

遙控組隊名：爆走水人

機器人名稱：EVOLUTION WAITER

指導老師：林初昌 教授

參賽同學：蔡鑫讚、林道群、黃智邵、陳威承

明新科技大學 機械工程系

競賽主題背景概述

本屆競賽主題為「水男孩—WaterBOT」，旨在設計並製作一機器人於居家環境中提供取水與送水服務，期可因應台灣未來高齡化社會及少子化造成的人力短缺，並促進台灣居家照護機器人產業之發展。遙控組競賽參賽隊伍須設計出可開冰箱門、取水壺、爬坡、倒水與送水杯功能之機器人，由參賽者以遙控機器人方式完成關卡。

競賽簡介

遙控組場地分「室內」與「戶外」兩區，共五大關卡，包含冰箱區、斜坡區、調配區、戶外區以及吧檯區，機器人可由線控或無線遙控方式完成任務。首先於冰箱區打開冰箱門取出裝滿水之公杯，接著通過一斜坡、並依序於調配區以及戶外區中，將公杯內之水倒入數個空水杯，然後將裝滿水的水杯運送至吧檯區。五大關卡將考驗機器人的夾取能力、移動能力、平衡能力、精準性、穩定性與操控性。

一、機器人簡介

本機器人之載具驅動是以直流馬達作為動力輸出，底盤部分採用後輪驅動並加裝兩顆萬向輪在前方，使車體在轉向上更為順暢，故以四輪底盤作為本機器人之行走部。

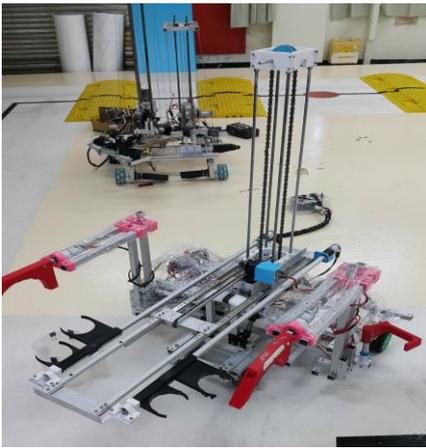
下半部機構以簡單的鉤子設計來完成「冰箱區」的動作。而取大公杯的設計是以兩支固定的旋轉機構

來完成。

上半部機構設計之動作為 X-Z 雙軸向運動，軸向運動以鏈條來帶動，可以完成「冰箱區」取公杯的問題及「調配區」之動作。而「吧檯區」動作仍是運用此上半部機構設計之 X-Z 軸向運動的鏈條驅動，加上底盤輪胎的控制來調整至適當的位子，好得到分數。而本機器人之控制核心係由繼電器來控制正反轉，輸出訊號於各外部馬達以進行控制，一方面也可防治附載導致燒掉元件。

二、設計概念

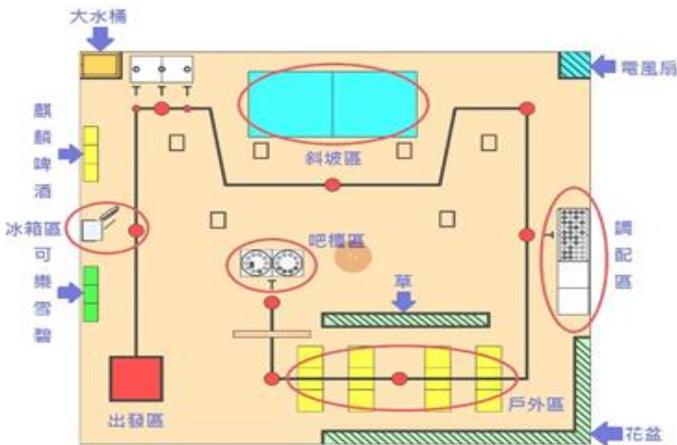
本屆競賽主題為「水男孩—WaterBOT」，旨在設計並製作一機器人於居家環境中提供取水與送水服務，期可因應台灣未來高齡化社會及少子化造成的人力短缺，並促進台灣居家照護機器人產業之發展。而主要設計要可開冰箱門、取水壺、爬坡、倒水與送水杯功能之機器人。說到居家照顧我們則想到以動物作為主要設計，一方面外表較親近，選擇海洋生物更能貼近此次主題水男孩。機構設計我們就選擇以「螃蟹」為設計目標，整台機構設計上就以低底盤像螃蟹的身體，手部的蟹爪則可做為取公杯及到水的功能，上升下降得主枝桿則像螃蟹的眼睛，帶動取小杯子的功能。造型如圖一



圖一 螃蟹造型圖

三、競賽或關卡得分策略

我們以各部位會使用到的關卡作標記，再配合操作去克服各關。



四、機構設計及理念

關卡 功能 動作	冰箱區	斜坡區	調配區	戶外區	吧檯區
行走 馬達	快速 ✓	慢速 ✓	慢速 ✓	慢速 ✓	慢速 ✓
大杯轉 動機構	✓		✓		
上升 下降	✓		✓		✓
小杯轉 動機構			✓		✓

(一) 機器人之三視圖重點解析

圖 2 為本機器人之等角視圖，可見分為五大主機構。開冰箱、取大公杯手、取小杯手、升降機構以及行走輪胎。

圖 3 則為本機器人正視圖，由正視圖可見我們在設計上採對稱的方式設計，不管是取大公杯的手或是取小杯的手。而底盤的部分我們也把重心壓得很低，為了避免車身上的重量導致上下坡翻覆，升降機構故而設計在中央。其中比較特別的就是開冰箱的手，設計在左手邊，為了因應冰箱的位置而設計。

而圖 4 為本機器人之右視圖，從中可見前輪的軸距比後輪的軸距相對小很多，這是為了在轉彎時能更靈巧，一方面減少轉彎時間，也不會在取公杯時與冰箱相撞到。而升降的小杯平台會比公杯手來的低，這是為了在調配區能夠倒水而設計，因為我們的公杯手高度是無法變更的。

最後圖 5 為本機器人的俯視圖，由此圖就清楚可見我們上升下降的機構是以鏈條帶動，為了確保鍊條是緊繃的狀態，我們四根軸都要貼平於上部白色的孔中，如果發現有一邊的軸稍降了，我們則可馬上發現及時修補。是個簡單但實用的小設計。

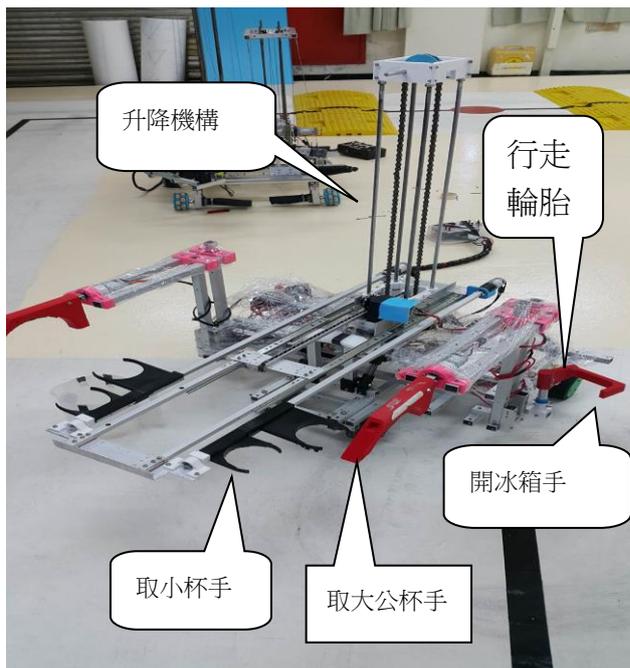


圖 2 等角視圖

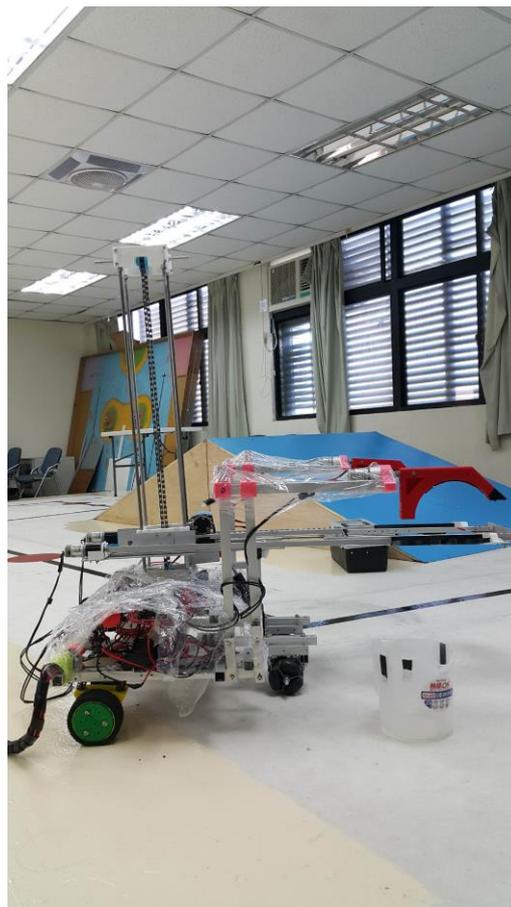


圖 4 右視圖



圖 3 正視圖

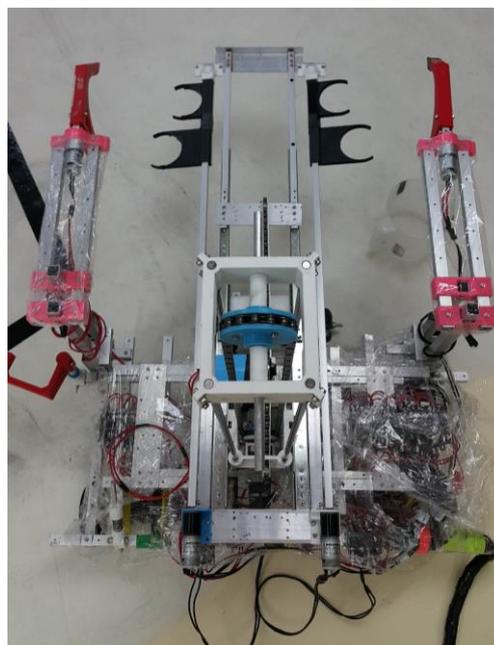


圖 5 俯視圖

(二) 機器人各功能機構介紹

機器人機構主要分為三個部分：

1. 開冰箱機構

比賽時冰箱的位子是在機器的左手邊，為了能快速的開冰箱，我們在機構上就沒有花太多的心思，以 3D 印表機印出鈎子的形狀(如圖 6 右下角)，經過反覆測試後決定以此角度固定上去，再配合足部馬達的控制，當鈎子對到冰箱的邊時，以右輪逆轉左輪正轉的方式就能簡單的開啟冰箱(如圖 7)，不須額外使用到馬達來驅動機構。但相對的也有缺點，如果足部馬達在控制時沒有對好角度，或者時機不對，會導致鈎子底部斷裂，因為使力的方向不對。所以還是要多加練習操控。

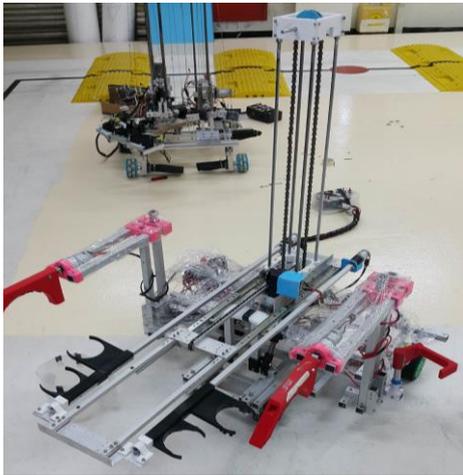


圖 6 右下角開冰箱鈎子

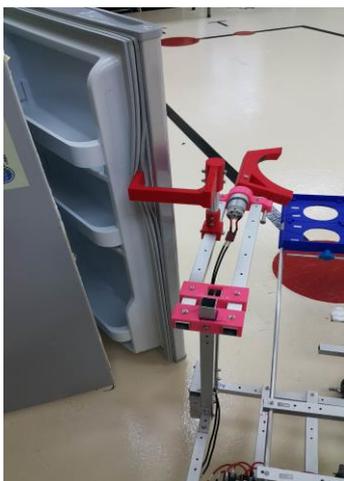


圖 7 鈎子勾到開啟冰箱

2. 取大公杯機構

取公杯的設計我們嘗試了多種，如果以夾持提把的方式機構上會較為複雜。所以我們以扣住杯邊的方式來設計(圖 8. 圖 9)，因為在測試中發現，手插入洞中靠著手背也能撐起公杯，如果再設計旋轉的功能就能穩穩的倒水，而此機構最為特別的地方是內側圓弧的邊，我們是以一邊有導圓角而一邊是直角的设计，發現這樣當公杯在旋轉時就不會空轉，而是緊緊地卡在上面。

此機構會遇到的困難則是在對公杯口的時候要非常的注意，如果不小心撞歪了，公杯就無法順利取得。其次則是取完公杯後的重量非常的重，為了能撐起公杯，我們的支架是經過多次加強的，而手部馬達也換上了高扭力的馬達，以克服遇到的問題。



圖 8 前面紅色的公杯手



圖 10 升降機構平台



圖 9 取公杯時的樣子

3. 取小杯機構(含升降機構)

取小杯的機構(圖 11. 圖 12)我們設計與公杯的機構類似，都是以轉動的方式取杯，但小杯取杯時要與升降機構配合(升降機構主要以鏈條帶動平台升降，而平台與枝桿間以軸承來增加滑度)(圖 10)，方可取得。因為小杯子的杯緣是以上寬下窄的設計，我們發現以下方往上提的拿法就可以順利拿起小杯，而只拿上部的話，在行走過程中也較可減少水的溢出。

遇到的問題則是我們取的杯子是空杯，因為倒水的機構在下方，要先取得杯子才可下降倒水，所以相對的在取杯時就很困難，如果一不小心撞到了杯子，杯子就會翻覆失去得分的機會。另一問題就是

此機構的材質是塑膠的材質，當與杯子摩擦時會非常的滑，再加上震動則會導致杯子掉落，所以為了防止此問題在取杯機構圓弧內側，每比一場比賽就要黏貼一次電工膠帶，好增加摩擦力防止掉落。



圖 11 取小杯等角視圖



圖 12 取小杯側面圖

(三) 四部位機構動作行為與關卡之關聯

根據前述機構設計理念，我們將機器人以頭、手、身足部四個部位與完成各關卡必要功能作闡述：

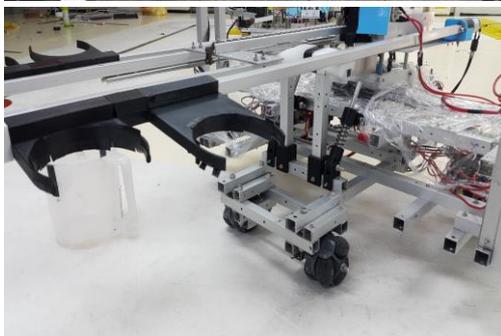
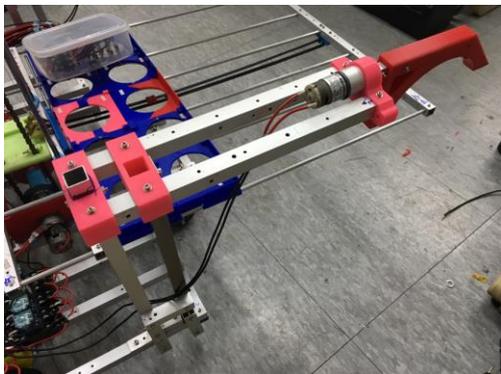
1. 頭部機構

升降平台是此機器的主機構，就好比人的頭部機構。在每一關卡都需要用到升降的動作，非常的重要。



2. 手部機構

取杯子的設計可以從側面就轉起杯子倒水，或拿起小杯子，模仿人的行為，已完成各種關卡。



3. 身體機構

前後伸縮的機構設計，是模仿人的手臂能構前後伸縮，使取小杯倒水等刮卡能順利進行。



4. 足部機構

輪子的部分是模仿人的雙腳能夠讓機器完成上下坡及戶外區等各種地形關卡，其中我們也搭配彈簧作為避震。



五、電控系統

本機器的電控系統是以繼電器為主，用繼電器帶動馬達的正反轉一方面也可防止附載過大燒線的問題。

首先我們先製作遙控器(圖 13)的部分，每一個開關都有 3 個接頭，分別是正極、負極及電源線。而全部的開關都接在傳輸頭上，以正極負極的方式排序接上。而線的另一端把開關分別做成接頭(圖 14)好接上繼電器。

再來就是先搞懂繼電器的配線圖(圖 15)，主要是要讓正極及負極能順利導通不會短路，再來把電源供應接上，分別接在兩組不同的繼電器上，一組高電壓用，一組低電壓用，這樣機器人就可以以兩種不同的速度去動作了(圖 13 下方)。最後就是拉線把每個馬達個別接上一組繼電器上(圖 16)，在接上的該組繼電器上拉控制線接到原先準備好的遙控器控制頭上就大功告成了。



圖 13 遙控器

遇到問題:

1. 操作到一半發現電池供應電壓不足馬達使用，使馬達無法動作。解決方法:電池並聯增壓
2. 遙控器配線錯誤，使線材燒光。解決方法:重接
3. 遙控器接觸不良。解決方法:使用三用電表側有無電流，找出問題電線重接，加強固定。

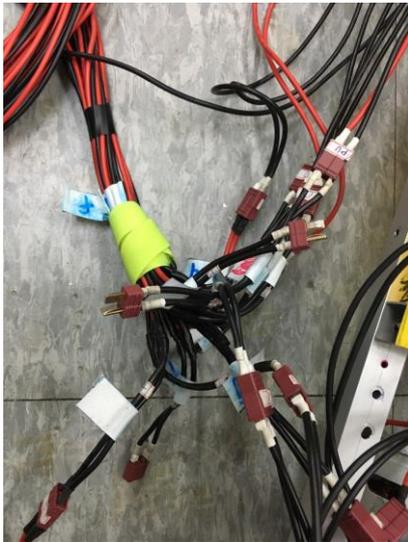


圖 14 控制線接頭

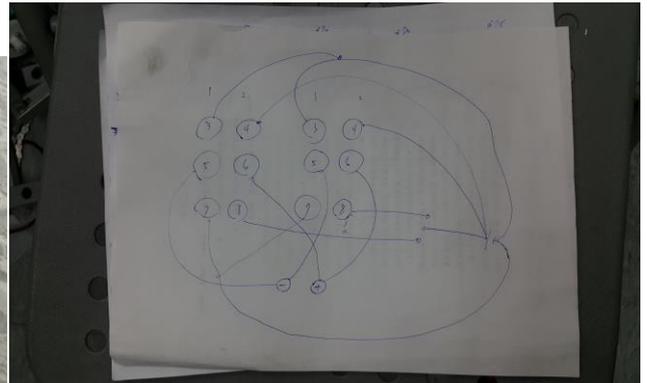


圖 15 配電草圖

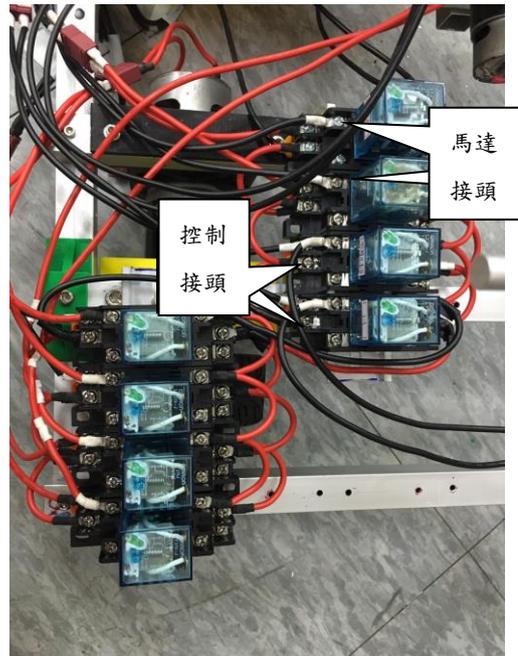


圖 16 繼電器接法

六、機器人成品

適應環境機制

1. 冰箱區:

首先是以 11.1v 的速度開往冰箱，在降壓至 4.7v 行駛，使用左邊開冰箱的鉤子對準冰箱邊，輪子以右輪後退左輪往前的方式，把冰箱門開啟，再把取小杯子的平台上升(取公杯會卡到冰箱)，用公杯手取出公杯即可退出冰箱，順而降下平台，開往下一區。

2. 斜坡區:

以 4.7V 的速度穩住機器，並開上坡，至頂點後重新起步下坡。

3. 調配區：

開至調配區後以直角對準杯子的位子，上升取小杯子的平台，對準並取杯，拿到後右輪後退即可把機台轉向至戶外區的方向，降下平台並開始使用公杯手倒滿水杯，倒完即可出發至戶外區。

4. 戶外區：

在行駛途中不能停下來，且對準緩速坡的中心，避免輪胎卡住或起步時水會溢出，盡量減少水溢出的可能。轉彎也只使用單輪來轉向。

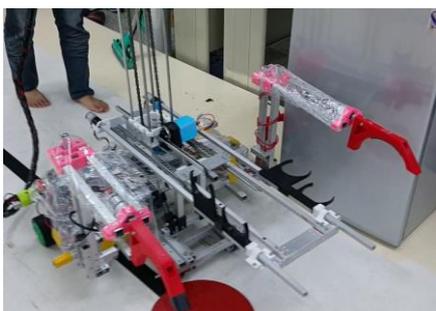
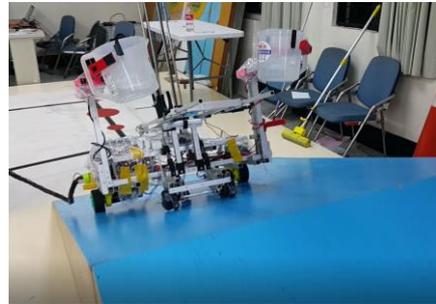
5. 吧檯區：

至吧台區後轉好角度直接把平台升至最高，並往前伸至杯孔，對準並慢慢放下水杯，得取分數。

(一) 關卡得分特色

此次比賽的得分是看最後有無 7 分滿水杯至圓盤的洞中。所以如果前面關卡出了差錯就一分都得不到，加上本機器人在設計上較為簡單，所以我們只能在控制上面努力，勤能補拙。

右方圖 17 .(依序為開冰箱.拿公杯.上坡.取小水杯.倒水.過緩速坡.置水杯的次序)



七、團隊合作的說明

在開始製作機器前我們把工作分為採購、配電、加工及組裝。在暑假製作時慢慢發現一些問題，分得太細會沒辦法真的把機器完工會導致大家等來等去，延後進度，於是後來我們改成一同製作，一同加工，遇到問題時就及時討論一起解決。

賽後我們也獲得了第三名的佳績，從中也學到了許多不同的經驗，過程中也要感謝學長及導師教導，我們機器從開始到出賽共改了 5 次的機構，而最後的成品也在比賽前一周才完工，過程學長從不喊累的陪著我們，老師也時常在晚上期間來關心我們並給予資源。

最後也要感謝 TDK 財團法人文教基金會大力支持與贊助競賽的材料費，以及感謝教育部及國立台灣科技大學主辦這次的活動，並感謝明新科技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，因為一路上大家的細心指導與幫助讓我們明新這大團體榮幸的獲得了 TDK 大獎，

八、參考文獻

[1]

機器人概論

作者：J. M. HOLLAN 追蹤

譯者：林俊成

出版社：新世界 出版社追蹤

[2]

學長經驗

[3]

導師教導

[4]

各界 TDK 競賽影片

附錄

為了能在短時間內製作出機器，所以選用了直流馬達驅動鍊條，如果速度太慢或扭力太小可以馬上更換扭力大或是速度快的馬達，不過這種方式的壞處是較難精準定位，必須要靠練習來補足機器操控上的不穩。而機構的材料選用主要以鋁材為主，但在比較複雜的地方我們多用 3D 列印材製作，雖然形狀上可以完全貼合我們要的尺寸，但使用在要承受較大的地方會有斷裂的可能性，所以還是需要使用要硬的材質去加工。

而這些都是實務上的經驗，讓我們知道以後如果要挑選材料或元件時，就要更加仔細地了解每種材料或元件的特性及適合使用狀態，這樣能減少嘗試錯誤次數及有效率地達到我們所要做的功能。