

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction

組別：遙控組 自動組 指導老師：周立強
學校名稱：國立宜蘭大學 隊伍名：小飛象
(School :) National Ilan University (Team name :) DUMBO

※內容需中、英對照※

壹、參賽隊伍人員：

一、指導老師

周立強老師(Jou Li Chiang)

二、組員

鄭世灝(Cheng Shih Hao)

廖栢維(Po Wei Liao)

蕭偉澤(Wei Tza Shiau)

楊庭(Ting Yang)

貳、機器人簡介及特色說明

一、構想與策略分析

此次競賽主題為「救災大作戰」隨著環境變遷，極端氣候變化頻傳，伴隨之天然災害亦愈趨劇烈。使用機器人參與救災是一項各國正在開發的技術，配合趨勢，希望藉由比賽強化參賽學生的創造能力，提升參賽隊伍的技術層次，設計兼具創思與技術的機器人，以在參與過程中獲得經驗的成長。其中自動組競賽子題為「地面搜救」參賽隊伍必須團隊合作，設計出靈巧機動之機器人，並思考取勝之策略，來完成機器人救災行動。根據這個主題，我們開始熱烈討論機器人未來的設計方向與造型，經過一番資料搜尋與意見交換，我們決定以「大象」作為我們此次比賽機器人之造型目標。

而我們的靈感是來自於救災，近年來全球的氣候變遷，在世界各地都發生了許多的天災，損失慘重，其中以 2004 年發生的東南亞大海嘯最深植人心海嘯幾乎吞噬了東南亞沿海地區，奪走了許多人的性命，世界各國全力搶救海嘯地區，而

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction

大象成為救援人員的首選幫手，有許多頭大象參與災後的救援與重建工作。大象的主人說，在這些碎石遍地的災區，“大象要比四個輪子的卡車和鋤頭效率高得多，只有大象能夠承擔這項工作”，此外災難過後往往在人們的心中留下一些傷痕，而大象不只救災而已，大象在東南亞地區象徵著重大的信念及信仰的寄託，藉此我們的隊名及機器人名就在此醞釀而成以下是簡短介紹：

隊名：小飛象

隊名取自災難過後總是有許多高喊著希望重生、夢想起飛的慈善晚會，而小飛象名為人們信仰心靈上寄託意義的大象起飛，象徵著「希望起飛」，希望能重整災民的心靈，讓他們有信心重建他們的家園。

機器人名：嘟嘟

為呼應救災大作戰的主題，一想到救災，每次不畏困難第一時間往災難現場救援的消防車最令人映像深刻，而臺北市政府消防局為了有效的推廣各項防災宣導活動，特別設計出一個臺北市消防局專屬的消防小英雄—嘟嘟，小飛象嘟嘟的大耳朵是牠飛行的利器，代表他積極的行動力！厚實的雙腳勇敢踏步無所畏懼的前進任何災難現場！只要嘟嘟一到，許多機器無法到達的地方，嘟嘟都可以跨越盡速地救災，嘟嘟是所有人的消防小英雄，所以決定以「嘟嘟」作為我們的機器人名。



圖 1 大象重整災難現場

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction



圖 2 大象幫忙搬運道路間的倒木



圖 3 救災機器人 小飛象嘟嘟

二、機構設計

前文提到比賽背景為救災大作戰，為了賦予機器人生命力，我們以「大象」作為我們造型目標與設計方向，利用機構運動的方式模擬大象的實際情況，將載具的動作路徑結合造型外觀設計使得機器人最佳的模擬逼真，就像是大象在救災一樣。

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction



圖 4 機器人實體比較大象外觀

當做到上階梯機構時動作為載具四肢接收起，畫面如大象的四隻打平，看起來就像是飛在天空上的小飛象呢!

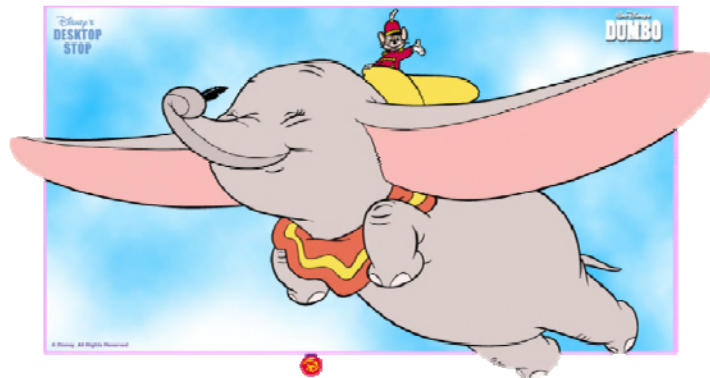


圖 5 小飛象

機構又分為 5 大部分

1. 上階梯機構

採用四個支撐架撐起載具的主體，四隻支撐架皆有 50 公分高，主要構造由車窗馬達、齒盤、鋁擠型組成的。當機器人感測到階梯，載具順利將主動力輪至於階梯上，後兩隻支撐架即正轉收起至與載具水平，此時動力輪正轉將載

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction

具主體皆上階梯成功後，階梯與前支撐架乘載機器人的重量，前兩隻支撐架收起即完成我們一連串的上階梯運動過程。圖 6 為機器人上階梯分解示意圖。

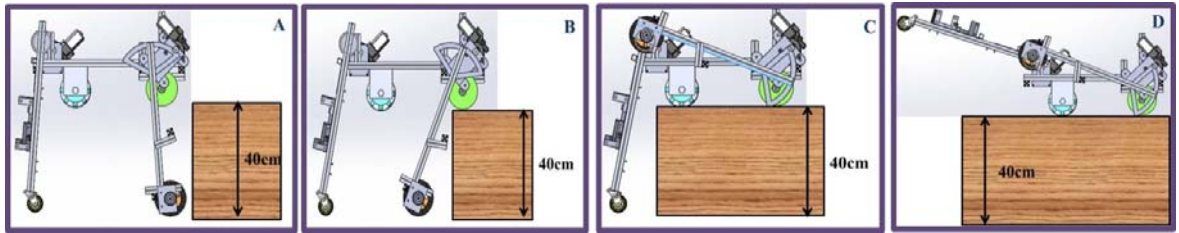


圖 6 機器人上階梯示意圖

2. 抬木箱機構

為了減輕載具重量及節省空間，我們採取『重疊』的策略，將抬木箱機構裝置於後支撐架上，主要使用滑軌、方口鋁及線性致動器所製造，當載具接近木箱時，前支撐架收起，後支撐架的線性致動器帶動滑軌鏟進木箱底部，再由後支撐架抬起木箱將木將移至指定區域。圖 7 為抬木箱分解示意圖。

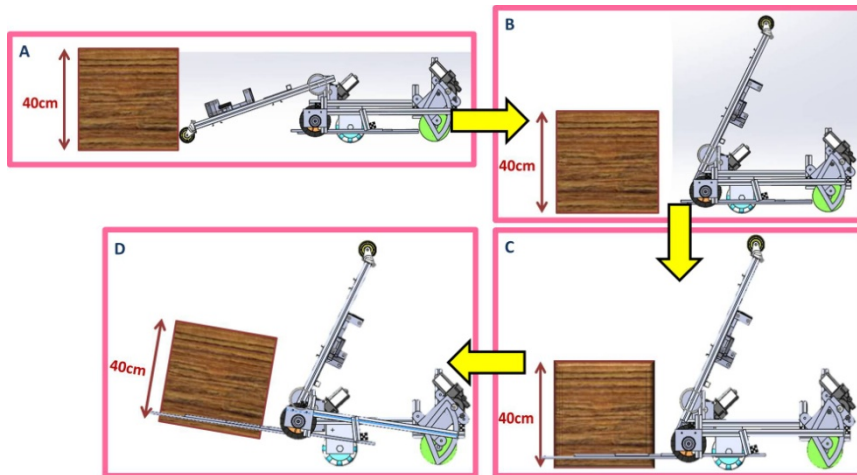


圖 7 抬木箱機構示意圖

3. 抓娃娃機構

為了能準確快速地抓取高 40 公分、平地及下陷 10 公分不同高度的娃娃，爪具採取「套」的方式且以一次套取三隻為目標，使用滑軌、齒輪、鋼索、小水管、方口鋁等打造，為了將空間資源發揮最大的效用，再度採取「重疊」策略，將抓娃娃機構裝置在前支撐架上。載具定位後將抓娃娃機構放下，用線性致動器收起鋼索將娃娃套牢，機構馬達正轉向上，將娃娃放置於分類機構的盒子中進行分類，即完成抓娃娃的完整運動過程(圖 8)。

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction

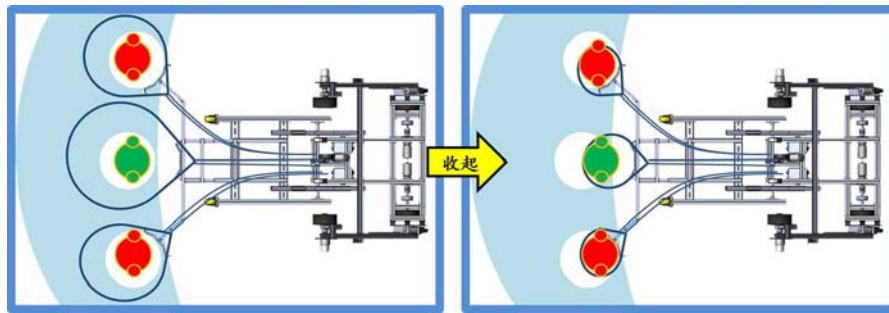


圖 8 抓娃娃運動示意圖

4. 分類娃娃機構

分類娃娃機構主要將兩個可以將三個娃娃一次聚集的擋板、分類平台和左右兩個裝娃娃的盒子為架構，分類娃娃由小馬達、鋁軌、滑軌依循感測器判別娃娃顏色，利用馬達的正反轉帶動鋁軌將娃娃打入盒中。(圖 9)

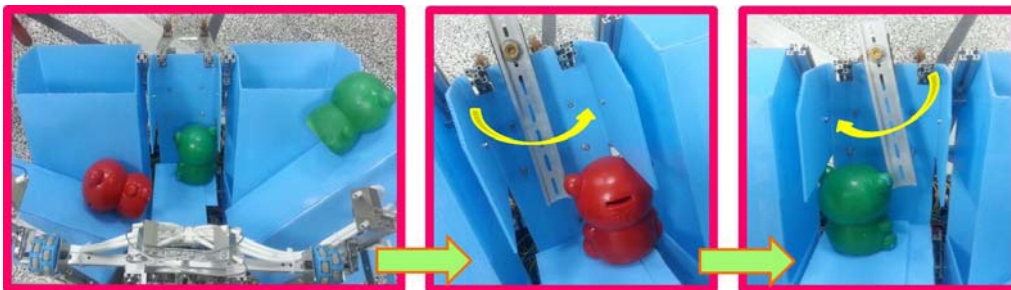


圖 9、分類娃娃機構示意圖

5. 放娃娃機構

利用槓桿原理的概念製作放娃娃機構，機構另一端打到救護站時，另一有盒子的一端機構受一作用力向上正轉，兩側盒子裡的娃娃即自然的倒出，完成我們整個救援娃娃的運動過程。(圖 10)



圖 10、放娃娃機構

三、輪子驅動設計

1. 動力系統設計

自動組比賽之時間為四分鐘，行走路徑依照當初所討論的結果，全長大約為 28m，希望於 90 秒以內跑完，所以車體行進之平均速度假設為 0.62(m/sec)。本

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction

製作依能量守恆方程式可約略估計出行走部所得之能量須克服動能及摩擦能，進一步推求出馬達所需之輸出功率，並挑選出最適合之馬達規格。如以下之計算：

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + \mu NS$$

公式：

W 為行走部所得能量(J)； m 為車體總質量(kg)，規則限制總重量不得超過 25kg，故假設機器人總重量 20kg，車輪配重為 5kg； V 為行進速度(m/sec)； S 為行走距離(m)； μ 為地面摩擦係數，簡化為以物體質心之運動，且假設與地面摩擦為滑動摩擦(此值會高於實際車輪與地面的滾動摩擦)約為 0.2； N 為車體於地面之正向力(Nt)。

經以上計算得車體須 $W=1101$ 焦耳，預計在 90 秒內完成，因此車體所獲得的平均功率至少為 24.4 瓦特。所以兩只驅動輪的馬達各需至少 12.2 瓦特。車體行走輪徑約為 10 公分，平均速度 0.62，可計算出馬達下驅動轉速至少為 80 rpm，接下來由公式 $\tau = \mu Nr$ ， r 為輪徑，即可推求出車體行走時，地面摩擦所給予的反制力矩為 5.88kgf*cm，故選用馬達型號 IG-32PGM，減速比為 1：51，額定轉速為 101 rpm，轉矩為 7.3kgf*cm，輸出功率為 34.7watt。

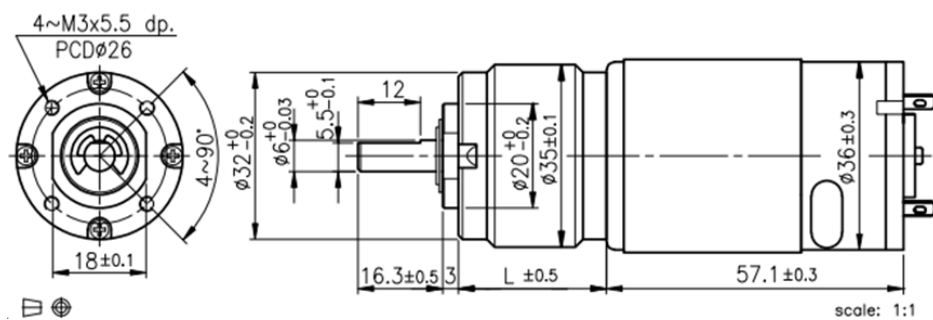


圖 11 型號 IG-32PGM 之直流馬達尺寸

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction

2. 底盤設計與製作

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，並於兩輪內側須裝置光編碼器來做行走方向控制，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，兩輪外側皆須裝置光編碼器來做行走方向控制。為因應此次比賽在設計底盤時需以方便度作為主要考量，故我們將底盤尺寸定為 50×53 (cm) (長×寬)，如此載具對於 40 公分高的階梯也可以輕鬆順利地過關。

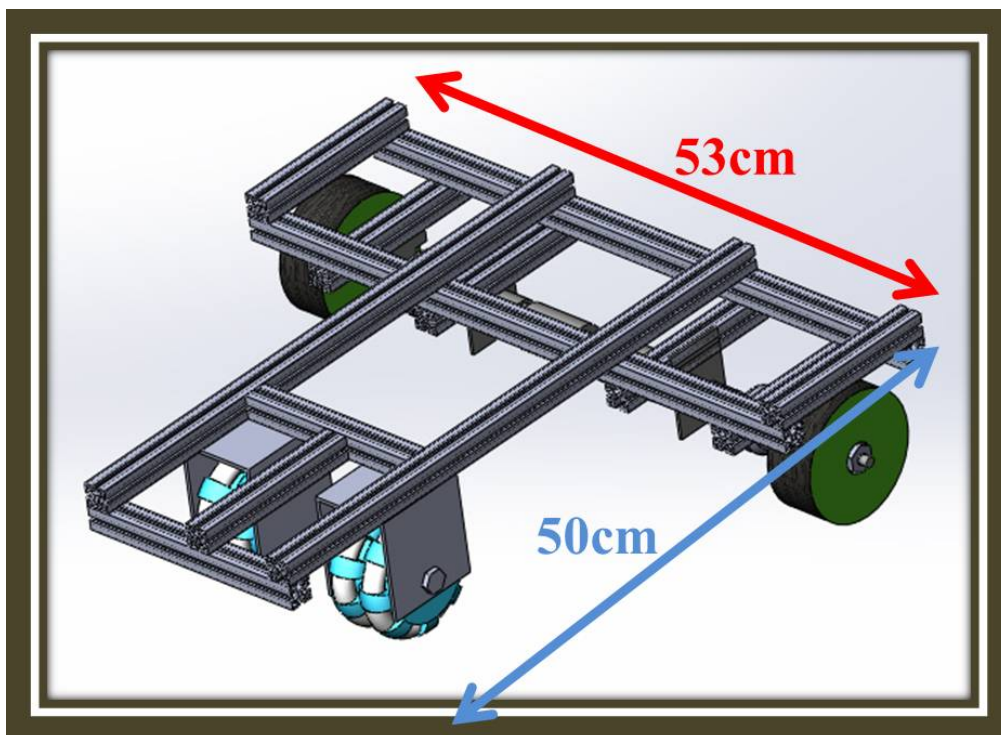


圖 12 底盤設計

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction

四、 電路設計

在機電控制部份，我們使用光電開關及光編碼器分別作為循跡、定位及定距轉向之輸入感測，並以可程式控制器(PLC)作為機器人之控制核心，將輸入狀態進行邏輯演算後，輸出控制各外部馬達及致動器。

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，並結合自保、互鎖、閃爍、計數以及煞車等應用組合電路，以因應各情況策略，最後以流程圖設計一套完整功能的程式。

在外部線路方面，我們以繼電器的常閉與常開接點設計馬達互鎖電路，以防止馬達與繼電器的燒毀。並利用繼電器迴路設計以切換電源，達到有段變速之功能，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。其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。

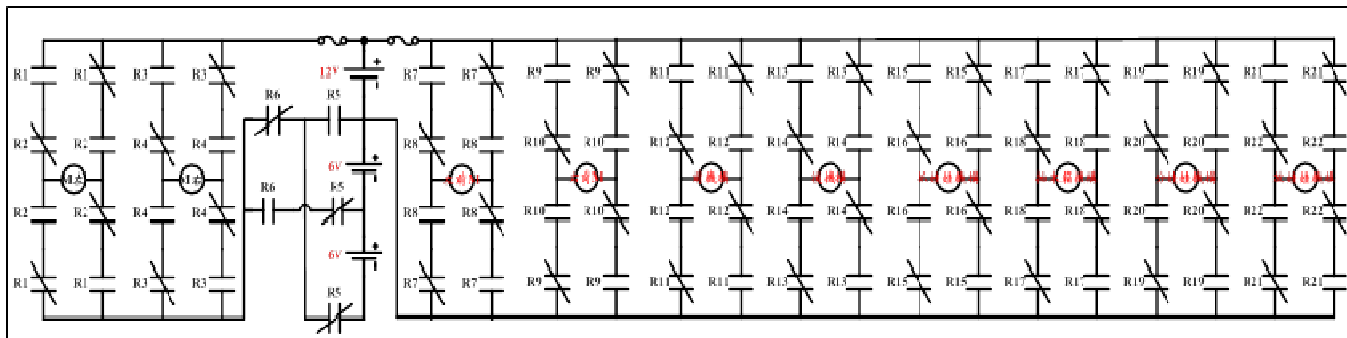


圖 13 機器人外部線路圖

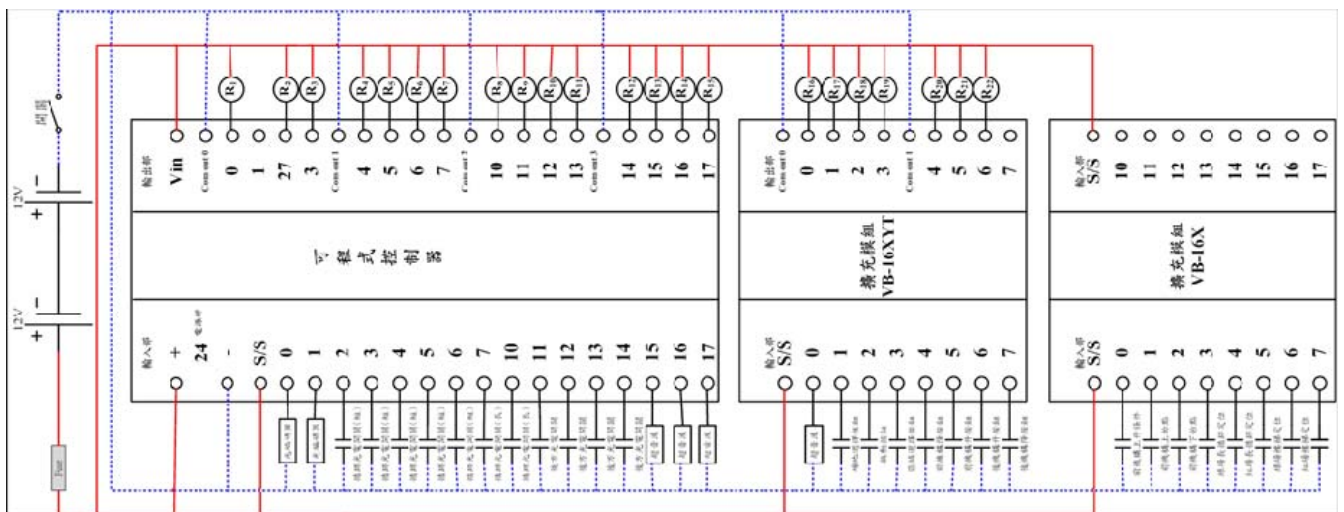


圖 14 PLC 配線圖

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction

五、組裝、測試與修改

1. 改變抬木箱機構

抬木箱機構原本是裝載在機器人主體的底部，但會因碰撞而導致結構變形的機率頗高，所以隊員們構思後將抬木箱機構裝載在兩隻後支撐架上，與支撐架「重疊」(圖 15)，不僅減輕我們原本裝載在底部需要的鋁擠型重量，更讓後支撐架達到一個機構多功能的作用也增加了我們載具的空間利用。

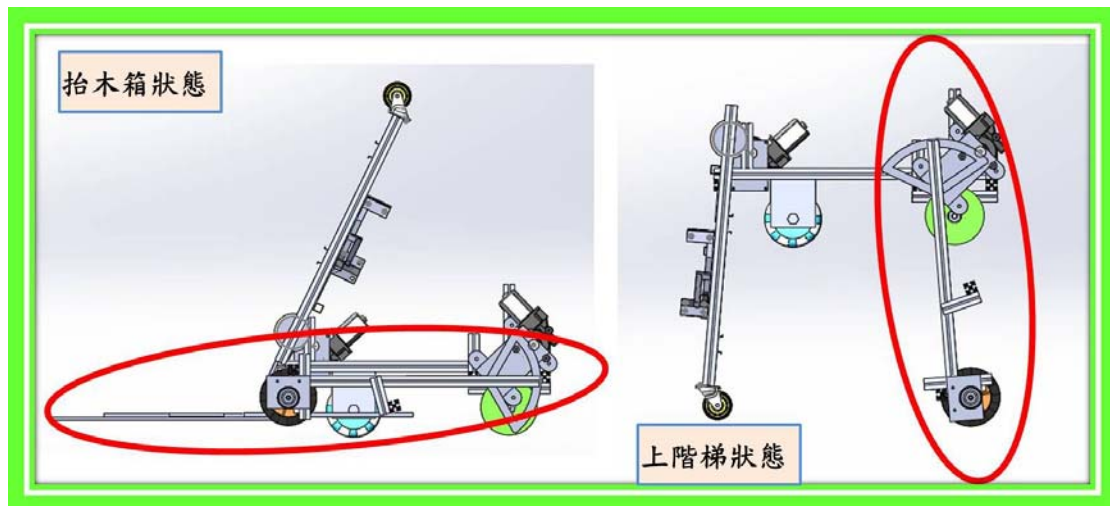


圖 15 抬木箱機構運動

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction

2. 改變機器人大小

現在完成版的機器人為第三版載具，從第一版超過一公尺大小的載具一直修改、縮小進步到現在載具變形前只有 50X53 cm (長 X 寬)(圖 16)，在不斷修改的練習下，隊員們漸漸可以分析出載具結構的要點，所以除了主要支架結構的鋁擠型之外，其餘輔助機構的鋁擠型我們全部換成了方口鋁，不僅大小達到比賽標準且讓載具更輕、更快。

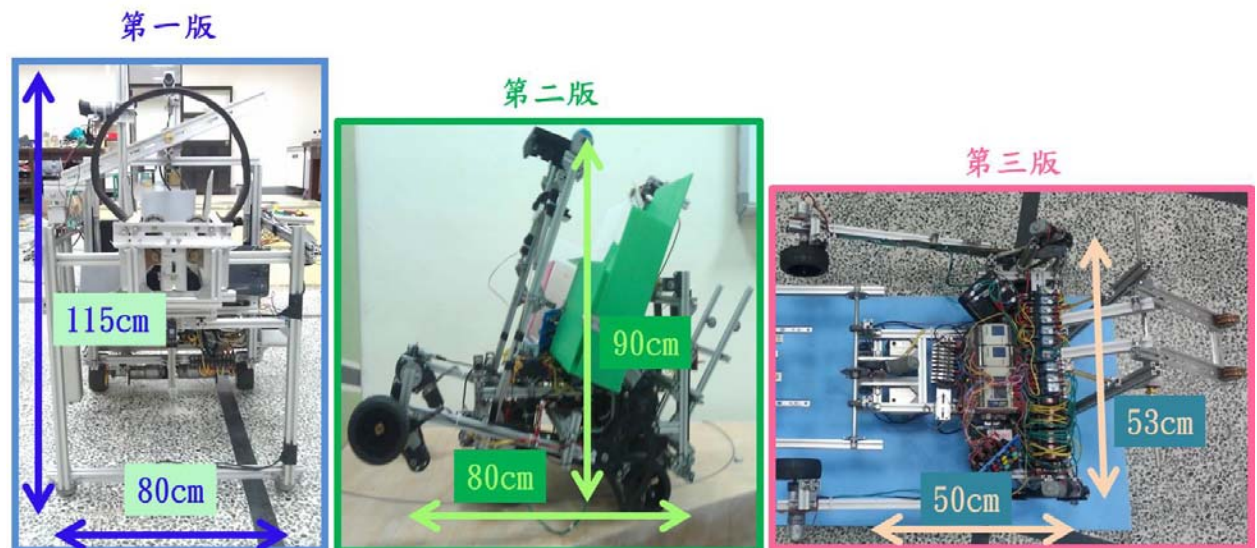


圖 16 機器人大小歷程圖

3. 改變放娃娃機構

放娃娃機構原本是載具回到出發區定點，使用感測器感測後將裝置娃娃的盒子倒出，為了增加放置娃娃的速度，隊員們構思後決定將感測器移除，重新打造一個不需要感測器即可放置娃娃的機構，即上文所介紹的放娃娃機構，新型的放娃娃機構只需機器人到達出發區定點，放娃娃機構的前端即會碰到救護站，因槓桿原理作用，使得放娃娃機構後端的娃娃盒子有一作用力將娃娃倒置救護站上。

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction

4.場地模擬與全程測試

機器人整體製作已大致完成，包含程式撰寫與機構動作測試，接下來將在以 1:1 製作而成之模擬場地進行全程試跑。

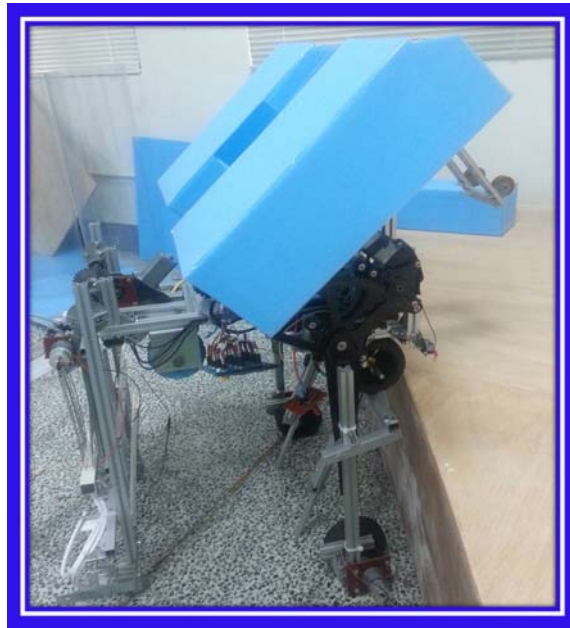


圖 17 上階梯實際測試 I



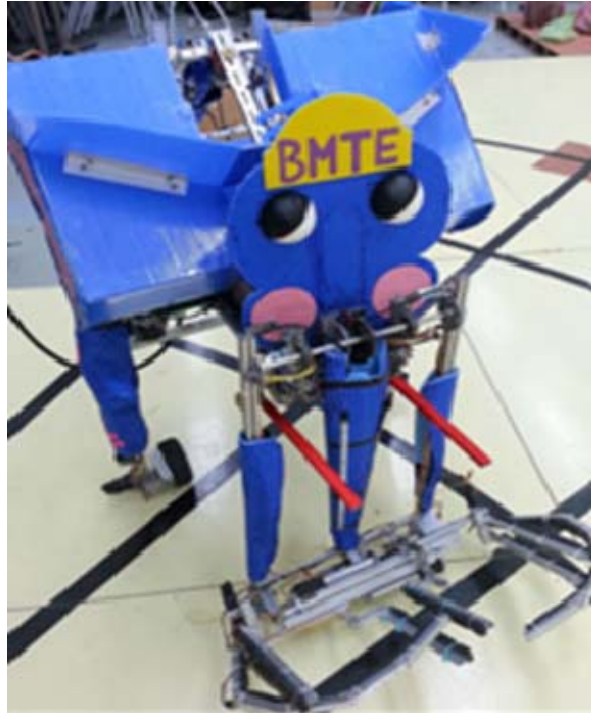
圖 18 上階梯實際測試 II

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction

六、 機器人成品圖

機器人成品長 1 公尺，寬 70 公分，高 1 公尺，總重量 24.3 公斤，在校配合 1：1 實際模擬場地進行機器人的修改與測試將機器人調整至最佳狀態。



參、 參賽心得

第 15 屆 TDK 全國大專院校創思機器人競賽的會場，充斥著啦啦隊大聲加油的聲音，有一隻烏龜機器人閃閃發亮的在比賽場地上使出渾身解數正在創造著場場滿分的佳績，當每顆足球被順利踢進球門，場邊啦啦隊接近嘶吼的歡呼聲迴繞著整個大賽會場，超級閃亮亮龜將軍順利奪下第一名的殊榮，這讓親手將烏龜身上閃亮 LED 燈縫製在龜將軍身上的我，內心無比的澎湃，與有榮焉。

「學妹，有沒有興趣來幫我們的機器人做造型呀？」一切都是從這句話開始的，當初懵懵懂懂還不知道 TDK 機器人是甚麼的我就這麼被找去幫機器人做造型，在幫忙做造型的一個月期間，在一旁觀察了許多，看到 TDK 隊員們認真地學習、紮實地訓練、奪冠的信心、以及堅強的團隊合作，這給了對未來志向還摸不著頭緒的我相當大的衝擊，啊！原來大學還可以學到這麼多的東西呢！在比賽過後，我心裡想加入這個實驗室，希望能藉由這個機會多學習到一些專業的技能。才大二生的我有關於專業知識與技能都沒有學過，所

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction

以老師和學長們帶著我們上感測器及實習、順序與邏輯控制結合大二的電工學和電機學一連串的訓練課程加強我們的基礎技能，如此多的課程加上常常做實習到半夜真是讓人有點吃不消呢！雖然很累，但大二整整一年裡卻過得無比充實，謝謝老師及學長們的辛苦！而在今年很慶幸能成為隊員參加第 16 屆的 TDK 創思機器人大賽。

我們從暑假就開始動工，帶領我們這隊的是我們偉大的領導者——鄭世灝學長，他每個月都會訂定一張進度規畫表，將每天的進度訂定下來，讓我們每天有明確的工作目標，這讓我們整體工作上有條不紊而不是今天想做到哪就做到哪像盤散沙。按照進度規畫表執行下，只要一有拖到進度就加緊趕工追回進度，雖然這次的競賽困難程度較高，我們也可以將機構一個一個地完成。

接下來就是我們這隊的機構大師廖栢維學長，他的腦袋每天都不停地在想新的創意及機構想法，對於每個機構都有很多不同的見解，讓我們團隊能夠快速地確定目標物的構想並且快速地製作出實體，而學長慎密的心思，將許多事情的小細節都注意到了，也時不時地提醒隊員們有哪件事是我們現階段需要多多注意的，有他在事情都能做到盡善盡美呢！

可以將工廠每台機具都馴服，沒有他不會使用的器具，人稱工廠實習小天王就是我們的一蕭偉澤學長，學長的機構加工非常的細膩且專業，有他在機器人需要什麼零件他也可以加工製出讓我們不會因為一個零件而拖延到製作的進度，此外，學長在 3D 製圖方面也特別的傑出，幫我們的機器人繪製專業的圖像，讓我們的工作日誌及製作報告書能把機器人所有機構運動用示意圖的方式詳細的解說。

在這次的製作過程中，讓我深刻地體會到 TEAM WORK 的含意，它不只是分工合作，每個人除了負責將自己的事情做好外，還要跟隊員間充滿著交流互動。當你游刃有餘時，隊員若遭遇困處，應該義不容辭地去協助！而不是推說：那不關我的事，這就是所謂的 TEAM WORK！舉例來說：我們隊長是負責寫程式的，有時寫到卡關，不知如何下手時，我們都會一起討論，提供不同的觀點給他意見，讓他豁然開朗。一個齒輪帶動著另一個齒輪使得手錶上的分分秒秒無時無刻轉動，那隊員就好比一個齒輪，若有一齒輪停擺，那手錶是否還會轉動？所以 TEAM WORK 不只是各司其職，每個人跟每個之間還是需要許多的交流與互動。

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加上賣力啦啦隊的加油聲讓我們順利進入決賽，內心悸動不已。決賽當天，我們因一顆螺絲損壞而輸掉比賽，真的讓我們深深上了一課，如何面對失敗

參賽隊伍人員及機器人簡介

Team Member and Robot Introduction

重新調適自我，了解自己還有很大的進步空間，讓我們成長，明年再戰。頒獎典禮時，獲得了創意獎佳作、TDK 獎及最佳團隊工作獎，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，表現出生機系最大的團體精神。

在最後要感謝好多人，首先是周立強老師，幾乎每個晚上都會來關心製作上是否有遇到什麼難題，與我們共同討論時常穿插一些他的自身經驗，讓我們有更多的知識和更多的點子去執行一件事情，有時也會講一些做人處事的方法，像是推演、策略及盤算，讓我們更加容易 hold 整個任務。再來感謝 TDK 文教基金會給予我們的這個寶貴的機會，使我們將上課所學到的知識能學以致用，也讓我們從這過程中學習到課堂上無法教導的東西，並且深刻體驗到團結就是力量大的道理，真是難以忘懷的經驗，最後要感謝「小飛象」所有隊員，因大家的合作和大家無私的奉獻，我們才能順利完成這次的比賽得到這麼多的獎項。

