

## 自動組 隊名:生猛海鮮隊

### 機器人名：急速大閘蟹

指導老師：程安邦 老師

參賽同學：楊雅傑、張簡上揮、陳俊宏、陳詩欣

國立宜蘭大學 生物機電工程學系

#### 機器人簡介

本屆競賽主題為「海洋城市、印象高雄」，因此本隊機器人取名為急速大閘蟹以配合這次海洋的主題，同時隊名也取名為生猛海鮮以符合機器人名。本機器人的機構設計係以螃蟹造型為出發點；在底盤部分採用後輪驅動並加裝兩顆惰輪以保持車體平衡，此四輪車底盤可作為機器人的行走部。行走部之上端裝置一滑軌式伸展台可左右滑動，此行走部是不需進入夾球或放球區，在停車時，即可進行夾放球動作，如此一來可減少取放球時間。此外滑軌式伸展台上方的機械手臂是設計以簡單的雙夾爪機構夾球，並以夾爪合併方式達成同時放球動作。機器人的控制樞紐是採用可程式控制器為主，並配合十二支光電開關以及五個極限開關來完成競賽所要求之動作。在機器人的整體造型就有如一隻大螃蟹，尤其車體在行走時其動作就猶如螃蟹橫行一般。

#### 設計概念

根據本屆競賽主題「海洋城市、印象高雄」，首先想到的就是海洋，若要製成車體則以海洋生物最為恰當，其中螃蟹為可在陸地行走之海洋生物，同時螃蟹的蟹也能以此為特色製作一夾爪以達成取放球的功能。因此本隊即以螃蟹造型作為機構設計之雛形，並以簡易的機構動作達成功能

要求。根據以上的構想，依工程規範來設計構圖（AutoCAD、SolidWorks等軟體），以逐步呈現機器人構造設計中的種種創意，同時也包括機構運動的模擬（ADAMS軟體）[1]。繪圖完成如(圖1)所示。

#### 機構設計

本屆自動組比賽主要分為五個關卡，分別為上下坡、夾球區、轉彎區、放球區以及過港隧道的無循跡線區。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」：行走部底盤採用方口鋁製作而成，後輪以兩顆直流馬達做為動力輪，並以 $\psi 10\text{mm}$ 的鋼棒作為車軸，配合連軸器及軸承座作為動力連結，為使車體移動更為快速，採用輪徑較大的輪胎，前輪則加裝兩顆惰輪維持車體平衡，如(圖2)所示。
- 2、「滑軌式伸展台」(圖3)：此機構裝置於車體底盤上方的中間處，伸展台上方能裝載機械手臂，其主要目的，當車體在停車後，能同時以機構延伸的方式輔助遠距離的夾(放)球動作【圖4(a)及(c)】。此伸展台是以

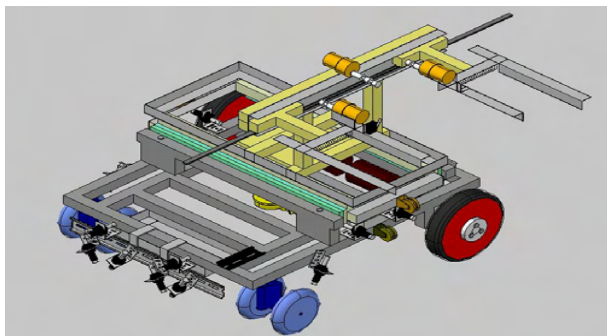


圖 1 車體完成(左)與螃蟹造型創意(右)之比較

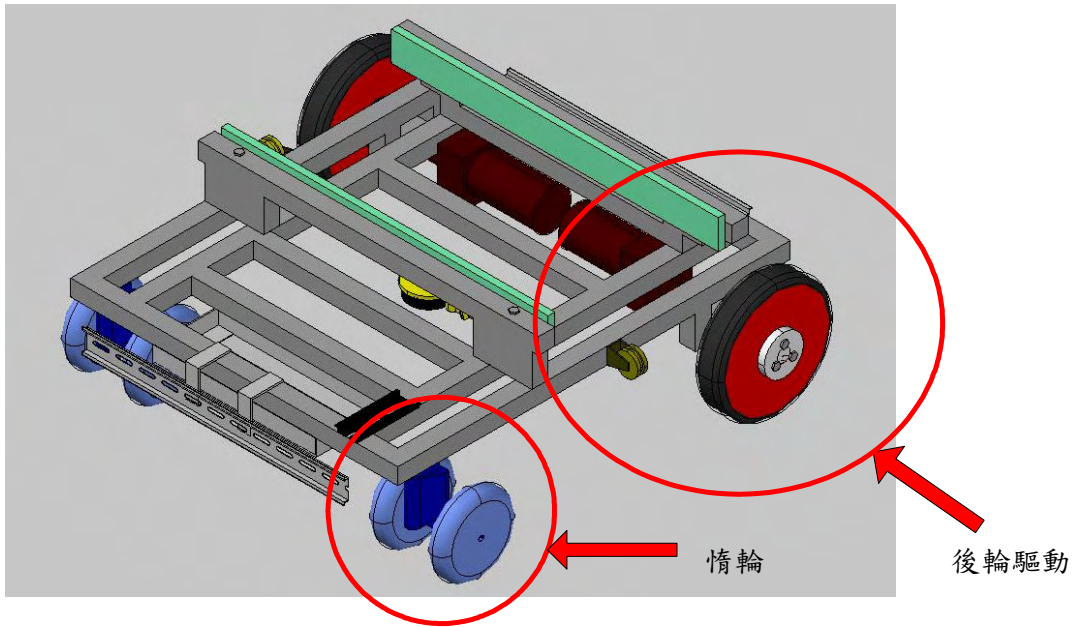


圖 2 機器人行走部構造圖

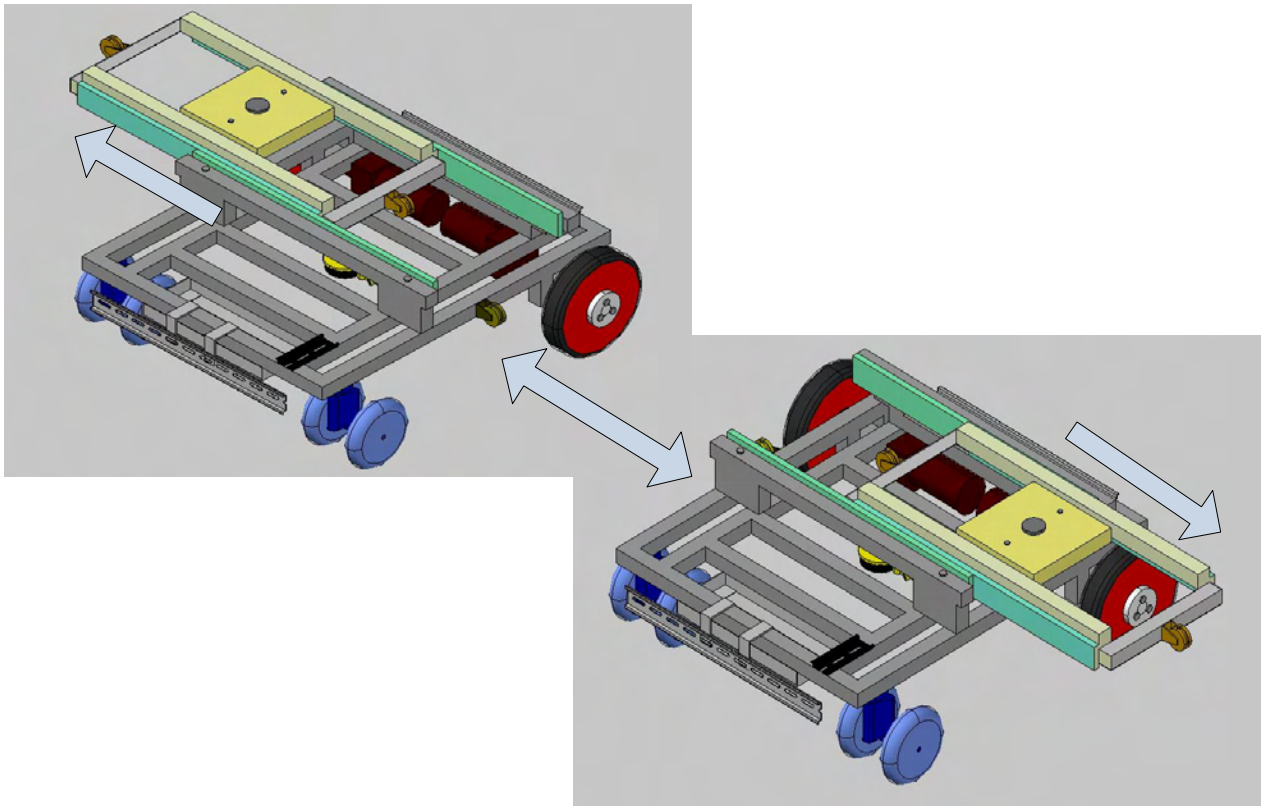


圖 3 滑軌式伸展台示意圖

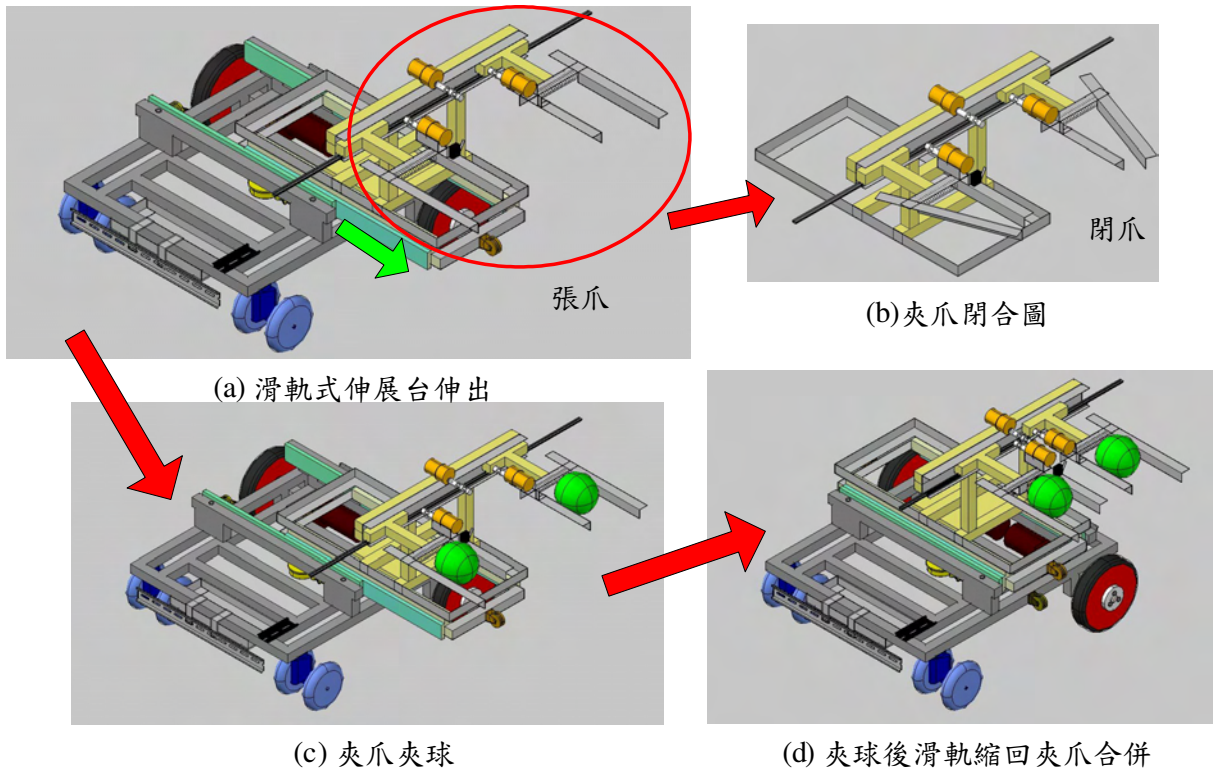


圖4 機器人夾球流程圖

方口鋁、L 型鋁及滑軌組合而成，動力部分則使用二手的汽車車窗馬達，並以拉繩方式以達到左右移動的功能。

- 3、「旋轉軸」：位於滑軌式伸展台與機械手臂中間的轉軸，此轉軸主要功用，用於紅綠場地改變時，其夾球、放球區各為左右相反的關係，裝置此轉軸能以手動旋轉的方式改變夾爪位置，如此一來便能夾取與放置紅綠場地的球，如(圖 5)所表示。
- 4、「夾爪機構」：夾爪部份採用 L 型鋁製作而成，裝置拉伸彈簧，並加裝直流馬達以拉線方式來控制夾爪的開合，當馬達正轉，夾爪張開放球，反轉時，彈簧會有一壓縮力，以此力將球緊緊夾住，如【圖 4(a)及(b)】所示。
- 5、「夾爪合併機構」：將兩支夾爪分別置於小型滑軌上，固定在一平面，利用馬達以拉線的方式，使兩支夾爪向中間合併，主要目的為能夠同時放置兩顆球，減少放球時

間，如【圖 4(c)及(d)】所示。

#### 機電控制

本隊所參與的組別為自動組，在控制器的選取相當重要，為使車體穩定的通過關卡及達成任務，本隊選用可程式控制器(以下簡稱 PLC)作為機器人的控制中樞(型號為台安 TP02 型)[2]，並且採用十二支光電開關及五個極限開關作為輔助車體的循跡、夾球、放球與機構伸展定位等功能；外部線路則採用傳統繼電器線路驅動馬達，並加裝六顆按鈕開關做為本機器人機構復歸及啟動之用。

- 程式方面主要分為主循跡、上下坡循跡、寸動步進[3]、夾球、放球以及變速程式[4]，程式區塊圖如(圖 6)所示。其每部分程式敘述如下：
- 1、主循跡程式：為本次比賽主要的程式主體，本隊利用四支光電開關做為循跡控制，並以邏輯演算法推演其循跡的布林方程式[4、5、6、7]。
  - 2、上下坡循跡程式：由於本次題目有上下坡

- 關卡，若以主循跡程式所用之光電感測器，會有感測出錯的情況發生。因此本隊另外選用不會受上下坡影響的感測器，並且使用另一種循跡方式通過上下坡，並在下坡結束後切斷，方有上下坡循跡程式。
- 寸動步進程式[3]：此程式主要的目的，當感測器感應到黑色線時，能以緩慢的速度進入夾球、放球區，同時以微調的方式進行夾球與放球，能夠精準的定位。啟動此程式之感測器，位於車體左右兩旁最前端的感測器(紅綠場地各一支)，主要是利用夾球、放球區的黑色線啟動。
  - 夾球程式：以即時定位停車方式及採用五個極限開關控制四顆馬達進行夾球，程式分為紅場及綠場夾球，啟動此程式之感測器位於車體左右兩旁，也是紅綠場地均各一支，也是利用夾球區的黑色線啟動，程式流程圖如(圖 7)所示。

- 放球程式：同樣是以即時定位的方式進行停車放球，而放球與夾球程式算是大同小異。啟動此程式之感測器也是位於車體左右兩旁，也是感測放球區的黑色線作為啟動訊號，其程式流程圖如(圖 7)所示。
- 變速程式[4]：為配合慢速的寸動步進程式所產生，主要功能為在寸動步進時以 12V 前進，其餘均以 24V 前進。

### 機器人成品

本製作之自動機器人完成重量為 23 公斤，並在校內依競賽場地條件，製作出 1:1，相似度達 90%的場地提供機器人練習及功能測試之用，如(圖 8、9、10)所示。雖然製作機器人的時間將近八個月，但是確定本隊最終策略時，距離比賽時間已相差不遠，以致機器人在紅隊場地未能達成最佳化調整，導致進入前八強後，未能再獲取更高的榮譽，相當可惜。如(圖 11、12、13)所示為機器人在正式比賽時完成任務的場景。

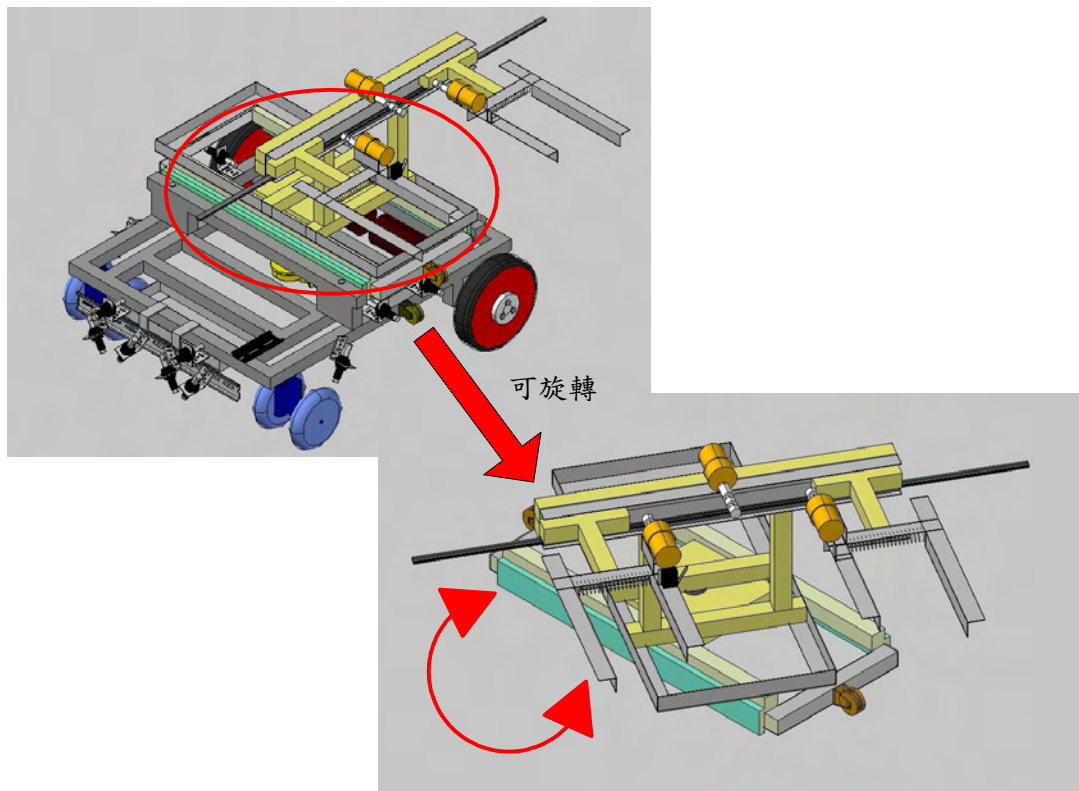
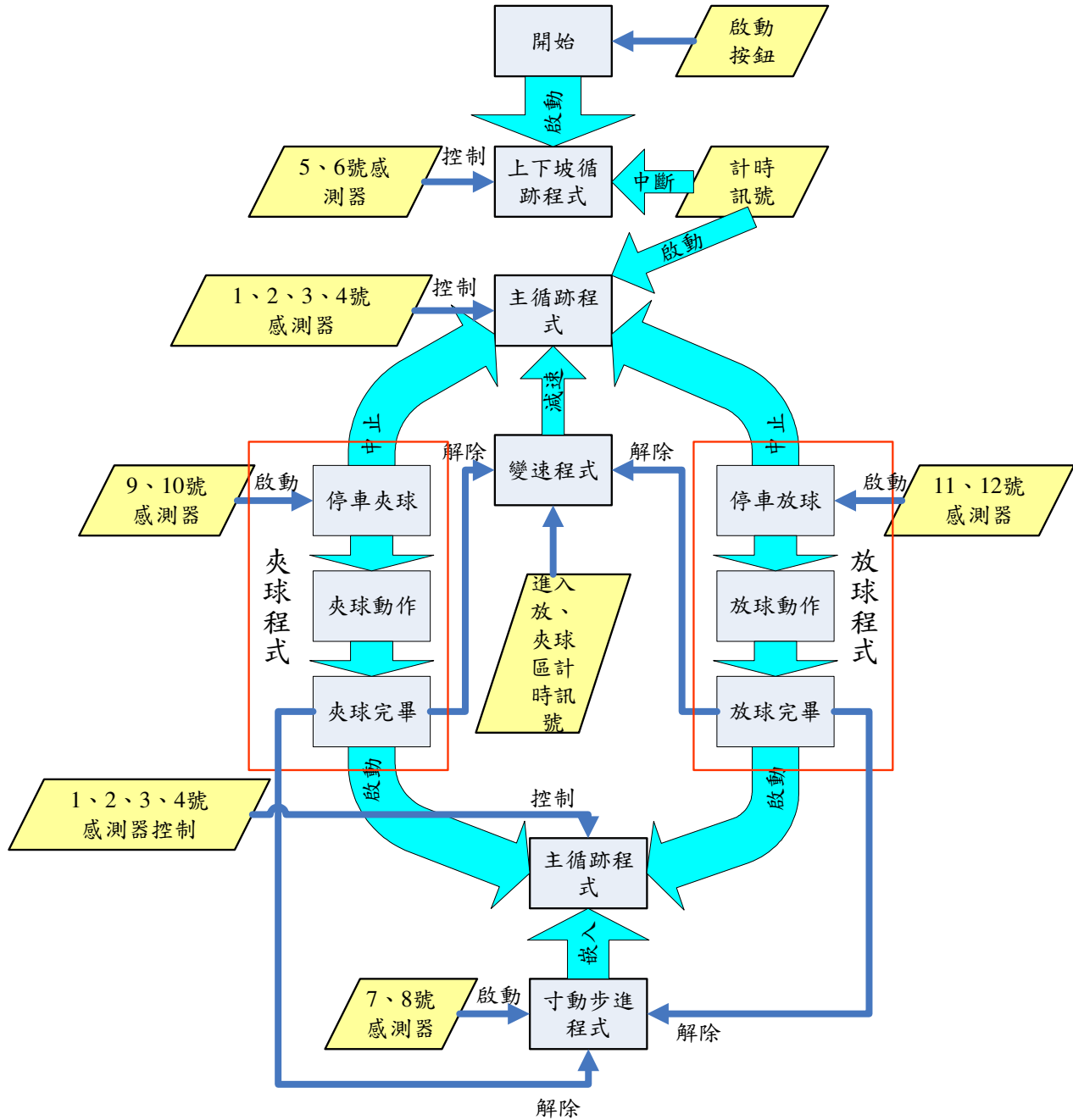


圖 5 機器人機械手臂轉動示意圖



- 註：1、光電開關：1~12 (碰到黑色為 0，白色為 1)。  
 2、上方與下方主循跡程式為同一區塊。  
 3、寸動步進程式嵌入主循跡程式主體，會使車體循跡動力減緩。

圖6 程式區塊圖

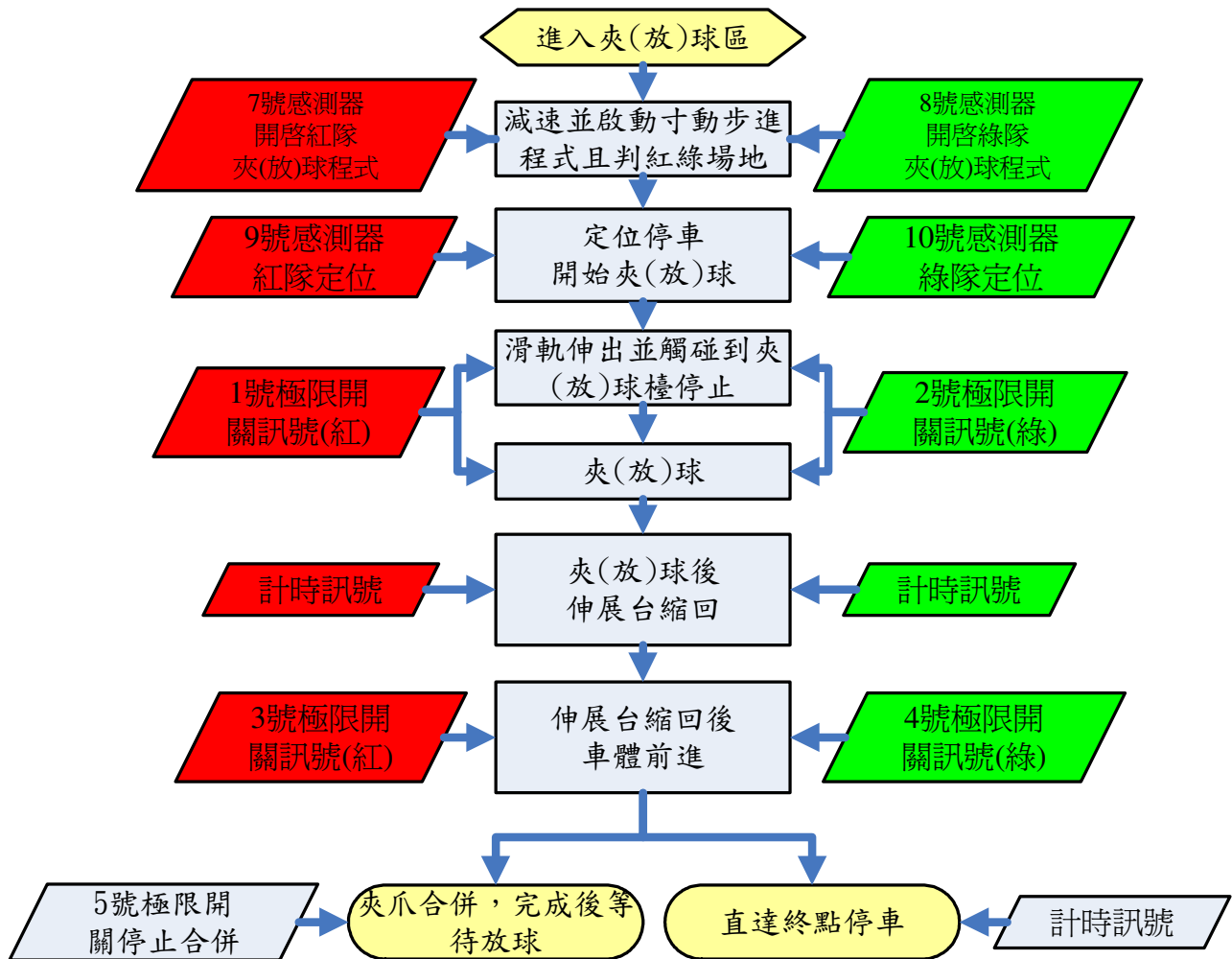


圖7 放、夾球流程圖

### 參賽感言

在我們的製作過程中，一一得證理論與實作交叉進行的有效方式。在製作機器人前，必須先根據場地、重量及尺寸等限制條件，假設機構運動中各種條件，再計算其動力源所需的轉速及扭力以訂購最合適規格的元件；訂定各種不同的策略，可依各個策略以 AutoCAD 繪製模型，然後再進行 ADAMS 的機構模擬及運動分析。這樣可使得製作測試與改進過程中，修正幅度很少也較為順利，同時減少材料的浪費[6、8]。

這次本系睽違四年再度參賽，很高興能夠得到獎項，但是在製作過程，我們耗時八個月才完成這次的機器人。前四個月時期是著重在機電整合知識的充實，這其中功不可沒的是我們的周立強老師，將隊員的基礎打得相當紮實，才使本隊在後期的四個月裡，製作機器人能夠一切順利。在製作過程中，也使得自己領悟到團隊合作的意義及聆聽其他人的意見，這是課堂上學習不到的！比賽獎項只有一個，但不論是哪一隊，都該給自己第一名，參賽者都很厲害！



圖 8 校內場地機器人夾球

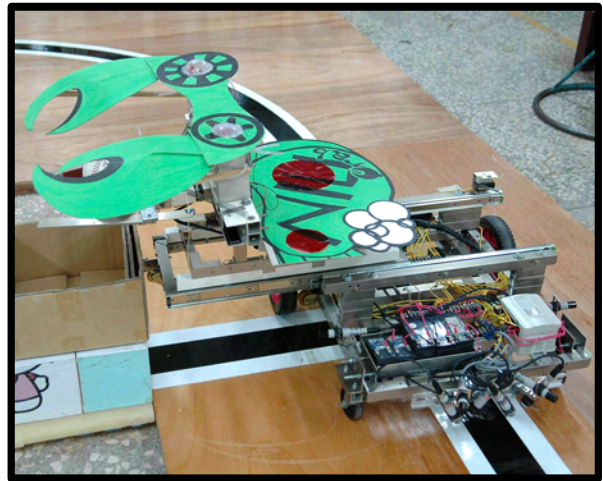


圖 9 校內場地機器人放球

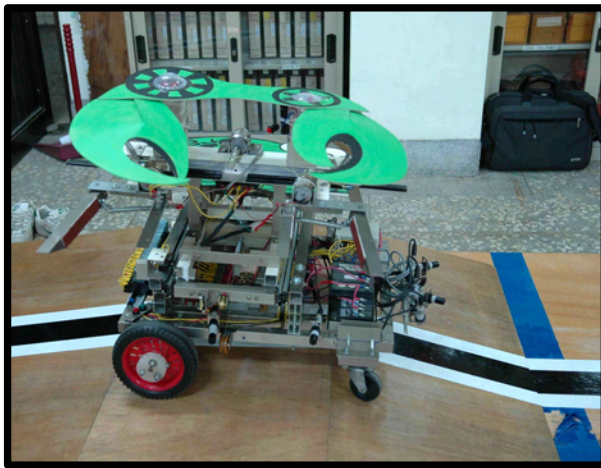


圖 10 校內場地機器人過上、下坡

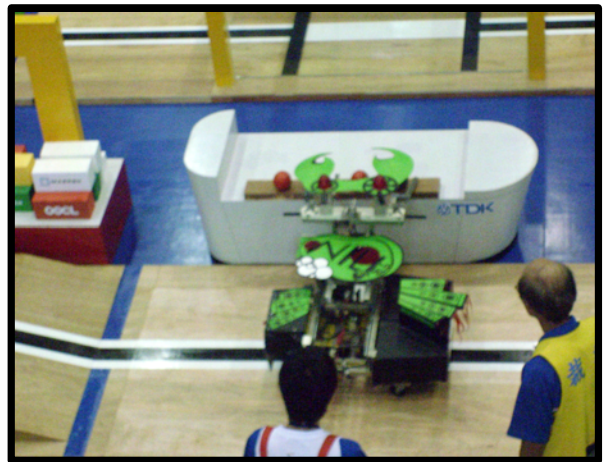


圖 11 比賽場地機器人夾球

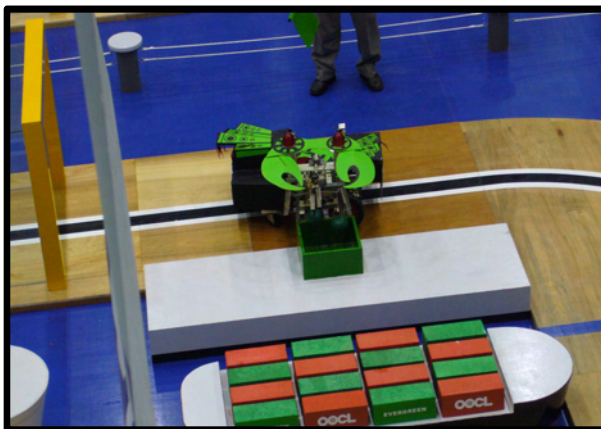


圖 12 比賽場地機器人放球

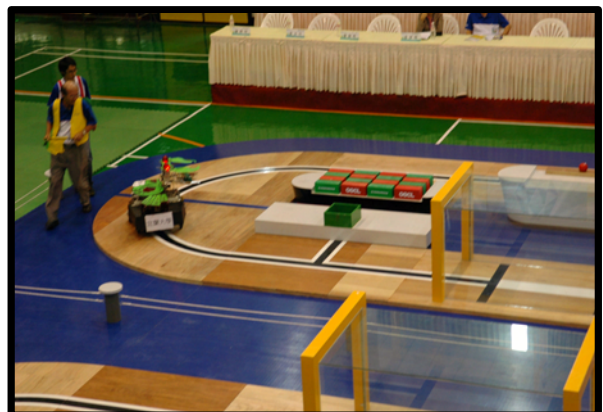


圖 13 比賽場地機器人過彎道

在自動組的比賽裡，有很多隊伍失敗的原因，大部分就是出自於感測器與場地的問題。因此比賽場地的製作相當重要，建議主辦學校在鑑定毀損場地的標準能更嚴格，場地的循跡線能夠採用貼紙型式，這樣不只能使感測器更好偵測，也減少了各隊自行製作場地練習的成本。

### 感謝詞

感謝財團法人 TDK 文教基金會贊助製作材料費與差旅運費，以及感謝教育部與正修科技大學舉辦本次活動，再感謝林榮信院長、研發長胡懷祖教授、吳剛智主任、邱奕志教授及蔡孟利副教授補助經費，此外周立強副教授在製作過程中不時給予指導及建議，使本次製作得以完成，並學習機器人製作所需的相關知識、經驗、經費使用、進度控制及團隊分工作、聆聽與包容。

### 參考文獻

- [1] 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。
- [2] TP02 系列可程式控制器使用手冊 (1998)，台安電機股份有限公司，台北。
- [3] 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技術論文集。
- [4] 康世緯、林聖傑、呂宗訓、周立強 (2005)，「循跡式自走車的方向與速度控制器之製作」，農機與生機論文發表會論文摘要集，屏東，第 231-232 頁。
- [5] Rosem, Kenneth H. (1999)，"Discrete Mathematic and Its Applications", 4<sup>th</sup> edition, WCB/McGrawHill Co.Singapore, pp.593-617.
- [6] 周立強、高易宏、吳建昌 (2001)，「線控機器人與自走車製作在教學上之應用」，宜蘭技術學報第六期，第 85-102 頁。

- [7] 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。
- [8] 周立強、游哲銘、洪英傑、林岳迪 (2000)，「線控機器人製作」，第三屆全國大專院校創思設計與製作競賽技術論文集，雲林，第 43-48 頁。



隊員與指導老師合照