林，第 43-48 頁。
- [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、陳俊宏、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] 曾賢燦 (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。
- [9] 台安電機股份有限公司 (1998)，「TP02 系列可程式控制器使用手冊」，第 12 章。
- [10] 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。



指導老師與隊員合影