

自動組：東北鴨箱寶隊 鴨勺丫、

指導老師：周立強老師

參賽同學：江育璋、林志華、何昇鴻、林珮鈺

國立宜蘭大學 生物機電工程學系

機器人簡介

此次競賽主題為繞著地球跑而自動組的子題為『環遊世界 GO』，是以高雄為出發地前往世界各地。因此我們的機器人設計重點取決於天上能飛或水裡能航行且能夠繞著地球跑又環遊世界 GO 之物件。候鳥雁鴨是一種常作南北向跨越大陸之遷禽，故本隊機器人決定以雁鴨（圖 1）作為機器人造型目標，也切合本次競賽主題繞著地球跑。將機器人命名為「鴨勺丫、」，意謂著鴨之霸者，其飛行無阻，帶領我們飛越地球達成目標。機器人底盤為後輪驅動，並裝置一全向輪為惰輪保持車體平衡；機構部分主要為 2 只直流馬達帶動分球及放球十字型扇葉旋轉，完成分辨色球與放球之動作；在機電控制部份，機器人使用光電開關、超音波感測器、光編碼器及顏色感測器分別作為循跡、取放球定位、定距轉向及控制分、放球馬達之輸入控制。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。

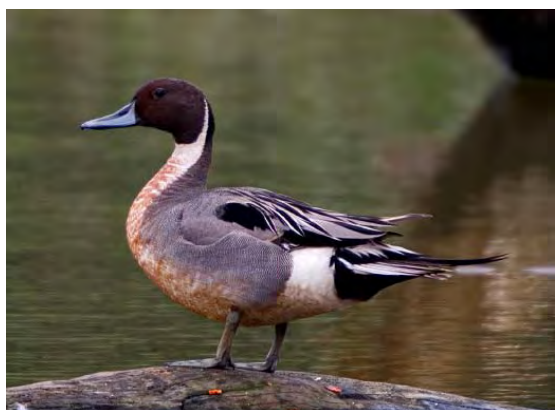


圖 1 雁鴨

設計概念

因應比賽主題及背景，選擇以雁鴨做為機器人造型目標。如圖 2 所示，機器人在外型上，放球球道的設計如同雁鴨之嘴巴，寬扁而細長，可將食物哺雛動作於巢，似如

把球精準地放進球櫃。用兩支升降天線結合鋁軌用以擊鼓之機構，猶如雁鴨之翅膀可展翅高飛，在南北兩極及赤道間穿梭；而牠強而有力的翅膀，亦可推開阻球板。接球機構上裝置的兩顆頭燈，彷彿是雁鴨之眼睛，鳥瞰全世界。

於動作上，雁鴨(候鳥)在斜坡準備振翅高飛，推開阻球板後攜帶著色球，隨著季節變化經由一定的遷徙路線在世界各地作短暫停駐最後前往目的地過冬，猶如從南極出發至赤道，再轉往東京或紐約在各地作短暫駐留，最後經過北回歸線到達北極擊鼓。

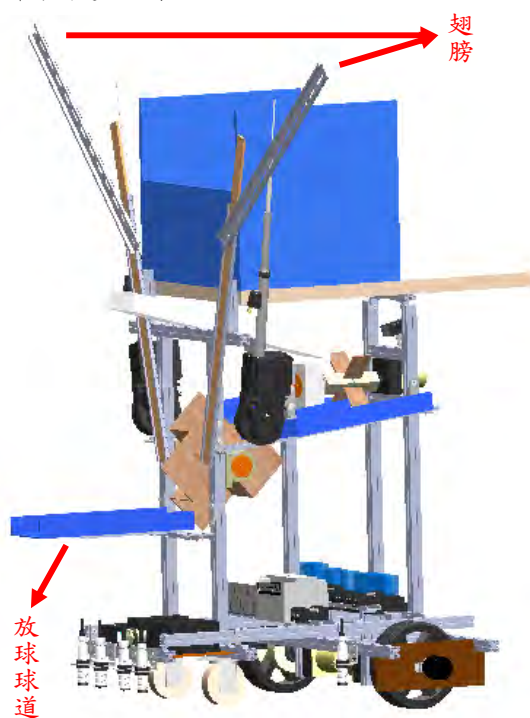


圖 2 機器人完成圖

機構設計

本屆自動組比賽主要有五個關卡，分別為《南極》接球（推開阻球板）、《赤道》放置非種子球、《東京》或《紐約》依序放入種子與非種子球、《北回歸線》放置種子球以及《北極》擊鼓。根據比賽的規則，所設計的機器人必須

通過所有關卡並完成比賽指定功能。機器人構造各部分，分述如下：

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，前輪以一顆全向輪輔助行走，因為若裝置兩顆惰輪，四輪行走時與地面摩擦力太大，造成車體無法順利移動。

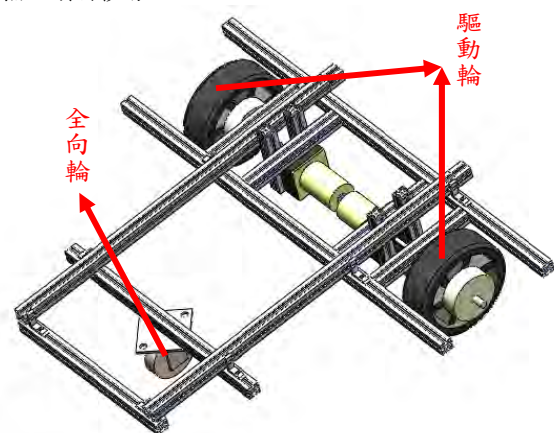


圖 3 機器人行走部構造設計

2. 『分辨色球』：主要構造為馬達及十字型扇葉耦合而成的風車造型(圖 4)，十字型扇葉的結構材料係採用電木板組合而成，其優點是電木板能承受比壓克力板等材料較大的重量，其重量相對比鋼鐵等金屬材料輕。色球的分辨機制是由顏色感測器結合驅動部分，利用馬達正反轉電路以控制分辨色球。機構動作為，當色球進入分辨色球區時，由顏色感測器辨識後輸出使馬達正或反轉，使色球進入其所指定的球道完成分辨色球的動作。

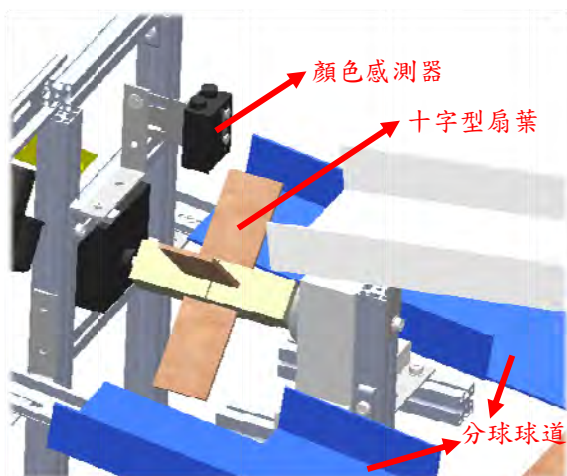


圖 4 分辨色球之機構設計

3. 『放球』：放球機構的設計是由馬達耦合帶動一具有隔板的十字型扇葉(圖 5)，當扇葉每轉 90 度即改變一次左右隔板位置，而隔板作用為區分放球順序。放球時，馬達正轉，種子色球與非種子色球，一左一右依序地進入分球機構中，並配合場地及路線規劃，當機構每轉 90 度即改變所放色球的種類，達到放球的動作要求。

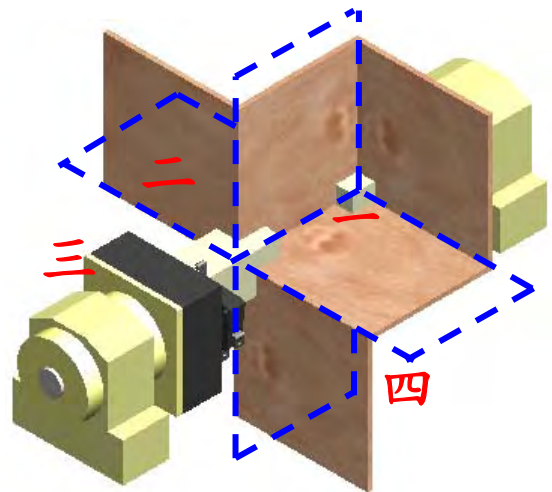


圖 5 放球扇葉

4. 『推開阻球板與擊鼓』：本機構運動設計是結合電動天線的升降功能帶動鋁軌間之槓桿運動(圖 6)。由於鋁軌質輕，當天線升起時不會造成天線負荷增加致使無法順利升起。選用鋁軌作為擊鼓與推開阻球板之結構材料乃在於其受力面積比伸縮式天線還大，為使鋁軌在擊鼓與推開阻球板時，不致產生彎曲，因此在鋁軌與固定架中間加上木條，以增加其剛性。當天線升起時，帶動鋁軌舉起，可完成推開阻球板及擊鼓功能。

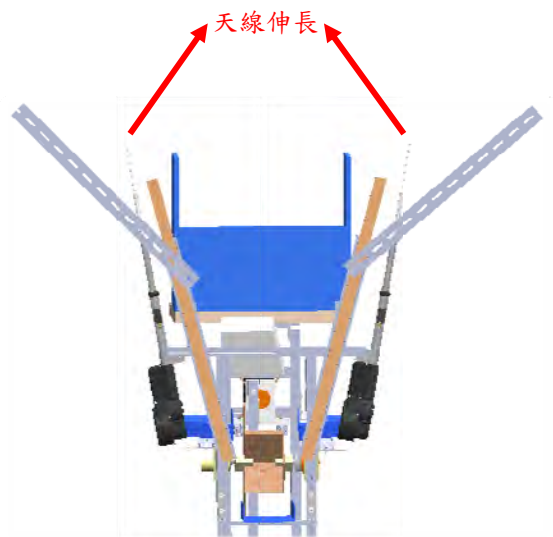


圖 6 擊鼓機構設計

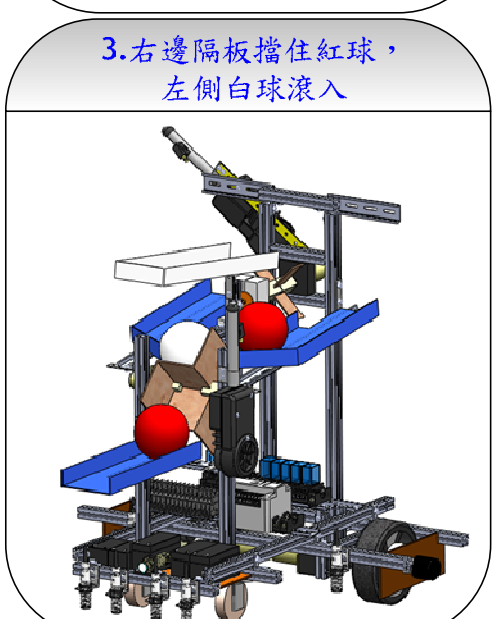
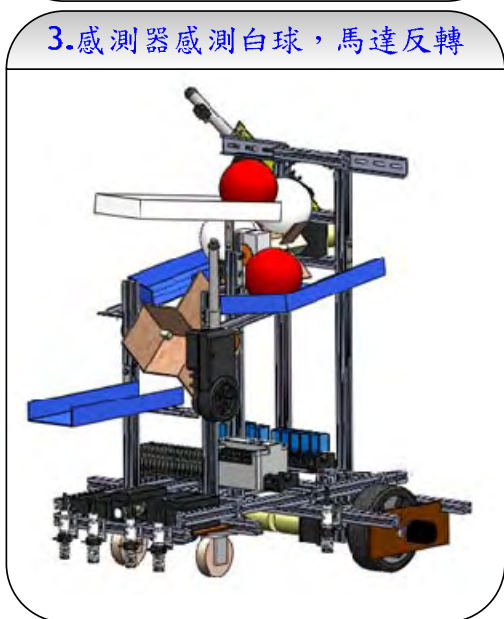
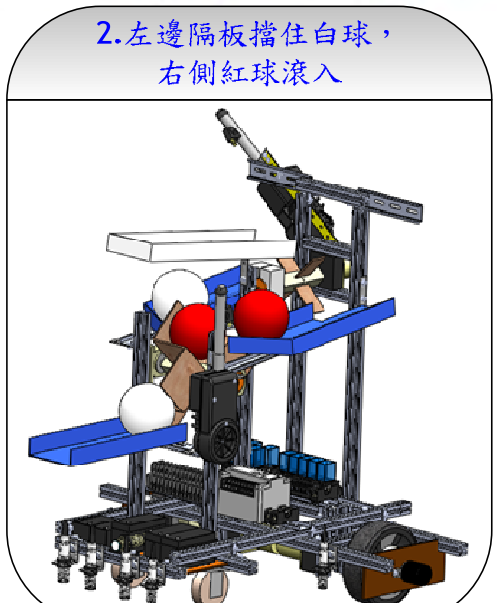
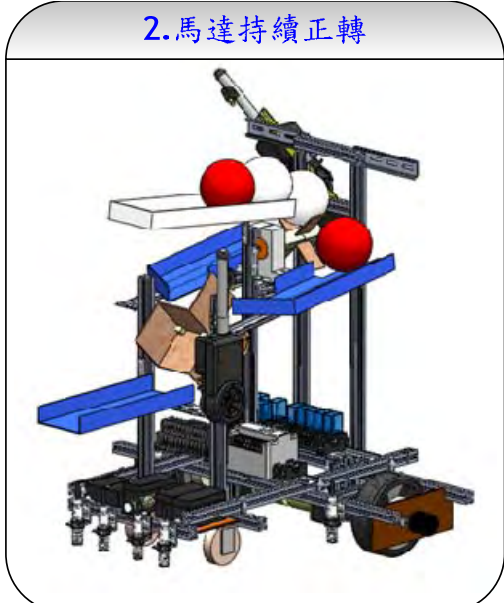
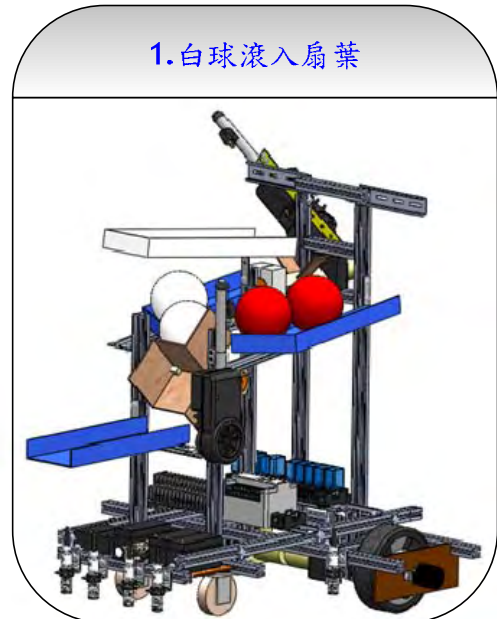
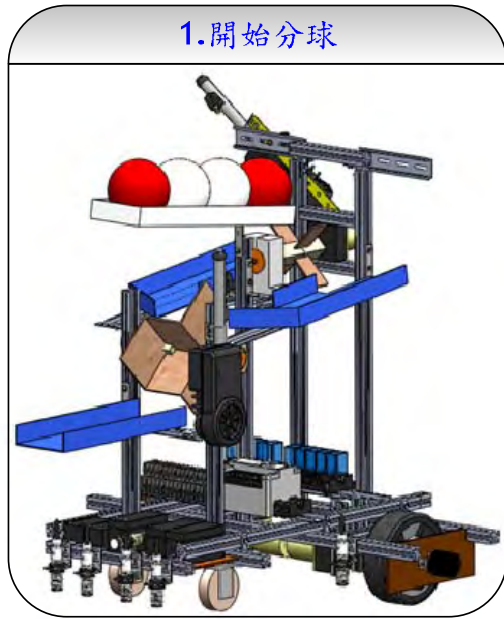


圖 7 分球動作示意

圖 8 放球動作示意圖

機電控制

在機電控制部份，我們使用 6 支光電開關、1 只超音波感測器、2 只光編碼器(圖 9)及一顏色感測器(圖 4)分別作為循跡、取放球定位、定距轉向及控制分、放球馬達之輸入控制。而控制核心主要是由可程式控制器(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 11)。

在外部線路方面如圖 12 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。

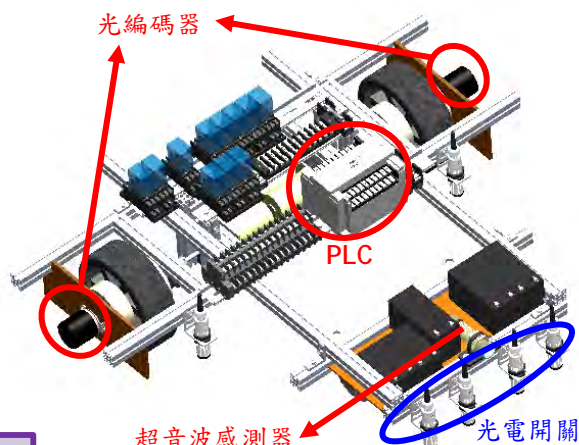


圖 9 感測器位置圖

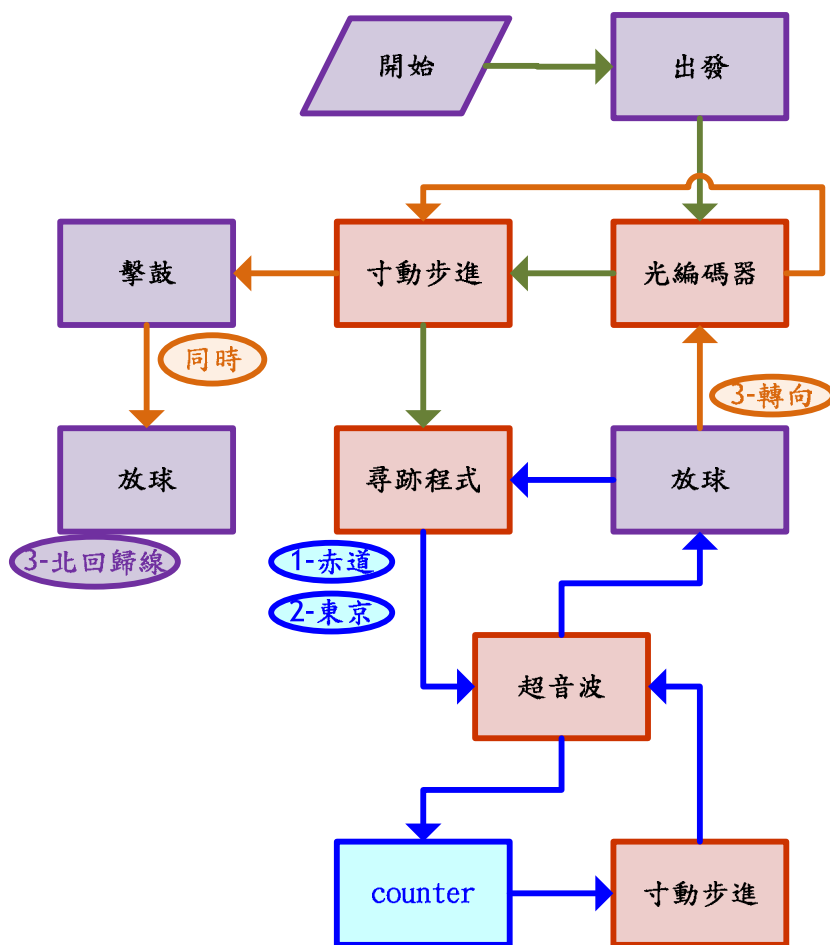


圖 10 行走部程式流程圖

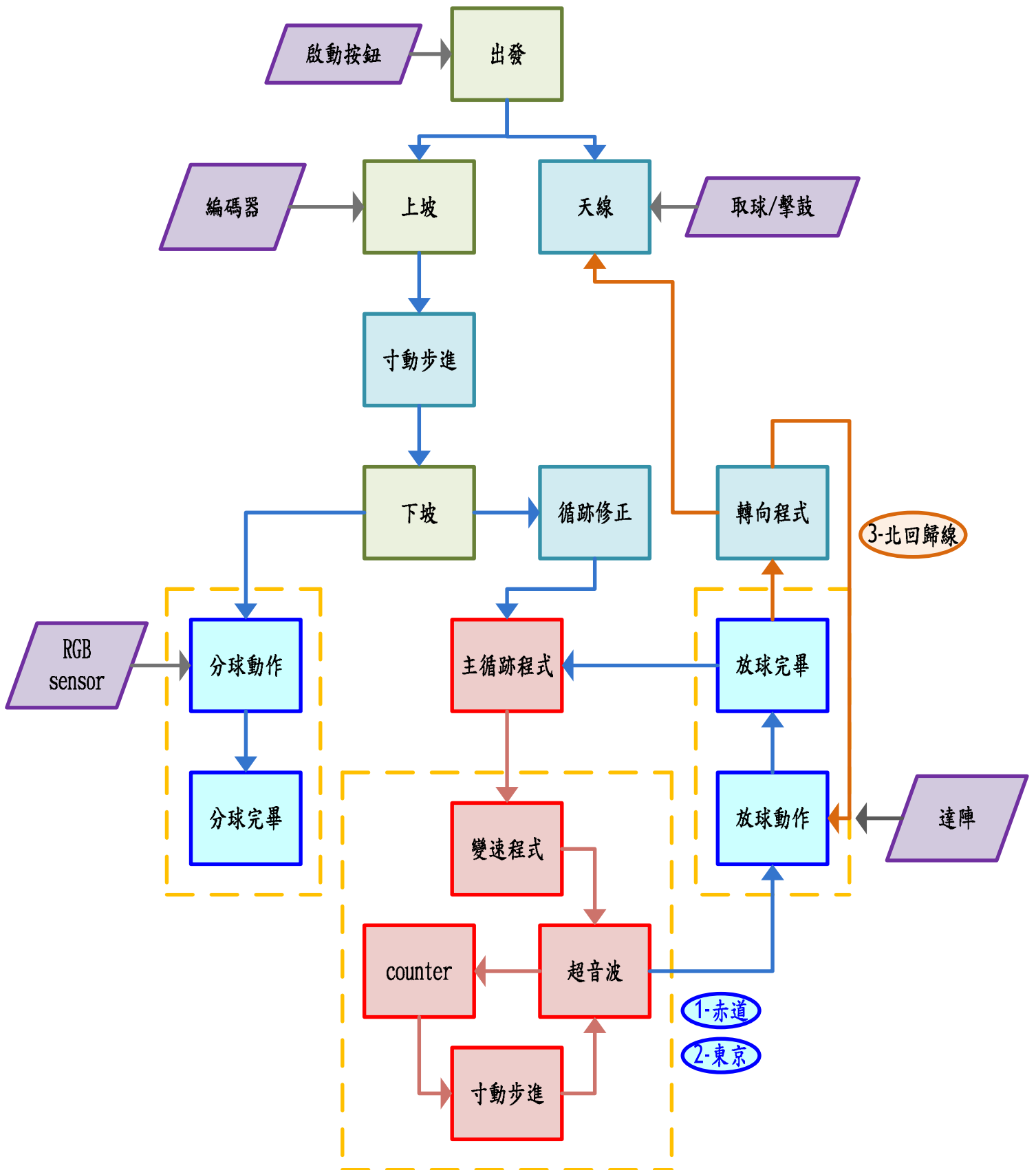
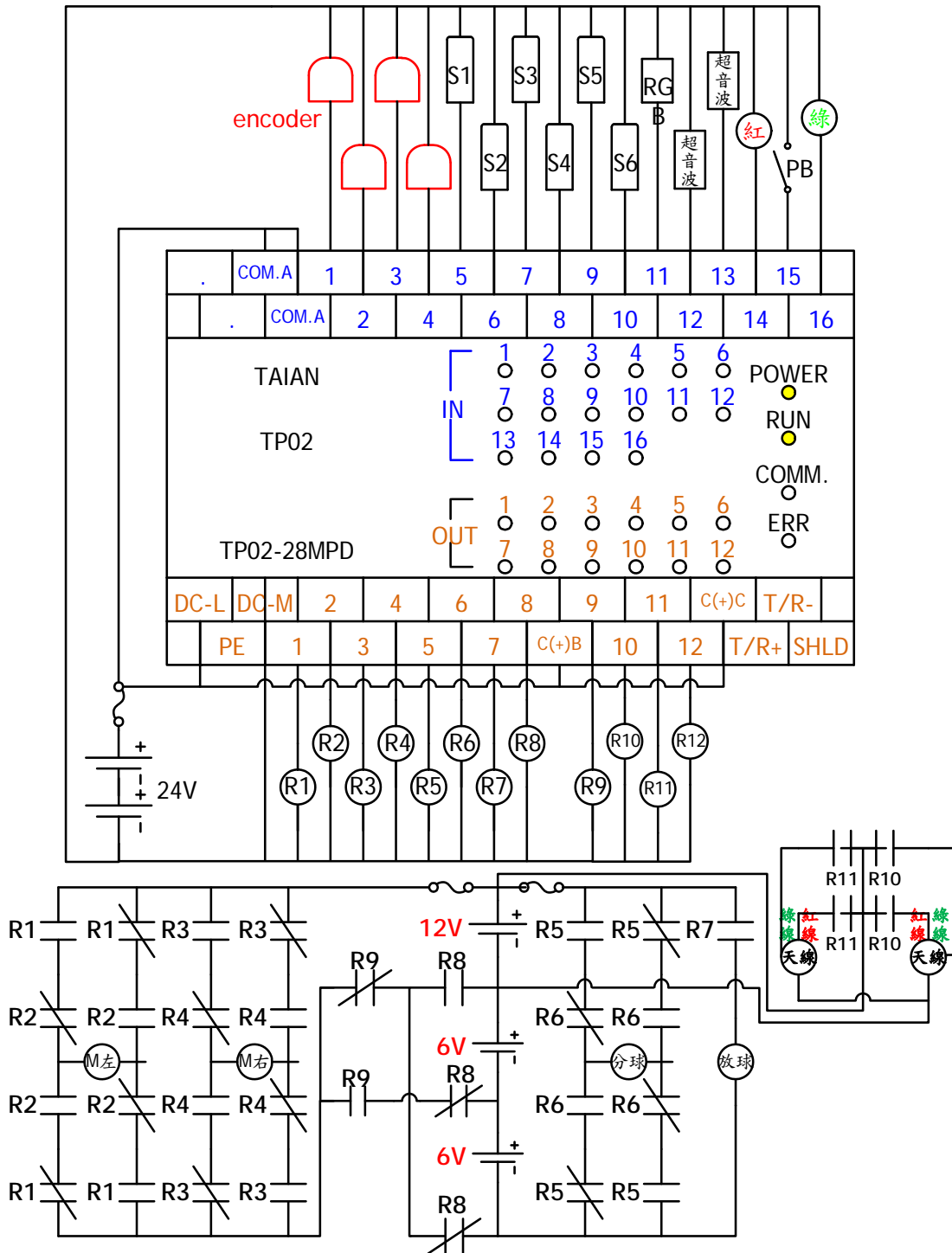


圖 11 總程式流程圖



- | | |
|----------------|---------------|
| X1~X4：光編碼器訊號輸入 | Y1~Y4：行走部動力輸出 |
| X5~X10：光電開關之輸入 | Y5、Y6：分球馬達正反轉 |
| X11：顏色感測器 | Y7：放球馬達動力輸出 |
| X12、X13：超音波感測器 | Y8、Y9：輸出變速 |
| X14：紅場程式按鈕 | Y10、Y11：啟動天線 |
| X15：啟動按鈕 | Y12：指示燈 |
| X16：綠場程式按鈕 | |

圖 12 PLC 外部負載電路圖

機器人成品

機器人總重量為 20.4 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 33 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。



(a) 推開阻球板



(b) 赤道放球



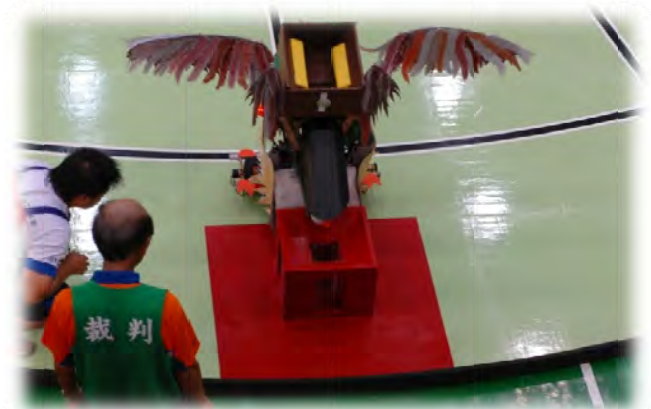
(c) 北極擊鼓



(a) 準備出發



(b) 推開阻球板



(c) 東京放球



(d) 北回歸線放球

圖 13 機器人於模擬場地測試實況

圖 14 機器人在競賽場地比賽實況

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。過程中一次次地失敗，當然也早就一次次地成功，正所謂失敗乃成功之母，人若沒有跌倒過。比賽前機器人由於不斷地衍生問題，因此我們才得知癥結所在，能夠一一解決。或許跌倒會傷痕累累，但踏出的每一步卻是那樣地實在。

競賽當天非常地緊張，與明新科大分秒必爭的那幾場戰役，使人血脈噴張難以忘懷。但是在各隊勁旅中無法順利打進決賽，確實是一種遺憾，不過大家都已經盡了全力，勝負只能順從上天。在頒獎典禮時，本隊獲頒大會之創意獎，那份榮耀是屬於在場一起努力的所有人，隊員們彼此不離不棄、啦啦隊賣力地加油打氣以及師生間那無法言語的默契，這份精神就是屬於宜蘭大學生機系最真實的寫照。

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，還有重要的超人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