

自動組：飲水思源 Drinking Man

指導老師：張志鋒 教授

參賽同學：陳南諭、陳建立、黃仁奕、李宗翰

學校名稱及科系別：國立高雄應用科技大學機械工程系

一、機器人簡介

這次比賽須設計出可開冰箱門、取水瓶、辨識物體、倒水、夾取冰糖、送水杯與避障功能之全自主式機器人，因為必須夾取冰糖、水杯和寶特瓶，所以機器人必須要有一個好的夾爪機構來抓取各種不同形狀和大小的物體，由於戶外區還有減速坡，所以機器人必須有好的底盤和避震系統來減少車身的搖晃以免水杯裡的水翻出。

二、設計概念

我們隊名採用飲水思源機器人名是 Drinking Man 是依照這次題目的主題來取名子的，這次競賽的主題是設計並製作運水機器人於居家環境中提供取水與送水服務，因應未來高齡化社會並促進居家照護機器人產業之發展。由於必須運水拿取水杯和水瓶冰糖等等形狀各種不同的物體，思考過後，覺得人的手最適合做這種複雜的夾取，參考一些仿生手的論文和製作影片來構思我們仿生手的構造及動作方法。

三、競賽或關卡得分策略

第一關開冰箱的區域一開始採用勾邊緣然後拉開的方法來開冰箱，但是測試後發現底盤走的不準會造成勾的地方沒有勾到，所以後來採用吸盤抽真空來開啟冰箱，機器人可以有很大的誤差空間來開啟冰箱。夾取水的部分，原本機器人沒有任何回授，看到紅點走到定位之後伸長夾取，但是實測之後發現，機器人並不是每次都走的一樣，而且放置水瓶時也不是每次放的位置都一模一樣，所以決定在夾爪上加上回授，利用超音波感測器掃描平面找尋最近的點就是瓶子的正中央，然後再用同一個超音波測距，到一定距離時夾取，這樣可讓機器人可以準確的夾取而不會因為一些外在因數而影響到機器人夾取的準確度。

第二關茶水區一開始設計讓機器人走到放置杯子的紅點前，利用超音波看是否有杯子，有的話就倒水，無杯子的話就前往下一杯的位置，都看完倒水完後前往沒放杯子的地方放置水瓶，後夾取 1 個杯子，完成此關，但是後來實測發現，這樣所耗費的時間非常多，使機器人並沒有足夠時間走到終點關卡，所以後來將機器人利用盲走的方式走到桌子中間之紅點，然後用超音波判斷杯子之位置，再利用桌子前方 T 字來定位後手臂伸長來進行倒水、放置水瓶、夾取水杯，這樣底盤可以在中央紅點進行所有動作，底盤不須移動，節省了很多時間。

第三關走廊區一開始採用直接循線利用修改 PID 的方式使其可以循線過，但是實測後發現每次更改速度時必須再重新調整 PID，所以後來決定利用顏色感測器來判斷是否到達轉彎處，當顏色感測器看到白色時轉彎。

第四關調配區一開始構思使機器人不用轉彎，直接手臂伸長抓取冰糖，這樣可以節省很多時間，但是由於機器人有長寬的限制，手臂如要可以伸長到夾冰糖的地方，勢必會超過長寬限制，所以必須將機器人設計成會變形等等的設計，但是我們為了避免設計過於複雜的機構，使機器人的可靠度降低，決定利用底盤轉向桌子後，往前走到手臂可以夾到冰糖的位置，夾取後再後退轉回前往下一個關卡的位置，這樣時間沒有增加很多，卻可使機器人減少複雜的程度使可靠度增加。

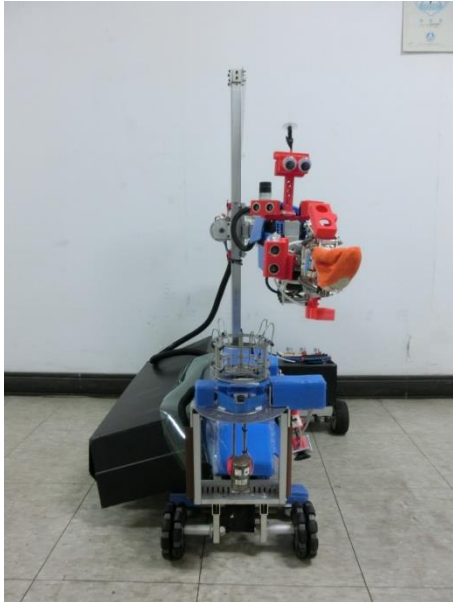
第五關戶外區減速坡的部分，一開始有在機器人的底盤上設計避震，以防止在走減速坡的時候過於震動水而溢出，但是後來精實測過後，避震並非必要，只要在放置水杯的地方加上避震就好，這樣可以底盤構造簡單化，減少成本花費和機構複雜程度，也可以達到同樣的目的。

第六關吧檯區我們利用與第二關相同的策略，機器人看到紅點時盲走一段距離，巡 T 字將車子修正，走到設定

的距離後伸長手臂放置杯子。

四、機構設計及理念

(一) 機器人之三視圖重點解析



▲圖 1. 前視圖

前端機構為水杯穩定器，在這次比賽很多學校都有用到，但他們主要是以配重的方式來使杯子與地面水平，而我們除了以配種平衡外更加了感測器以及馬達使其更為穩定。圖上右側沒配置東西是為了要配合開冰箱，避免被冰箱卡到，而電路板主要放在左側黑色盒子內，在盒子上也做了防水的措施。底盤部分使用四個輪子，後輪為兩個橡皮驅動輪，前輪為兩個萬向輪，使用兩個的原因是為了避免萬向輪在減速墊中間的階級有強烈的震動，感測器使用八個紅外線以及一個顏色感測器來循線以及判斷紅點。



▲圖 2. 右側視圖

在手臂控制使用圓柱座標系統，其優點為控制簡單、容易。



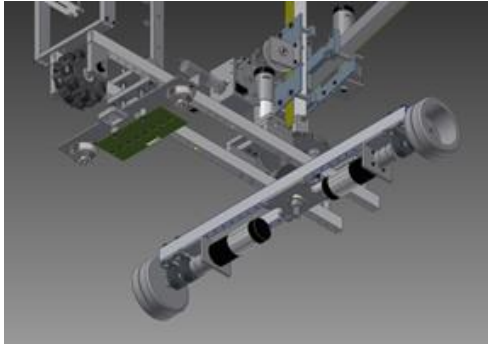
▲圖 3. 上視圖

前端夾爪採用順應性的夾爪，可以穩定的夾取任何形狀不規則的物體，並在手上加了三個超音波回受讓物體可以更穩定的夾起。

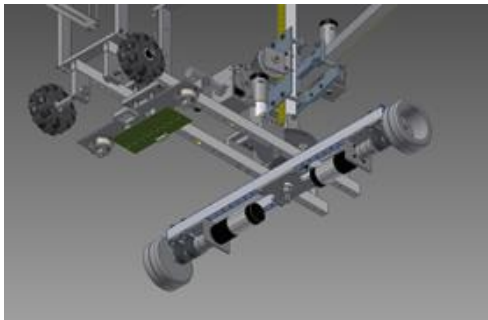
(二) 機器人各功能機構介紹

底盤配置：運用兩個驅動輪椅及兩個萬向輪，原先設計是以兩個驅動輪一個萬向輪(圖 4 所示)，在測試當中，

在通過減速墊時萬向輪會卡到減速墊中間 3cm 的階級，造成車體劇烈的震動，因此改用兩個萬向輪，如圖 5 所示。

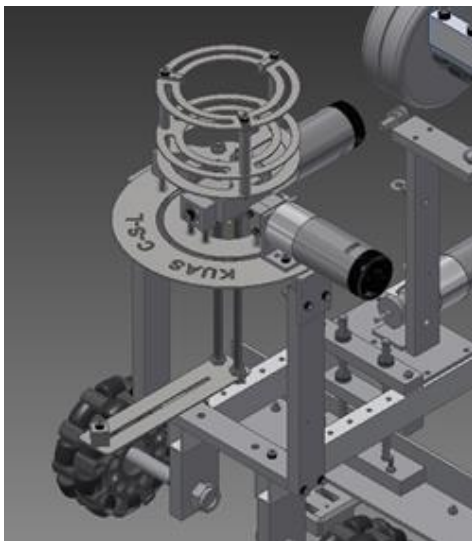


▲圖 4. 三輪底盤配置



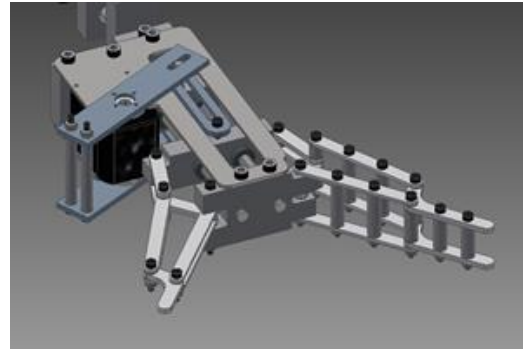
▲圖 5. 四輪底盤配置

水杯穩定器：利用陀螺儀得到目前位置狀態，Pitch 角以及 Roll 角，再將誤差量送給馬達做修正，再配重上，也有稍微做調整，整個機構在馬達沒通電時就能以本身的配重達到平衡。

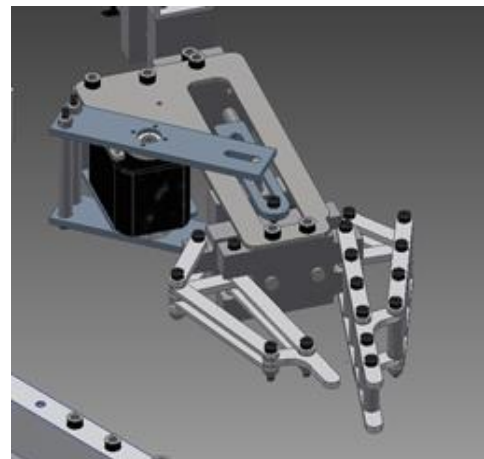


▲圖 6. 水杯穩定器

順應性夾爪：利用一顆扭力為 40.8kg-cm 的伺服馬達做位置控制，用彈簧做為最大夾持力的限制，當伺服馬達推動滑塊，在還沒夾取到物品前彈簧不被壓縮，而當夾爪夾取到物品時馬達卻還繼續推動滑塊，這時彈簧就會被壓縮，防止夾持的力道過大將可樂瓶夾到變形。

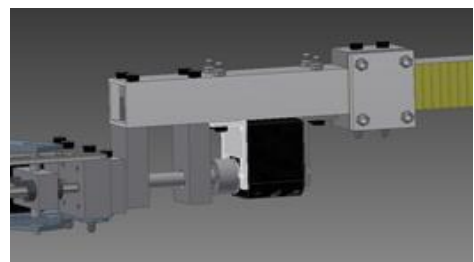


▲圖 7. 夾爪打開



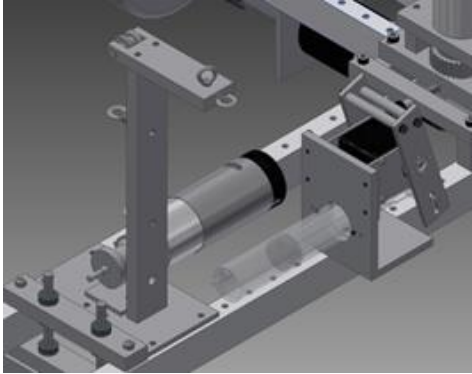
▲圖 7. 夾爪夾起

到水機構：使用與夾爪同一類的伺服馬達座位置控制，裝載夾爪後端，當伺服馬達旋轉可以驅動整個夾爪旋轉。



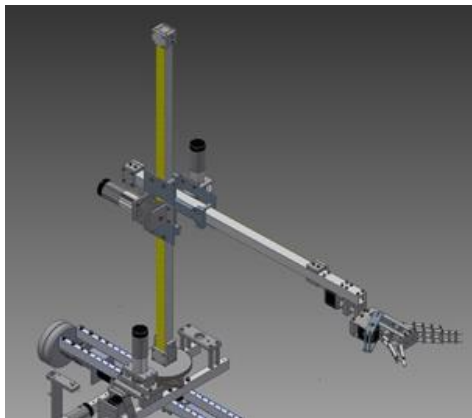
▲圖 8. 到水機構

開冰箱機構：使用伺服馬達拉動針筒的活塞使內部變成真空，在使用(圖 9)左側的馬達把線收回，讓冰箱門順利打開。



▲圖 9. 左側為收線機構；右側為針筒

手臂機構：利用三個馬達(R. θ . Z)，圓柱座標系統(Cylindrical Coordinate System)，使用皮帶輪以及齒輪。



▲圖 10. 手臂機構

(三) 四部位的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：

依照機器人形體，我們將取水杯穩定器視為頭部(對應圖 6)。機器人會利用此機構，保持至於上方水杯內的水，在移動至後續關卡中，保持水平面上的法線與重力平行，在完成任務前減少水量溢出。

2. 手部機構：

我們採用圓柱座標系統(對應圖 10)，作為手部機構。

手部機構上除了圓柱座標系統，還包含了夾爪機構，和倒水機構(圖 7、圖 8)。機器人的圓柱座標系統會依據比賽場地個關卡，將夾爪移動到該關卡放置道具的位置，利用上方的夾爪機構進行夾取與放置，或者利用倒水機構進行倒水。

3. 身部機構：

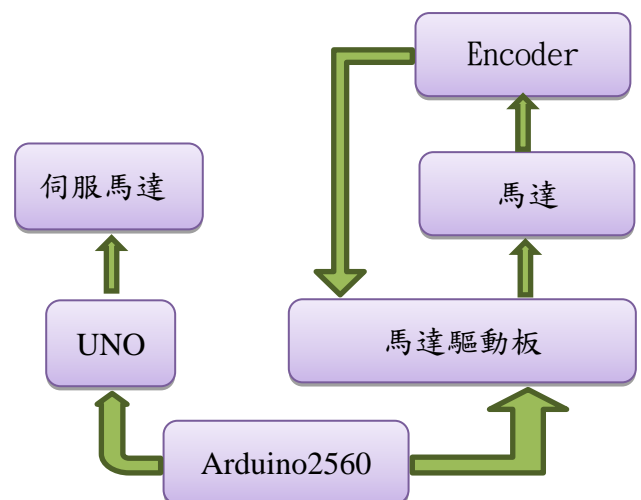
機器人頭部與手部中間，我們作為身部機構(對應圖 9)。身部機構包含了開冰箱機構，以及與手部機構連接用的齒輪逼緊機構。機器人開啟冰箱時，會利用針筒製造真空，吸附冰箱門，再利用捲線馬達收回釣漁線產生拉力，開啟冰箱門。與手臂機構連結的齒輪逼緊機構，可減少圓柱座標系統主動齒輪與被動齒輪間的背隙，以利在往後的關卡可以準確的定位及爪位置。

4. 足部機構：

機器人的T字形底盤，我們作為足部機構(對應圖 4、圖 5)。機器人底盤原本以兩主動輪一被動輪設計，由於關卡戶外區，減速墊中間有凹槽，會影響車體通過的順暢度，所以在不影響開啟冰箱門的狀況下，將底盤改製成兩主動輪兩被動輪的設計。

五、電控系統

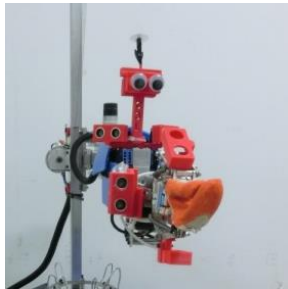
機器人是使用 Arduino 2560 為主機控制，UNO 作為控制伺服馬達的子機，以及使用晶片 ATmega328 自製的馬達驅動板，Arduino 2560 輸出訊號到 UNO 或馬達驅動板，UNO 會依照目前的關卡要求伺服馬達轉至需要的角度；馬達驅動板送訊號至馬達並利用 Encoder 做控制。



六、機器人成品

(一) 適應環境機制

在手爪上我們裝上了超音波感測器，後邊兩個適用於偵測第二關桌面上杯子放置的位子，夾爪前方的超音波感測器用於偵測夾爪與杯子的前後距離，夾爪左右兩端的超音波感測器用於感測夾爪與杯子的左右相對位置

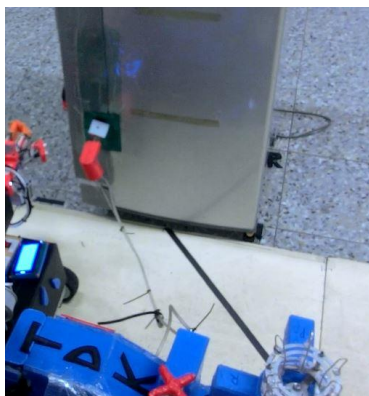


▲圖 11. 手爪上的超音波感測

(二) 關卡得分特色或達陣設計

水杯穩定器(參照圖 6)，由於這台機器人的底盤並沒有避震的設計，因此我們特別設計此機構，以防止水杯內部水的溢出。經過反覆測試後，水杯的水量在任務結束後，水量仍然超過合格線。

開冰箱機構(參照圖 12)，想法來源來自自動化汽車加工廠，擋風玻璃裝置車殼上的加工，大部分的车廠都是運用吸盤吸住擋風玻璃，在移動到要裝置的位置。我們也運用同樣的原理，使用針筒產生負壓，把冰箱門當作擋風玻璃，用吸盤吸住，收回綁在吸盤上的漁線，拉開冰箱門。



▲圖 12. 吸盤吸住冰箱

七、團隊合作的說明

在這次的比賽中我們四位隊員在高工時期，並沒有一

位是機械系本科，所以在使用製圖軟體設計機器人，和使用車床、銑床、鑽床等等加工機器人的部分，我們遇到了很多的難題幸好是在實驗室裡，有經驗的學長們不厭其煩的指導，製作出機器人雛形後，老師幫助我們挑出機器人測試中，我們在沒發現動作盲點，最後在比賽前成功完成這台機器人。

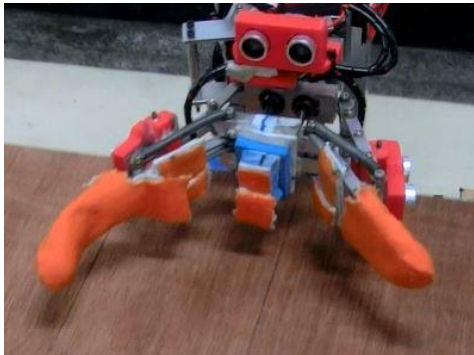
八、參考文獻

- [1] Martin Evans, Joshua Noble, Jordan Hochenbaum, 譯：王冠勳 (2014). *Arduino 完全實戰手冊*. 新北市：博碩文化股份有限公司
- [2] Thomas, L. Floyd. 譯：楊棧雲,蔡振凱,劉堂仁(2013). *電子學(上冊),Electronic Devices 9th Edition*. 新北市：台灣培生教育出版,全華圖書.
- [3] M. F. Spotts, T. E. Shoup, L. E. Hornberger, 譯：于劍平,謝秋凡,瞿嘉駿(2015). *機械設計(精華版),Design of Machine Element 8E* 新北市：台灣培生教育,歐亞書局.
- [4] R. C. Hibber. (2015). *Engineering Mechanics:Dynamic 13th Edition*, 新北市：歐亞書局.
- [5] Lionel Birglen(2015), *Enhancing Versatility and Safety of Industrial Grippers with Adaptive Robotic Fingers*, Page. 2911 - 2916, Hamburg, Germany.
- [6] Kuat Telegenov, Yediga Tlegenov, Almas Shintemirov(2014), *An Underactuated Adaptive 3D printer Robotic Gripper*, Page. 110 - 115, Tokyo, Japan.

附錄

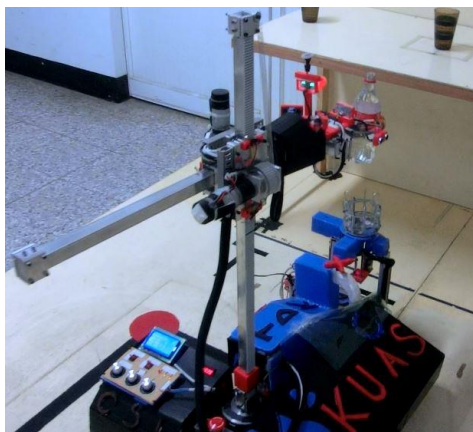
機器人本身架構皆使用鋁合金材料，以減少機器人重量。水平機構為了強壯，但附近可能有水滴，螺絲與其結構選擇使用不鏽鋼製作。夾爪握住光滑的杯子，需要使用

到止滑墊，我們採用工地用乳膠止滑手套的止滑面(參照圖 13)，作為夾爪手掌上的止滑墊。



▲圖 13. 止滑手套

外觀(參照圖 14)的製作為了防水，採用塑膠瓦楞板、塑膠桌墊或熱熔膠等等防透水製品作為第一首選。



▲圖 14. 機器人外觀