

自動組：隊名：牛越塹

機器人名：I-Lan New (牛)

指導老師：周立強 老師

參賽同學：呂紹宇、王映淳、陳宥任、吳國豪

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一顆全向輪以保持車體平衡，故以此三輪之底盤作為本機器人之行走部。

機構動作主要分成抱取及分類回收物品兩部分，前者係以一只線性致動器拉動卡榫，釋放所儲存的橡皮筋彈力位能，進行抱取回收物之動作；後者則以一只直流馬達牽引分類回收物之引導板，進行形狀分類回收物之動作。在機電控制部份，機器人使用光電開關、超音波感測器、光編碼器、極限開關分別作為循跡、取放回收物定位、定距轉向及控制牽引分類回收物之引導板定位。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

本屆競賽主題『科技環保竹塹風』，背景發生在科技發達的新竹，為了迎接 2010 年的世界科技城市聯盟大會，新竹希望除了給人科技發達的印象外，也能將環保概念融入其中，使科技與環保不再是對立的角度，甚至能發揮 1+1 大於 2 的功效，因此機器人的創意構思也依此為出發點。

此次自動組子題為『瓦礫大挑戰』，使人聯想到電影「瓦力」中機器人進行回收分類之情景。機器人為未來科技時代之勞動力代表，根據「三國志」記載，木牛流馬為蜀漢丞相諸葛亮發明之運輸工具，根據其他史料「南齊書·祖沖之傳」、「宋代高承·事物記原」及「宋代陳師道·後山叢談」記載證實木牛流馬為古代最早運輸機械，不勞人力。故本組以牛越塹為隊名，契合此次競賽主題，機器人造型以環保科技牛，作資源回收分類之運輸機械本體設計(圖 1)。



圖 1 機器人實際本體

機構設計

本屆自動控制組之子題為『瓦礫大挑戰』，競賽場地分紅、藍兩子場地，分別設有出發區、快樂出航區、環保大道、資源回收點及資源回收區(圖 2)。比賽一開始，兩隊由出發區出發後，可經由左右環保大道擇一進入資源回收點，以收取三種不同回收物(1 號電池、鋁罐及塑膠瓶)，再進入資源分類區，將各回收物置放於指定資源回收桶中，本隊機器人行進路徑策略，如圖 2 所示。根據比賽的規則，所設計的機器人必須完成比賽指定功能。機器人構造部分，分述如下：

(一) 行走部構造設計：

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，前輪以一顆全向輪輔助

行走。相較於一般惰輪，全向輪(圖 3)上的小輪可大幅減少
機器人轉彎時的側向摩擦力，以提高行進時的穩定度。由
於在行走路徑的設計上，環保大道係採用靠邊走的策略，

故在底盤右側加裝兩顆滾輪，使機器人能夠平順地通過環
保大道。其底盤模擬設計，以「Solid Works」軟體完成^[1]，
如圖 4 所示。

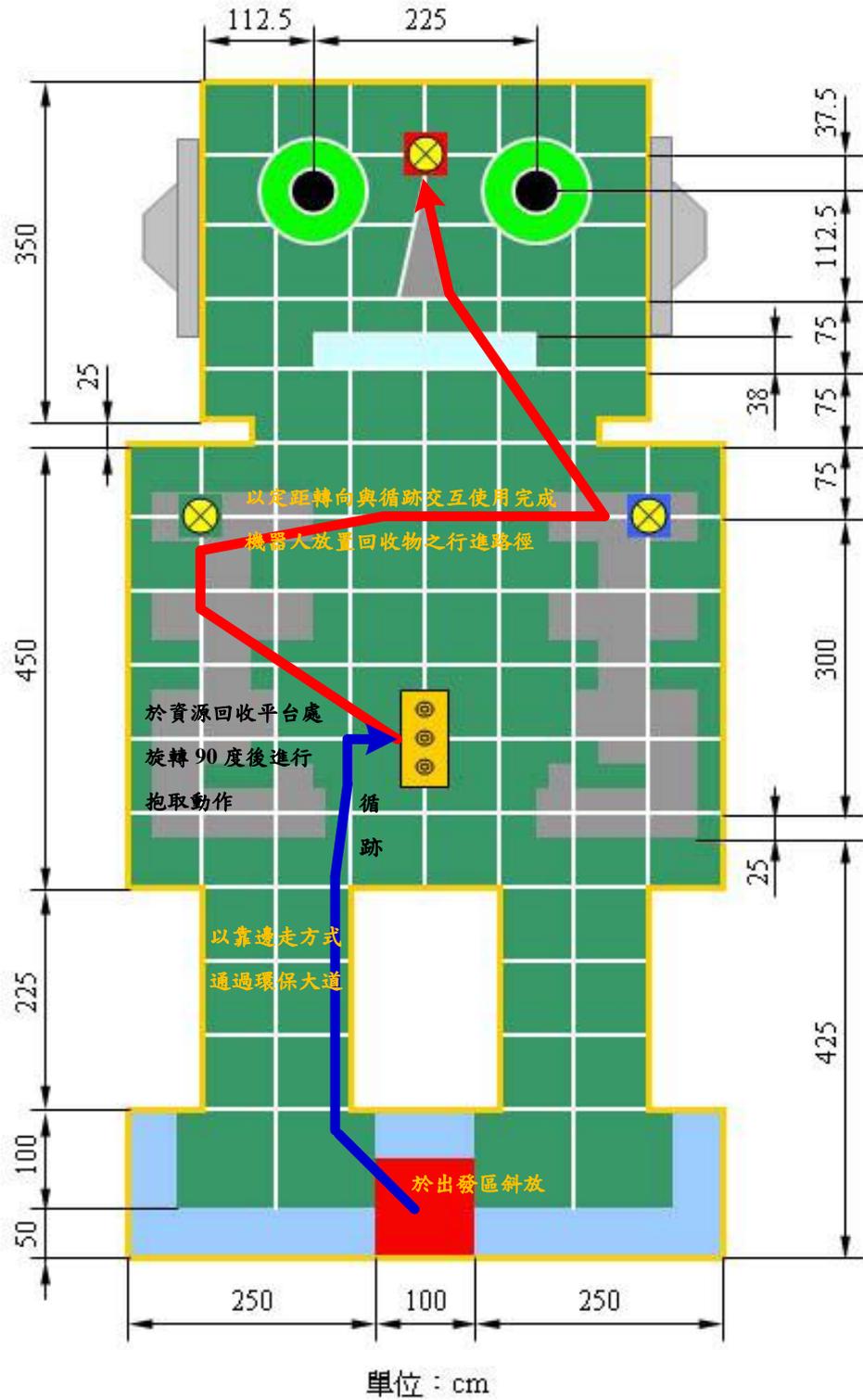


圖 2 機器人行進路徑及策略

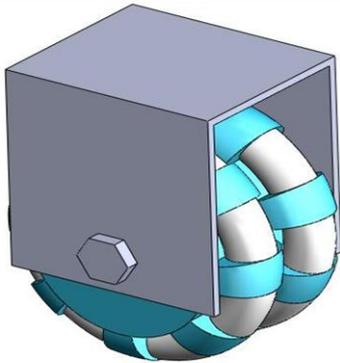
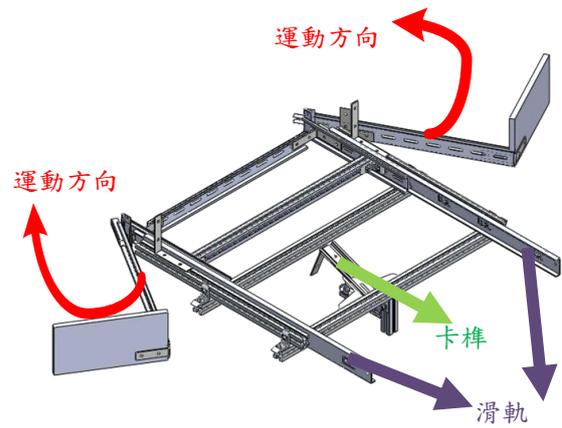
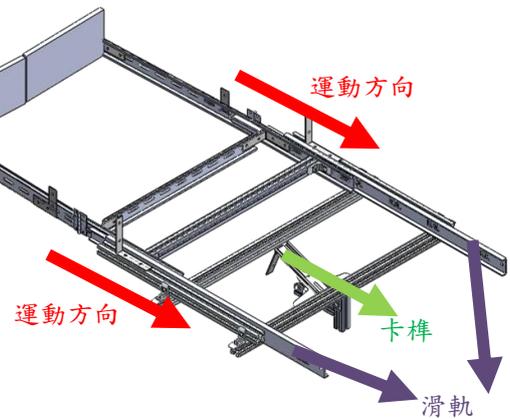


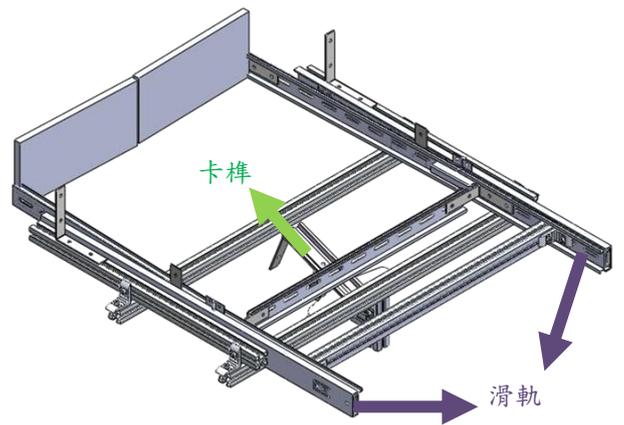
圖 3 全向輪



(a)



(b)



(c)



圖 4 機器人底盤設計

(二) 抱取回收物構造設計

採用由左右兩側向中間抱取回收物的機構設計，可降低機器人面向承接回收物時所需之幅寬，機構構造係由直角鋁片、滑軌及橡皮筋組成。直角型鋁片之優點為重量輕且剛性較鋁軌高，並藉由收回滑軌的動力，將回收物由兩側往中間靠攏後，收回機器人內部。動力來源係藉由拉動卡榫，所釋放的橡皮筋彈力位能，其優點為僅以拉動卡榫些許的位移，即能產生能夠使機構收回的動能。其動作流程以圖 5 表示。

圖 5 抱取機構之動作流程示意：
 (a) 初始位置，(b) 向中靠攏，(c) 收回後位置

(三)分類回收物構造設計

分類機構的設計係由一直流馬達牽引一壓克力材質切割製成之分類回收物引導板(圖 6)，每當分類回收物引導板移動 10 cm，即改變承接回收物底部的開口位置(分類過程以圖 7 說明)，回收物便能依引導板中空形狀長度不同，由短至長依序掉落於放置回收物機構處。

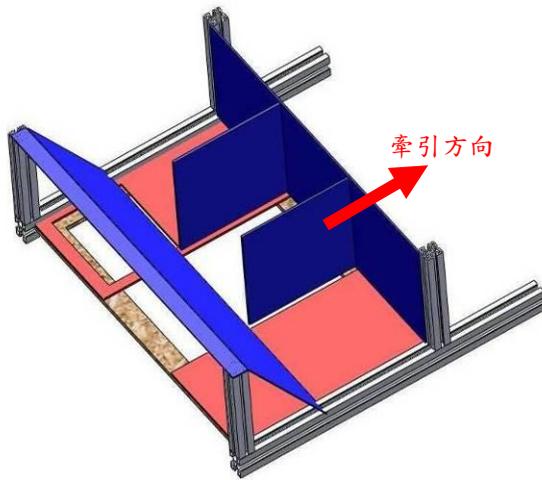


圖 6 分類機構模擬圖

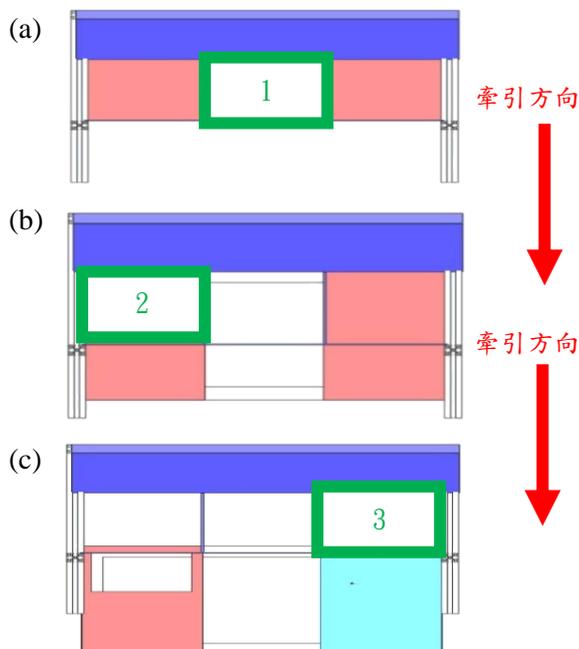


圖 7 分類回收物引導板移動狀態上視圖：

- (a) 引導板在初始位置時，回收物通道位於中間
- (b) 引導板往右方移動時，下方通道位置開啟
- (c) 引導板再往右方移動時，上方通道位置開啟

(四)放置回收物品機構

放置機構設計以 PVC 板製作滑道，其初始位置之坡度，並不足以讓回收物滑落，於是利用機器人碰撞回收箱之力量，造成滑道傾斜。其中滑道之支撐係以四連桿機構運動原理，使其產生足夠坡度，使回收物以重力方式滑入箱內(圖 8)。此四連桿機構係利用橡皮筋拉力方式復歸，當滑道無外力碰觸時，可自動復歸為原始位置，如圖 9 所示。

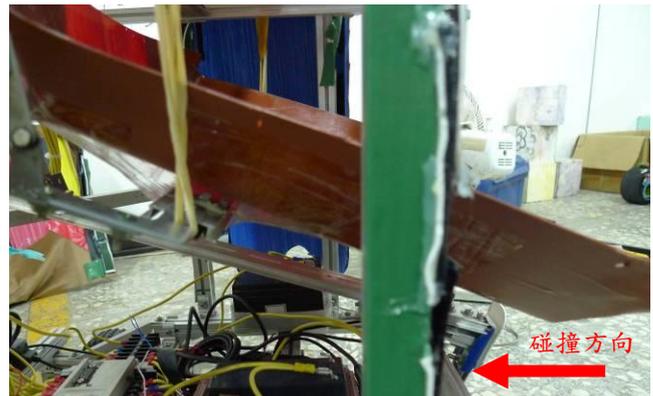


圖 8 碰觸回收箱時，滑道傾斜



圖 9 無外力時，滑道復歸

機電控制

在機電控制部份，我們使用七支光電開關、一只超音波感測器、兩只光編碼器及二只極限開關分別作為循跡、取放回收物定位、定距轉向及分類引導板定位之輸入控制。控制核心主要是由 TP02-40MRD 型之 PLC 之內部運算處理程式作為主導^[2]，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 10) [3-11]。

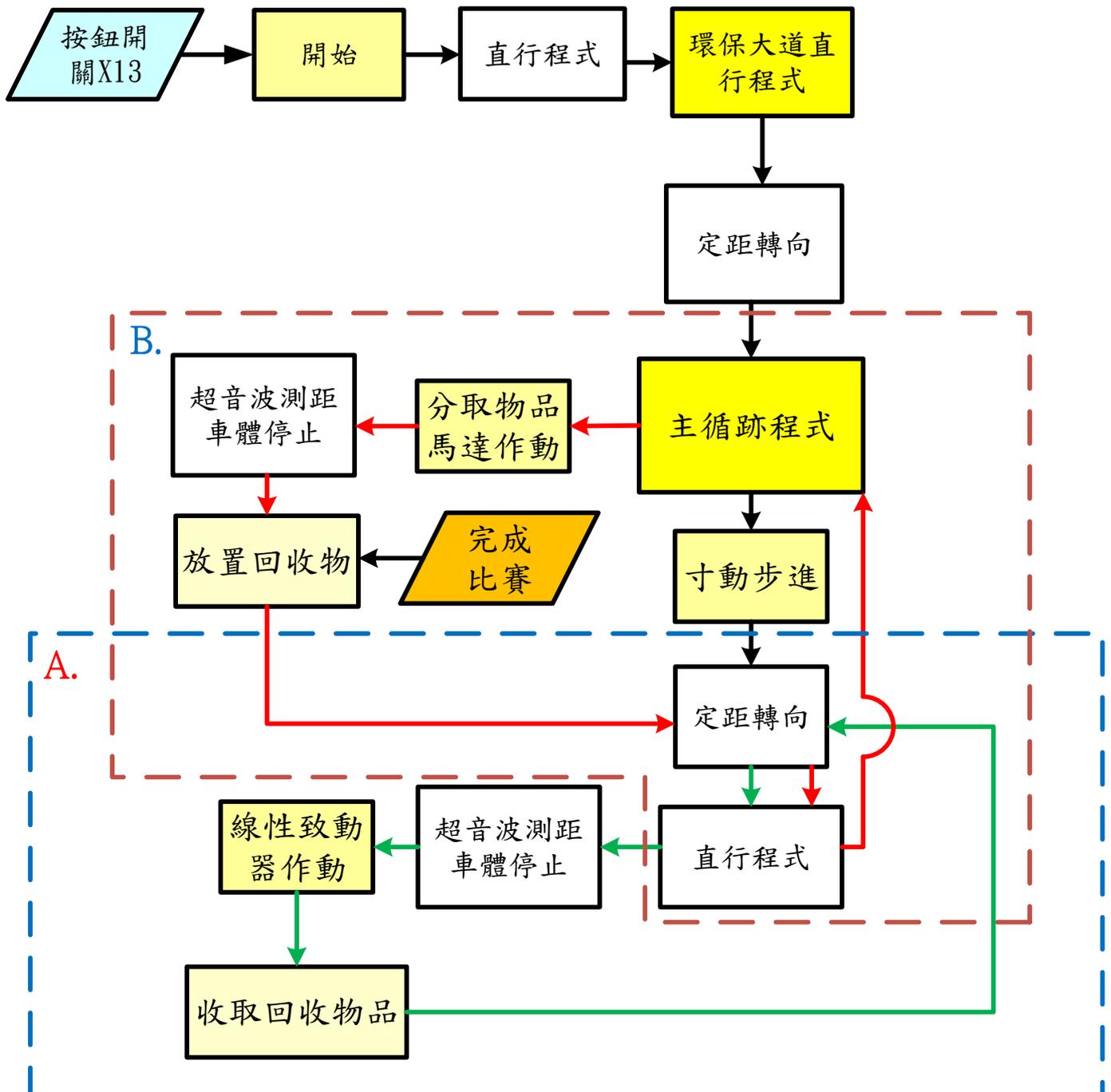


圖 10 整體程式流程架構：(A) 收取回收物品部分，(B) 放置回收物品部分

在外部線路方面如圖11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。

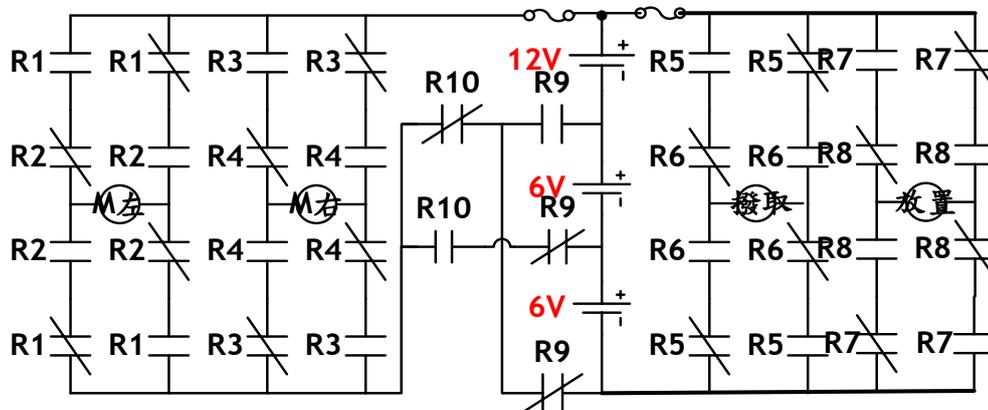
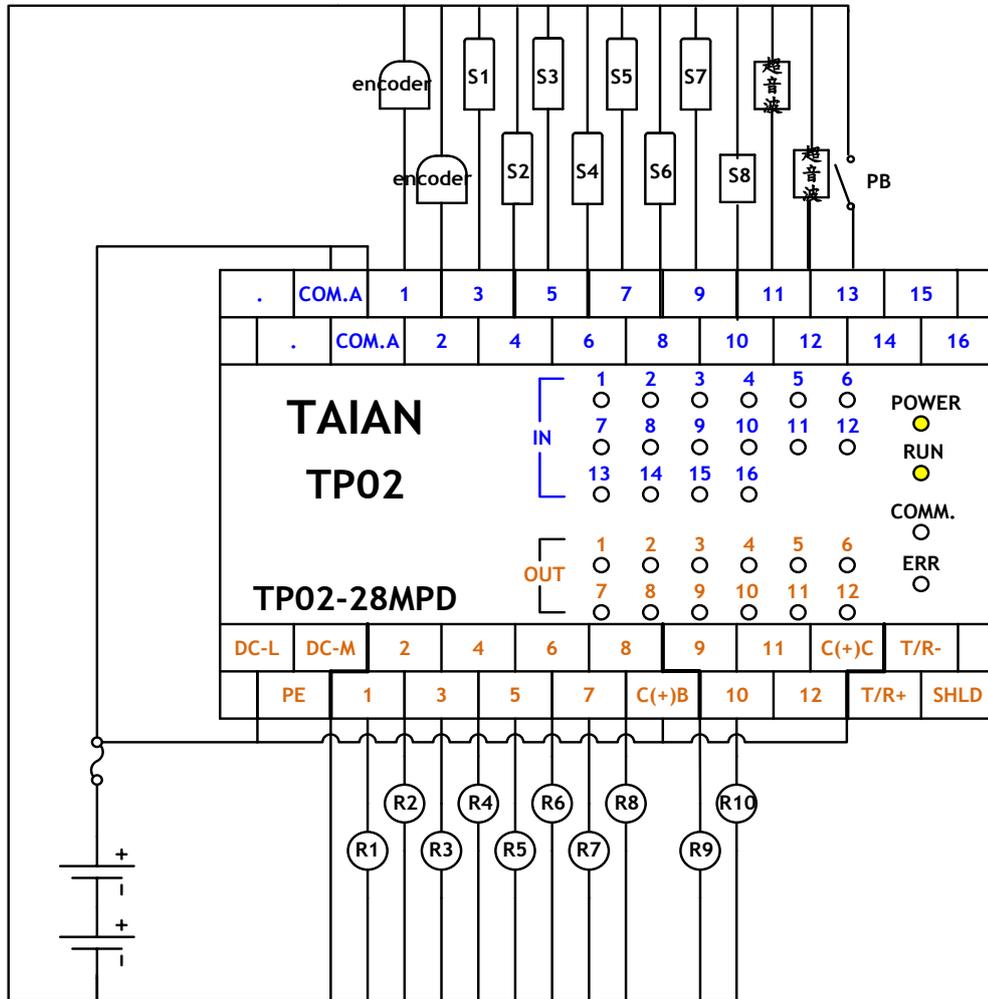


圖 11 機器人外部線路

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如圖 12 所示。



(a)準備出發



(b)通過環保大道



(c)在資源回收平台拿取回收物



(d)放置電池



(e)放置每日 c



(f)放置沙士，完成比賽

圖 12 競賽實況

參賽感言

在製作機器人期間，讓我們深刻地體驗感受到生物機電工程系是一個大家庭，參與比賽的成員雖然僅是我們四個隊員與一位指導老師，但在過程中，全系上上下下，不論是主任、老師、學長姊及學弟妹們，大家都適時地從旁給予建議及幫助，知道我們不是孤軍奮戰，背後還有一群默默為我們付出的同伴們！

經過比賽之後，使得我們有更深一層地體驗了解，如何培養團隊精神、預算控制、物品規格開立購置及善用周遭所有資源等能力。更重要的一件事，讓我們認識自己，了解自己還有很大的進步空間，也讓我們成長不少！

比賽當天的記憶，會永遠地銘記在心中！那種令人血脈賁張的臨場壓力及進入決賽與獲得創意獎的內心悸動已經深印在心中。創意及 TDK 獎，這份榮耀是屬於全體生機系的大家庭。表現亮眼生動的啦啦隊，師生間亦師亦友的革命情感、隊員們的合作無間默契，這就是本系最佳寫照。

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，以及感謝教育部及明新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周立強教授及程安邦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] 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。
- [3] 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。
- [4] 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。

- [5] 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。
- [6] 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。
- [7] 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。
- [8] 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。
- [9] 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。
- [10] 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。
- [11] 曾賢燠 (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。



指導老師與隊員合影